

Abundância e distribuição de invertebrados do solo em ecossistemas da Amazônia Oriental. O papel ecológico dos cupins.

Adelmar G. Bandeira
Maria Fernanda P. Torres
Museu Paraense Emílio Goeldi

Resumo: Estudou-se a abundância da meso e macrofauna do solo, incluindo a madeira em decomposição, em ambientes naturais e em pastagens na Zona Bragantina, ao Leste do Estado do Pará. A abundância foi expressa em forma de densidade e biomassa fresca. As amostras de solo, de 15 cm de profundidade, foram fracionadas em subamostras de 5cm para estudos da distribuição vertical. O método para extração da fauna do solo foi o de Berlese-Tullgren, e a fauna de troncos foi coletada por catação direta. Os táxons de maior densidade são ácaros e colêmbolas e os de maior biomassa são formigas e cupins. Os cupins apresentam maior biomassa que qualquer outro grupo em floresta primária, concentrando-se principalmente dentro de troncos em decomposição, que é o alimento da maioria das espécies. Em campinas de solo arenoso, encontrou-se também uma alta densidade de cupins, mas de poucas espécies. Em pastagens e em capoeiras, a variedade de espécies é relativamente alta e a abundância depende basicamente da disponibilidade de madeira morta para alimentar as populações destes insetos.

INTRODUÇÃO

A fauna de solo é representada por grande número de grupos, desde protozoários e nematóides, constituintes da microfauna, até vertebrados mamíferos, que são componentes da megafauna (Bachelier, 1978). A maioria desses animais localiza-se essencialmente na camada de detritos vegetais em fragmentação, que é a fonte energética do sistema. Em solos do Zaire, 80% da fauna edáfica se encontra até 2,5 cm de profundidade (Meyer & Maldague, 1957). Em solos de regiões temperadas, a maioria

da fauna atinge profundidades maiores, de até 15 a 20 cm (Bachelier, *op. cit.*).

Existem poucas informações na literatura sobre a densidade e biomassa de animais da Bacia Amazônica e possivelmente nada foi feito antes sobre a abundância de invertebrados de madeira em decomposição. Beck (1971) estudou a biomassa da fauna de solo da Amazônia Central e concluiu que aproximadamente 75% desta é representada por cupins e formigas. Fittkau & Klinge (1973), num estudo que abrangeu até mamíferos, afirmaram que cupins e formigas juntos representam em torno de 33% da biomassa total de animais da floresta de terra-firme. A densidade de cupins encontrada por Beck foi de 130 indivíduos por metro quadrado.

Pesquisas sobre ecologia de cupins na Amazônia Brasileira tiveram início no final da década passada. Sylvester-Bradley *et al.* (1978, 1983) mostraram que cupins, principalmente do gênero *Nasutitermes*, podem fixar nitrogênio diretamente do ar, através de bactérias que com eles vivem em simbiose. Bandeira (1979, 1979a, 1981) estudou aspectos da composição faunística e alimentação de cupins em ambientes naturais e modificados pelo homem, apresentando também várias outras informações ecológicas, inclusive sobre sua atuação como pragas de mandioca. Mill (1982) estudou a distribuição e alimentação deste grupo em quatro ambientes no baixo rio Negro.

O objetivo deste trabalho é o estudo da abundância relativa de invertebrados constituintes da meso e macrofauna de diferentes camadas do solo e de madeira em decomposição em ambientes naturais e modificados pela ação humana, completando-se com o estudo da composição faunística dos Isoptera, sua distribuição, animais associados a cupinzeiros e outros aspectos da ecologia dos cupins.

ÁREA DE ESTUDO

Os trabalhos de campo foram realizados na maior parte em três localidades na Zona Bragantina, Estado do Pará, Brasil, entre as cidades de Belém (1°37'S e 48°29'W) e Vigia (0°52'S e

48°8'W): (a) fazenda Morelândia, no Município de Benevides, em mata primária e pastagem; (b) Americano, Município de Santa Izabel (pastagem); e (c) Campina do Palha, uma campina a 6 km de Vigia, na estrada para Belém.

A vegetação original da fazenda Morelândia é exuberante e conforme o tipo da floresta primária de terra-firme descrita por Pires (1973) e Braga (1979). As pastagens da fazenda e de Americano são semelhantes, sendo compostas pela mesma gramínea *Brachiaria humidicola* (Rendle) ("capim quicuío"). Na fazenda Morelândia, a pastagem foi semeada 10 anos antes do início deste trabalho e a de Americano é mais velha, mas não se sabe sua idade com exatidão. A vegetação da Campina do Palha é, em parte, rasteira, composta quase somente de gramíneas e ciperáceas e noutros locais a vegetação é alta, havendo formações intermediárias. Para maiores informações sobre campinas ou caatingas amazônicas, consultar Anderson (1981).

Os solos da Zona Bragantina são predominantemente do tipo latossolo amarelo, relativamente pobres em nutrientes químicos (Falesi, 1967), sendo este o solo da fazenda Morelândia e de Americano. O solo da Campina do Palha foi descrito por Vieira *et al.* (1982) como areia quartzosa distrófica, originado de dunas marinhas fósseis, considerado muito pobre em nutrientes.

O clima de Belém é do tipo Afi, segundo a classificação de Köppen, isto é, quente e úmido durante todo o ano. A temperatura média anual é de 25°C, a umidade média é de 89% e o índice pluviométrico é de 2.538,3 mm (Cunha & Bastos, 1973).

MATERIAIS E MÉTODOS

As pesquisas de campo foram realizadas de janeiro de 1980 a dezembro de 1982.

Na fazenda Morelândia, foram demarcadas duas áreas de 1 ha cada uma, em mata primária e pastagem. Cada área foi dividida em lotes de 50x50m. Sortearam-se 16 pontos em cada ambiente, os quais foram marcados com estacas de madeira. De fevereiro de 1980 a janeiro de 1981, foram retiradas mensalmente

amostras de solo nos pontos marcados com estacas. Este solo foi transportado para o laboratório em sacos plásticos dentro de caixas de isopor, e colocado em aparelho de Berlese-Tullgren (Fig. 1) para extração da fauna durante o tempo mínimo de 72 horas. As amostras de solo foram retiradas às profundidades de 0—5, 5-10 e 10-15cm, com uma sonda de aço de 7,5cm de diâmetro interno e dividida em três partes (Southwood, 1968: 134).

Os funis do aparelho de Berlese-Tullgren eram de alumínio com superfície lisa. As lâmpadas de 15W, na proporção de quatro lâmpadas para nove funis, foram colocadas à distância de 15cm da borda desses. A temperatura era regulada através de um reostato, no início baixa e posteriormente aumentada, até atingir o máximo de 42°C. O líquido extrator foi formol 1% em solução aquosa, adicionado 0,5% de detergente líquido comum para diminuir a tensão superficial da água, facilitando a imersão dos animais que caíam (Bandeira, 1979; Dantas, 1979). Após a extração, o formol era desprezado, separando-se o material com um coador de malha de 0,05mm. O líquido para conservar foi álcool 80%.

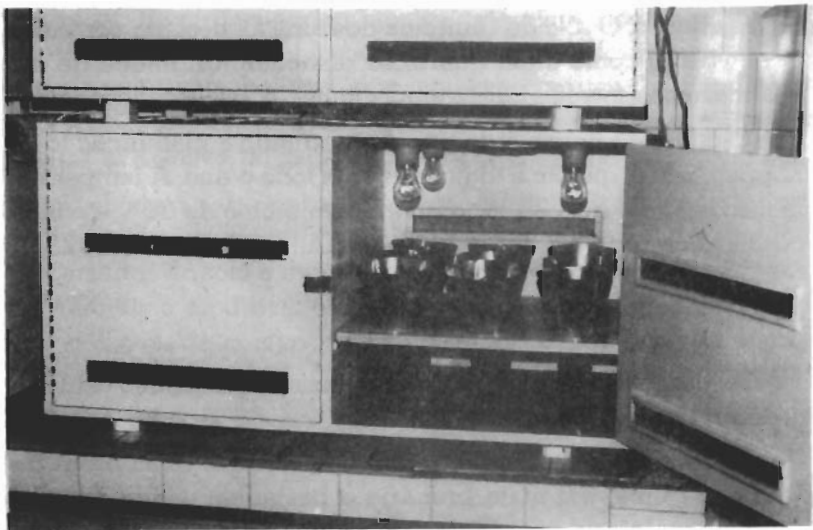


Figura 1 - Aparelho de Berlese-Tullgren, para extração de animais do solo.

No meio de cada quadra de 50x50m da mata, foi demarcado um lote de 25m², calculado o volume dos troncos e galhos em decomposição e cortados com moto-serra 100 pedaços de 10 a 20 cm de comprimento para coleta da fauna de invertebrados. Na pastagem, como havia menor quantidade de troncos em decomposição, o volume destes e dos tocos foi calculado num hectare e posteriormente retirados também 100 pedaços, medido o volume e coletados os animais. As coletas foram feitas abrindo-se os pedaços de madeira com machado e facão, pegando-se os animais com pinça e pincel.

Fez-se o levantamento da fauna de cupins na floresta primária, nas áreas de pastagens, capoeiras e nas campinas. Os cupins de solo e de madeira em decomposição foram coletados junto com os outros invertebrados, pelos métodos já descritos. Os de ninhos e de outras estruturas foram coletados segundo métodos utilizados por Bandeira (1979).

Em Vigia e em Americano, escolheu-se uma espécie de cupim de ninho terrestre mais comum (uma espécie em cada área) para contagem do número de cupins e outros grupos de animais inquilinos. As espécies escolhidas foram *Nasutitermes minimus* (Holmgren) em Vigia e *Cornitermes ovatus* Emerson em Americano. Foram retiradas amostras de 40 ninhos de *N. minimus* e de 12 de *C. ovatus* (12 da periferia dos ninhos e 12 da parte central) para extração dos animais em aparelho de Berlese-Tullgren. O motivo de se ter estudado muito mais ninhos de *N. minimus* foi porque eles eram bem menores que os da outra espécie e mais comuns em sua respectiva área de ocorrência. O volume das amostras de cupinzeiros foi medido envolvendo-se em saco plástico e mergulhando-as (uma de cada vez) em recipiente com água, que era enchido até transbordar. Retiradas as amostras, o recipiente era novamente enchido com água de uma proveta.

De cada ninho de cupim foram medidos a altura, profundidade e dois diâmetros basais perpendiculares. Os ninhos de *C. ovatus*, cuja forma é semelhante a um hemielipsóide, tiveram seu volume (V) calculado pela fórmula:

$$V = 2/3 \pi ab (h+p)$$

onde (h) é a altura, (p) é a profundidade, (a) é o raio maior e (b) é o raio menor (Domingos, 1983, modificado).

Os ninhos de *N. minimus* têm forma arredondada, e seu volume foi medido pela fórmula da esfera, cujo raio (r) utilizado foi a média de três medidas:

$$V = 4/3 \pi r^3$$

Estimou-se o número de cupins em ninhos de *C. ovatus* e *N. minimus*, assim como das espécies *Anoplotermes banksi* Emerson, *Rotunditermes bragantinus* (Roonwal & Rathore) e *Nasutitermes* sp. J. O método empregado para extração dos cupins das três últimas espécies foi diferente do usado para as outras, porque o interesse foi coletar apenas os cupins. Pedacos de ninhos, de volume calculado, foram postos em sacos plásticos e umedecidos com álcool puro para matar e desidratar os insetos. Em seguida, os cupins foram separados por flutuação (Lee & Wood, 1971: Apêndice) e conservados em álcool 80%.

Os outros animais coletados no solo, troncos em decomposição e em ninhos de cupins foram separados em táxons (de filo a família) e contados, utilizando-se uma lupa com aumento de até 80 vezes.

A metade das amostras de animais do solo (meses alternados) e todos os animais (à exceção de Acari e Collembola) coletados em troncos e ninhos das duas espécies de cupins (*C. ovatus* e *N. minimus*) foram pesados em balança elétrica com resolução de 0,1mg. Os animais, fixados em álcool 80%, eram retirados dos respectivos frascos e postos sobre papel-filtro por um período suficiente para o líquido da superfície ser absorvido ou evaporado. Em seguida, eram colocados sobre papel laminar e pesados. A biomassa de Acari e Collembola foi estimada com base em dados da literatura (Bachelier, 1978).

O material zoológico encontra-se depositado na coleção de invertebrados do Departamento de Zoologia do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém.

RESULTADOS

a) Densidade e biomassa da fauna

A Tabela 1 mostra a densidade de invertebrados por m^2 , e, como era esperado, Acari e Collembola predominam no solo dos dois ambientes, em número de indivíduos. O terceiro grupo mais populoso no solo da mata é Formicidae; porém, na pastagem, é Homoptera. Este fato mostra-se muito interessante, uma vez que se sabe que a cigarrinha-das-pastagens (Homoptera, Cercopidae) é uma praga séria de pastagens em várias partes do Brasil, incluindo a região amazônica. Em Belém, a espécie mais comum é *Deois incompleta* (Walker), conforme A. Brito Silva (comunicação pessoal). A maioria dos outros grupos de animais do solo também apresentam distribuição preferencial para um ou outro ambiente, como no caso de Isoptera, cujo número de indivíduos no solo da mata foi 11 vezes superior ao da pastagem.

A Figura 2 mostra a divisão dos invertebrados do solo entre camadas de profundidades de 0-5, 5-10 e 10-15cm. Os cupins em particular, 61,6% foram encontrados de 0-5cm de profundidade na mata, 31,3% habitavam de 5-10cm e somente 7,1% estavam entre 10 e 15cm; na pastagem, a densidade foi de 48,2% nos primeiros 5cm, 33,3% de 5-10cm e 18,5% de 10-15cm de profundidade.

Em troncos e galhos em decomposição, logo acima do solo, os cupins mostram-se muito mais abundantes do que qualquer outro grupo de animais em mata primária, representando 76% do total, entre mais de 20 grupos encontrados. Em troncos em pastagem, as formigas apresentam a maior população, seguidas dos cupins, que neste ambiente representam 35% do número total de invertebrados (Tab. 1). O volume dos troncos e galhos caídos, em decomposição, foi estimado em $96m^3/ha$ na mata e $20m^3/ha$ na pastagem (incluindo tocos). A densidade de cupins de madeira (indivíduos por unidade de área) foi 10 vezes maior na mata que na pastagem, sendo que também a densidade por unidade de volume foi duas vezes superior nos troncos da mata em relação aos da pastagem.

Tabela 1 - Densidade da fauna de solo e de madeira em decomposição (indivíduos/m²) em mata primária e pastagem de terra-firme na fazenda Morelândia, Benevides, Pará.

Grupos taxonômicos	Mata primária			Pastagem				
	Em ninhos	No solo (0-15cm)	Na madeira	Total	Em ninhos	No solo (0-15cm)	Na madeira	Total
Insecta								
Icoptera	287,5	348,9	1227,9	1864,3	121,7	31,8	125,8	279,3
Colimbola		4418,5	14,5	4433,0		2640,7	4,0	2644,7
Hymenoptera (geral)		4,1	0,0	4,1		8,1	0,0	8,1
Hym., Formicidae		2119,7	77,5	2197,2		1180,1	185,8	1335,9
Coleoptera (imagos)		496,3	10,3	506,6		198,1	1,0	199,1
Coleoptera (larvas)		156,8	26,3	183,0		183,9	2,2	186,1
Homoptera		145,0	0,2	145,2		1980,5	0,4	1981,0
Thysanura		295,7	1,7	297,4		12,8	0,4	13,2
Psocoptera		99,0	0,2	99,2		119,1	0,0	119,1
Protura		79,0	0,0	79,0		8,2	0,2	8,4
Diptera (imagos)		44,8	0,0	44,8		41,3	0,2	41,5
Diptera (larvas)		48,3	0,0	48,3		8,2	0,0	8,2
Hemiptera (imagos)		16,5	0,6	17,1		7,1	0,4	7,5
Hemiptera (larvas)		70,7	0,0	70,7		11,8	0,0	11,8
Thysanoptera		21,1	0,4	21,5		125,9	0,2	126,1
Orthopteroidea (geral)		2,0	0,0	2,0		6,2	0,0	6,2
Blattaria		6,1	0,0	6,1		0,0	0,0	0,0
Neuroptera		1,0	0,0	1,0		1,3	0,0	1,3
Dermaptera		2,1	0,0	2,1		0,0	0,0	0,0
Lepidoptera (imagos)		1,0	0,0	1,0		0,0	0,0	0,0
Lepidoptera (larvas)		2,4	0,0	2,4		7,1	0,0	7,1
Arachnida								
Acari		21299,3	184,2	21483,5		23459,1	45,0	23504,1
Araneida		141,5	3,6	145,0		18,9	0,6	19,5
Pseudoscorpionida		121,4	2,9	124,4		14,1	0,2	14,3
Opliozida		0,0	0,4	0,4		0,0	0,0	0,0
Symphyla		383,1	1,7	384,8		95,5	2,4	97,9
Psaropoda		334,8	2,3	337,1		24,8	0,0	24,8
Diplopoda		49,5	12,0	61,5		81,3	9,4	90,7
Chilopoda		54,2	0,8	55,1		4,7	0,2	4,9
Cruatacea								
Isoptera		20,0	8,2	28,2		33,0	0,6	33,6
Copepoda		14,9	0,0	14,9		4,0	0,0	4,0
Oligochaeta		14,2	29,2	43,4		35,1	12,0	47,1
Mollusca		1,0	1,3	2,3		2,2	0,2	2,4
Platyhelminthes		0,0	0,0	0,0		0,0	0,2	0,2
Indeterminados		0,0	10,7	10,7		0,0	0,8	0,8
Total	287,5	30813,3	1617,0	32785,4	121,7	30345,0	362,2	30687,4

Os cupins de ninhos, que constantemente estão em contato com o solo e com a madeira de que se alimentam, são também apresentados na Tabela 1 para comparação. Na mata, contaram-se 26 ninhos por hectare, e, como a média de indivíduos por ninhos é 110.594 (Tab. 2), nesse ambiente havia 2.875.444 "cupins de ninhos" por ha (288/m²), contados somente os adultos e ninfas

semiadultas; na pastagem, contaram-se 11 ninhos por hectare, com 1.216.534 indivíduos adultos e semiadultos ($122/m^2$).

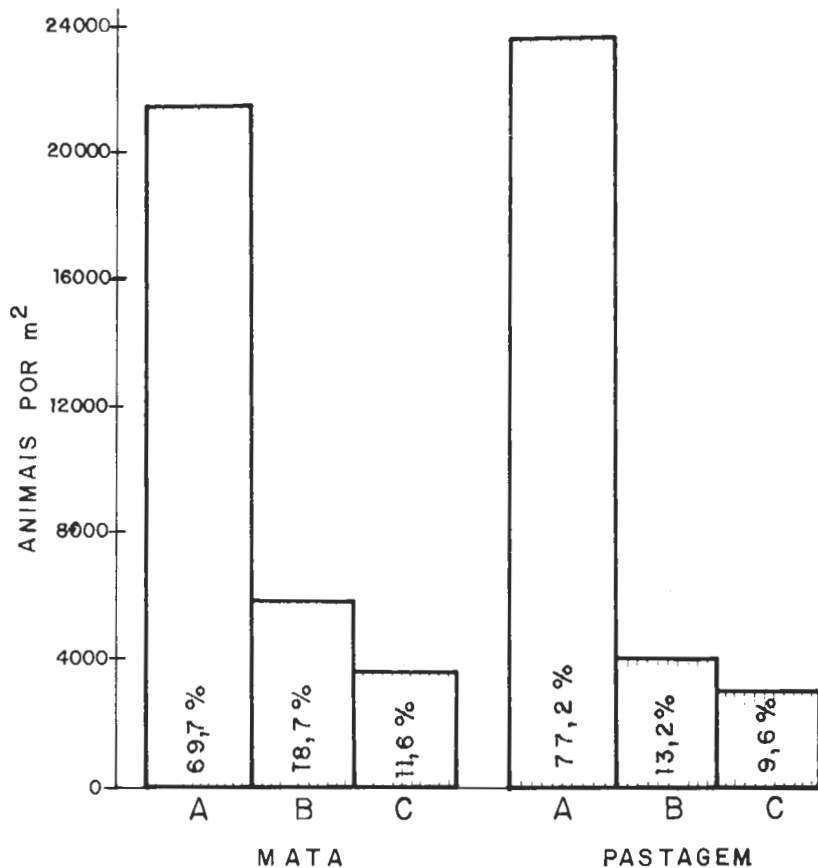


Figura 2 - Representação da densidade da fauna do solo em três profundidades em mata primária e pastagem na fazenda Morelândia, Benevides, Pará (A = 0-5cm; B = 5-10cm; C = 10-15cm).

Nas partes de vegetação rasteira da Campina do Palha, não havia troncos em decomposição para abrigar cupins, assim como o solo arenoso, desprovido de detritos orgânicos, também não favorece a permanência destes insetos. No entanto, havia 254 ninhos por hectare, quase todos de *Nasutitermes minimus*, cuja média de indivíduos por ninho foi de 62.790 (Tab. 2 e 8), o que equivale dizer 15.948.600 cupins por ha (ou $1.595/m^2$).

Tabela 2 - População de cupins por ninho em cinco espécies da Zona Bragantina, Pará.

Espécies	Número de ninhos estudados	Número médio de cupins por ninho
<i>Anoplotermes banksi</i>	5	55864
<i>Cornitermes ovatus</i> *	17	266450
<i>Nasutitermes minimus</i> *	10	62790
<i>Nasutitermes</i> sp. J	5	90531
<i>Rotunditermes bragantinus</i>	5	77336
Média geral		110594

* Os cupins destas duas espécies foram extraídos pelo método de Berlese-Tullgren e os demais, pelo método de flutuação.

A estimativa mensal da densidade de cupins do solo, na fazenda Morelândia, está apresentada na Tabela 3, onde consta também a pluviometria do mesmo período em que os cupins foram coletados. Na mata, a densidade de cupins do solo foi baixa, mas eles estiveram presentes em todas as coletas (mensais); na pastagem, a densidade, além de ter sido muito inferior à da mata, caiu a zero durante cinco coletas.

A dependência da densidade de cupins do solo da mata em relação à pluviometria foi testada estatisticamente pelo método de regressão linear (Parker, 1979) e o resultado foi que as flutuações populacionais de cupins não se correlacionam com a pluviometria. Os dados da pastagem não se prestaram para o teste estatístico.

A biomassa fresca de invertebrados do solo e da madeira em decomposição é mostrada na Tabela 4. Alguns dos grupos de densidade mais elevada tiveram sua biomassa estimada em separado. Pode-se ver que no ambiente de mata as formigas representam 24% da biomassa total de invertebrados do solo, seguidas pelos ácaros com 12,7%, cupins com 8,2% e colêmbolas com 2,7%, porém na madeira em decomposição, os cupins sobrepõem os demais grupos com 82,2% da biomassa total, seguidos pelas formigas com 4,1%, ácaros com 0,1% e as colêmbolas inferiores a 0,1%.

Tabela 3 - Estimativa mensal durante um ano (Fev. 80 a Jan. 81) da densidade de cupins do solo (indivíduos/m²) em ambientes de mata primária e pastagem na fazenda Morelândia, Benevides, Pará. A pluviometria do mesmo período é mostrada para comparação. (Os dados pluviométricos são da Estação Meteorológica da DENPASA*, a 8 km da fazenda Morelândia, e foram cedidos pelo CPA-TU/EMBRAPA; \bar{X} = média aritmética; S = desvio padrão da média).

Meses	Cupins do solo/m ²		Pluviometria (mm)
	Mata	Pastagem	
Fev.	197,4	0,0	859
Mar.	239,7	14,1	366
Abr.	606,3	0,0	491
Mai.	253,8	14,1	269
Jun.	1085,7	0,0	246
Jul.	267,9	14,1	140
Ago.	197,4	0,0	178
Set.	592,2	14,1	226
Out.	70,5	0,0	141
Nov.	507,6	98,7	207
Dez.	141,0	28,2	95
Jan.	14,1	197,4	402
\bar{X}	347,8	31,7	301,7
$\pm S$	301,5	38,9	210,9
Total pluviométrico para o ano (1980-81)			3620,0
Média pluviométrica de 13 anos (1968-80)			3395,0

* A média pluviométrica na área da DENPASA é superior à de Belém.

Tabela 4 - Biomassa fresca de invertebrados do solo (0-15cm) e de troncos e galhos em decomposição na fazenda Morelândia, Benevides, Pará. Os números representam estimativas de gramas por hectare e entre parênteses encontram-se as respectivas percentagens.

Ambientes	Isoptera	Formicidae	Ácari	Collembola	Outros	Total
Mata primária						
madeira	17895(82,27)	899(4,1)	19(0,1)	2 (-0,0)	2945(13,6)	21760(100)
solo	1248(8,2)	3673(24,0)	1943(12,7)	415(2,7)	8006(52,4)	15285(100)
total	19143(51,7)	4572(12,3)	1962(5,3)	417(1,1)	10951(29,6)	37045(100)
Pastagem						
madeira	2292(49,8)	1515(32,9)	5(0,1)	1 (-0,0)	791(17,2)	4604(100)
solo	234(1,9)	1318(10,7)	2080(16,8)	254(2,1)	8489(68,6)	12375(100)
total	2526(14,9)	2833(16,7)	2085(12,3)	255(1,5)	9280(54,6)	16979(100)

No solo da pastagem, os ácaros representam maior biomassa que os outros grupos, com 16,8% do total, seguidos pelas formigas com 10,7%, colêmbolas com 2,1% e cupins com apenas 1,9%. Na madeira em decomposição, novamente o grupo dos cupins supera todos os outros, com 49,8% do total, seguidos mais de perto pelas formigas com 32,9%, ácaros com apenas 0,1% e colêmbolas com menos de 0,1%.

A biomassa de cupins de ninhos da Campina do Palha foi de 16.444 g/ha, representada quase exclusivamente por *Nasutitermes minimus*.

b) Distribuição e ecologia dos cupins

As 92 espécies de cupins encontradas entre Belém e Vigia pertencem a três das quatro famílias existentes no Brasil e na Amazônia (Tab. 5). Deste total, 76 espécies (82,6%) são da família Termitidae, 11 (12%), da família Kalotermitidae e cinco (5,4%), da família Rhinotermitidae. Somente 52 espécies (56,5%) foram identificadas e outras 40 provavelmente são, na maioria, desconhecidas, das quais três já foram reconhecidas como sendo espécies novas. A nomenclatura usada baseia-se no catálogo de Araújo (1977), com algumas exceções tratadas por Fontes & Bandeira (1979) e Fontes (1982).

Os gêneros com maior número de espécies são *Anoplotermes* e *Nasutitermes*, respectivamente com 13 a 26 unidades específicas. Das 13 espécies de *Anoplotermes*, 10 ocorriam na mata e somente seis foram encontradas na pastagem; das 26 espécies de *Nasutitermes*, 16 foram encontradas na mata e somente 10 o foram na pastagem. Vários outros gêneros também mostraram decréscimo de espécies na pastagem em relação à mata e apenas quatro gêneros (*Agnathotermes*, *Araujotermes*, *Incisitermes* e *Spinitermes*), ao contrário, tiveram mais espécies representadas na pastagem. O total de espécies coletadas na mata foi de 63 e na pastagem só foram encontradas 33 espécies. Nos outros três ambientes, o número de espécies decresceu da capoeira para a campina alta e desta para a baixa. É muito provável que, se houvesse sido coletado solo na capoeira para extração de ma-

terial pelo método de Berlese-Tullgren, o número de espécies tivesse sido bem próximo ao encontrado na mata primária; mas é muito dispendioso o estudo da fauna de cupins restritos ao solo, necessitando de um grande número de coletas, para se obter amostras bem representativas.

Mostrou-se acima que os cupins são o grupo de invertebrados que predominam no estrato inferior da floresta, mais precisamente no interior dos troncos e galhos em decomposição. Como este grupo de insetos se alimenta principalmente de madeira, é evidente que eles têm papel importante na liberação de nutrientes da vegetação morta para o ambiente. Este processo de liberação de nutrientes para o meio é muito importante, porque ele é feito vagarosamente, de forma que as plantas podem aproveitar o máximo do que for sendo liberado, sem que se percam por lixiviação, como acontece quando esses troncos são queimados em áreas destinadas à agricultura e pastagens.

Em áreas de floresta recentemente derrubada, a madeira ainda não se encontra apropriada para ser comida por cupins, embora esteja seca, porque estes normalmente só atacam após o início de infestação por fungos apodrecedores (Sands, 1969). Se a madeira for preservada do fogo pelo menos em parte, no período de aproximadamente dois a seis anos é que se encontram as maiores concentrações de cupins. Os primeiros a se instalarem pertencem aos xilófagos verdadeiros, representados principalmente por espécies de *Nasutitermes*, que, além de poderem comer madeira relativamente dura, também suportam amplas variações de temperatura, umidade e insolação. À medida que o reflorestamento da área se processa e a madeira atinge estágios mais avançados de decomposição, mais espécies de cupins se instalam. Quando os troncos vão-se acabando, as populações de Isoptera naturalmente começam a declinar, resultando também por último numa proporção maior de espécies húmidoras.

Observou-se que *Cornitermes ovatus* e *Neocapritermes angusticeps* ocasionalmente depositam terra dentro dos troncos de madeira onde estão instalados, sendo que algumas vezes podem também até cobrir parte de madeira, enterrando-a.

Tabela 5 - Lista de espécies de cupins da Zona Bragantina, Pará e sua distribuição em cinco tipos de vegetação. As espécies estão organizadas em família e em ordem alfabética.

	Distribuição				
	Mata	Pastagem	Capoeira	Campina alta	Campina baixa
KALOTERMITIDAE					
1 - <i>Calcaritermes</i> cf. <i>nigriceps</i> (Emerson)	-	-	-	+	-
2 - <i>Calcaritermes</i> sp. A	-	+	-	-	-
3 - <i>Calcaritermes</i> sp. B	+	-	-	-	-
4 - <i>Cryptotermes</i> sp. A	-	-	-	-	-
5 - <i>Glyptotermes</i> sp. A	+	-	-	-	-
6 - <i>Glyptotermes</i> sp. B	+	-	-	-	-
7 - <i>Glyptotermes</i> sp. C	+	-	-	-	-
8 - <i>Glyptotermes</i> sp. D	-	+	-	-	-
9 - <i>Incisitermes</i> sp. A	-	+	-	-	-
10 - <i>Incisitermes</i> sp. B	-	+	-	-	-
11 - <i>Rugitermes</i> sp. A	+	-	-	-	-
RHINOTERMITIDAE					
12 - <i>Coptotermes testaceus</i> (L.)	+	+	+	+	-
13 - <i>Dolichorhinotermes longilabius</i> (Emerson)	+	-	+	-	-
14 - <i>Heterotermes tenuis</i> (Hagen)	+	+	+	+	-
15 - <i>Rhinotermes hispidus</i> Emerson	+	-	-	-	-
16 - <i>Rhinotermes marginalis</i> (L.)	+	+	+	+	-
TERMITIDAE					
17 - <i>Agnathotermes</i> cf. <i>glaber</i> (Snyder)	-	+	-	-	-
18 - <i>Anoplotermes banksi</i> Emerson	+	+	+	-	-
19 - <i>Anoplotermes brevipilus</i> Emerson	+	-	-	-	-
20 - <i>Anoplotermes</i> sp. A	+	-	-	-	-
21 - <i>Anoplotermes</i> sp. B	+	+	-	-	-
22 - <i>Anoplotermes</i> sp. C	-	+	-	-	-
23 - <i>Anoplotermes</i> sp. D	+	+	-	-	-
24 - <i>Anoplotermes</i> sp. E	+	+	-	-	-
25 - <i>Anoplotermes</i> sp. F	+	-	-	-	-
26 - <i>Anoplotermes</i> sp. G	+	+	-	-	-
27 - <i>Anoplotermes</i> sp. H	+	-	-	-	-
28 - <i>Anoplotermes</i> sp. I	+	-	-	-	-
29 - <i>Anoplotermes</i> sp. J	-	-	+	-	-
30 - <i>Anoplotermes</i> sp. L	-	-	-	+	-
31 - <i>Araujotermes parvulus</i> (Silvestri)	-	+	-	+	-
32 - <i>Armitermes holmgreni</i> Snyder	+	+	+	-	-

33 - <i>Armitermes neotenicus</i> Holmgren	+	+	+	-	-
34 - <i>Armitermes teevani</i> Emerson	+	-	+	-	-
35 - <i>Armitermes</i> sp. n.A.	-	-	+	-	-
36 - <i>Atlantitermes oculatissimus</i> (Emerson)	+	-	-	-	-
37 - <i>Cavitermes</i> sp. A	+	-	-	-	-
38 - <i>Coatitermes clevelandis</i> (Snyder)	+	-	+	+	-
39 - <i>Coatitermes kartaboensis</i> (Emerson)	+	-	+	-	-
40 - <i>Convexitermes convexifrons</i> (Holmgren)	-	-	-	+	-
41 - <i>Convexitermes mani</i> (Emerson)	+	+	-	-	-
42 - <i>Convexitermes nigricornis</i> (Holmgren)	+	-	+	-	-
43 - <i>Cornicapritermes mucronatus</i> Emerson	+	-	-	-	-
44 - <i>Cornitermes ovatus</i> Emerson	+	+	+	-	-
45 - <i>Cornitermes pugnax</i> Emerson	+	-	-	-	-
46 - <i>Crepititermes verruculosus</i> (Emerson)	+	-	-	-	-
47 - <i>Cylindrotermes parvignathus</i> Emerson	-	-	-	-	+
48 - <i>Cylindrotermes</i> sp. A	+	-	-	+	-
49 - <i>Microcerotermes arboreus</i> Emerson	-	-	-	+	+
50 - <i>Microcerotermes exiguus</i> (Hagen)	+	-	+	-	-
51 - <i>Nasutitermes araujo</i> Roonwal & Rathore	+	+	+	-	+
52 - <i>Nasutitermes banksi</i> Emerson	+	-	+	+	-
53 - <i>Nasutitermes callimorphus</i> Mathews	+	+	-	+	+
54 - <i>Nasutitermes chaquimayensis</i> (Holmgren)	-	+	+	-	-
55 - <i>Nasutitermes costalis</i> (Holmgren)	+	-	+	-	-
56 - <i>Nasutitermes guayanae</i> (Holmgren)	+	-	+	+	-
57 - <i>Nasutitermes kemmeri</i> Snyder & Emerson	-	-	-	+	+
58 - <i>Nasutitermes longirostratus</i> (Holmgren)	-	+	-	+	-
59 - <i>Nasutitermes major</i> (Holmgren)	-	+	-	-	-
60 - <i>Nasutitermes minimus</i> (Holmgren)	+	-	+	+	+
61 - <i>Nasutitermes nigriceps</i> (Haldeman)	-	+	+	-	-
62 - <i>Nasutitermes octopilis</i> Banks	+	-	-	-	-
63 - <i>Nasutitermes pilosus</i> Snyder	+	-	-	+	+
64 - <i>Nasutitermes sphaericus</i> Emerson	+	-	-	-	-
65 - <i>Nasutitermes surinamensis</i> (Holmgren)	+	+	+	+	-
66 - <i>Nasutitermes wheeleri</i> Emerson	+	-	-	-	-
67 - <i>Nasutitermes</i> sp. A	+	-	-	-	-
68 - <i>Nasutitermes</i> sp. B	+	-	-	-	-
69 - <i>Nasutitermes</i> sp. C	-	-	-	+	+
70 - <i>Nasutitermes</i> sp. D	-	-	+	+	-
71 - <i>Nasutitermes</i> sp. E	-	-	+	-	-
72 - <i>Nasutitermes</i> sp. F	-	-	+	-	-
73 - <i>Nasutitermes</i> sp. G	+	+	+	-	-
74 - <i>Nasutitermes</i> sp. H	+	-	-	-	-
75 - <i>Nasutitermes</i> sp. I	-	-	+	-	-
76 - <i>Nasutitermes</i> sp. J	+	+	+	-	-
77 - <i>Neocapritermes angusticeps</i> (Emerson)	+	-	-	-	-
78 - <i>Neocapritermes utiarti</i> Krishna & Araujo	+	-	-	-	-
79 - <i>Neocapritermes</i> sp. A	+	-	-	-	-
80 - <i>Planicapritermes planiceps</i> (Emerson)	+	+	-	+	-
81 - <i>Rotunditermes bragantinus</i> (Roonwal & Rathore)	+	-	+	-	-

82 - <i>Rotunditermes rotundiceps</i> (Holmgren)	+	-	+	-	-
83 - <i>Ruptitermes</i> sp. A	+	-	-	-	-
84 - <i>Spinitermes nigrostromus</i> Holmgren	-	+	-	-	-
85 - <i>Subulitermes baileyi</i> (Emerson)	+	-	-	-	-
86 - <i>Syntermes parallelus</i> Silvestri	+	-	-	-	-
87 - <i>Syntermes</i> sp. A	-	-	-	+	-
88 - <i>Termes fatalis</i> L.	+	+	+	-	-
89 - <i>Termes medioculatus</i> Emerson	+	-	-	-	-
90 - <i>Termes</i> sp. n.A	-	-	-	-	+
91 - <i>Termes</i> sp. n.B	-	-	-	-	+
92 - <i>Velocitermes</i> sp. A	+	-	-	+	-
Total	63	31	31	24	10

Os ninhos de cupins normalmente abrigam uma comunidade bastante diversificada de animais, desde protozoários simbióticos obrigatórios do tubo digestivo de certos cupins até répteis e mamíferos, que usam os termiteiros apenas como esconderijo.

Os animais encontrados em cupinzeiros são chamados termitófilos, termo esse aceito pela maioria dos autores. Berg (1900 - *apud* Araújo, 1970), para melhor definir os tipos de associação existentes entre estes organismos e os cupins, propôs **termitofilia** (termitófilos) para designar três formas de simbiose (parasitismo, comensalismo e mutualismo) entre qualquer animal e cupins; e **termitariofilia** para animais que têm afinidade por cupinzeiros, antes que pelos cupins.

Para o objetivo deste trabalho, que é principalmente mostrar a proporção da biomassa entre os grupos, não será feita a distinção dos termos termitofilia e termitariofilia, e será usado somente o mais geral — termitofilia.

Nas Tabelas 6 e 7 são apresentadas listas de termitófilos de duas espécies de cupins: *Cornitermes ovatus* em Americano, e *Nasutitermes minimus* em Vigia. Os cupinzeiros de *C. ovatus* caracterizam-se por apresentar diferença bem acentuada entre a parte periférica, que é constituída de barro e de consistência muito dura, e a parte central, constituída de depósitos de matéria orgânica, bem mais mole (Fig. 3). Por este motivo, supunha-se que houvesse preferência dos animais por uma das referidas

partes dos ninhos. E realmente isto foi constatado, pois a densidade de todos os grupos foi maior na parte central, à exceção de Psocoptera e Diptera. A metade dos Coleoptera associados a ninhos de *C. ovatus* são da família Staphilinidae.

Informações sobre a densidade e a biomassa de termitófilos em relação às duas espécies de cupins hospedeiros são apresentadas na Tabela 8. Pode-se observar que a densidade de termitófilos (e de cupins também) é mais alta em ninhos de *N. minimus* que em ninhos de *C. ovatus*, o que se deve principalmente ao grande número de ácaros inquilinos de *N. minimus*. A biomassa dos termitófilos, porém, é muito pequena em relação à dos cupins de ambas as espécies, sendo mesmo inferior a 1% da biomassa animal existente nos cupinzeiros.

Tabela 6 - Animais encontrados em 10 cupinzeiros de *Cornitermes ovatus* em Americana, Pará. Entre parênteses, encontram-se as percentagens relativas.

Grupos da fauna	N.º médio de animais cupinzeiro	Densidade (indivíduos/dm ³)		
		Região periférica	Região central	Geral
<i>Insecta</i>				
Isoptera (<i>C. ovatus</i>)	325941 (61,4)	373,4	663,9	504,5
Collembola	8687 (1,6)	5,1	23,7	13,4
Psocoptera	863 (0,2)	1,7	0,9	1,3
Diptera	561 (0,1)	1,1	0,6	0,9
Hym., Formicidae	327 (0,7)	0,5	0,5	0,5
Thysanoptera	178 (0,0)	0,0	0,3	0,3
Homoptera	89 (0,0)	0,0	0,0	0,1
Coleoptera (Staphilinidae)	59 (0,0)	0,0	0,1	0,1
Coleoptera (outros)	88 (0,0)	0,0	0,1	0,1
Coleoptera (imatuross)	30 (0,0)	0,0	0,0	0,0
Hemiptera	30 (0,0)	0,0	0,1	0,0
Protura	30 (0,0)	0,0	0,1	0,0
Thysanura	30 (0,0)	0,0	0,0	0,0
<i>Arachnida</i>				
Acari	188883 (35,6)	28,6	615,8	292,4
Pseudoscorpionida	506 (0,1)	0,0	1,5	0,8
Araneida	89 (0,0)	0,0	0,2	0,1
Oligochaeta	387 (0,1)	0,0	1,3	0,6
<i>Crustacea</i>				
Copepoda	30 (0,0)	0,0	0,1	0,0
Indeterminados	4076 (0,8)	0,0	13,8	6,2
Total	530888 (100)	410,4	1323,0	821,4

Tabela 7 - Animais encontrados em 40 cupinzeiros de *Nasutitermes minimus* em Vigia, Pará. Entre parênteses, encontram-se as porcentagens relativas.

Grupos da fauna	N.º médio de animais por cupinzeiro	Densidade (indivíduos/dm ³)
Insecta		
Isoptera (<i>N. minimus</i>)	62790,1 (85,0)	6679,8
Hym., Formicidae	532,0 (0,7)*	56,6
Collembola	199,8(0,3)	21,3
Psocoptera	23,2 (0,0)	2,5
Coleoptera	7,5(0,07)	0,8
Coleoptera (imatuross)	1,5 (0,0)	0,2
Embioptera	6,0 (0,0)	0,6
Blattaria	4,5 (0,0)	0,5
Diptera	3,0 (0,0)	0,3
Diptera (imatuross)	3,0 (0,0)	0,3
Protura	3,0 (0,0)	0,3
Thysanoptera	1,5 (0,0)	0,2
Diplura	0,7 (0,0)	0,1
Hemiptera (imatuross)	0,7 (0,0)	0,1
Homoptera	0,7 (0,0)	0,1
Arachnida		
Acari	10293,7 (13,9)	1095,1
Paupoda	11,2 (0,0)	1,2
Chilopoda	1,5 (0,0)	0,2
Crustacea		
Copepoda	1,5 (0,0)	0,2
Isopoda	1,5 (0,0)	0,2
Nematoda	0,7 (0,0)	0,1
Indeterminados	12,7 (0,0)	1,4
Total	73900,0 (99,9)	7862,1

* Noventa e seis por cento do total das formigas foram encontradas num único cupinzeiro.

Em nenhum dos termiteiros abertos para coleta de material para estimativa da biomassa foram encontrados animais maiores que os listados nas Tabelas 6 e 7, porém é evidente que se podem encontrar outros grupos de organismos termitófilos nessa área de estudo. Em cupinzeiros de *C. ovatus* abertos na fazenda Morelândia, mas não com a finalidade de coletar animais para estimativa de biomassa, foram encontrados *Anura* e pelo menos duas espécies de lagartos: *Tropidurus torquatus hispidus* (Spix) (Iguanidae) e *Ameiva* sp. (Teiidae).



Figura 3 - Cupinzeiro de *Cornitermes ovatus*, mostrando-se a camada externa de barro, mais dura, e o centro constituído de matéria orgânica, de cor escura e mais mole.

Tabela 8 - Densidade e biomassa de termitófilos em relação a duas espécies de cupins hospedeiros na Zona Bragantina, Pará: *Cornitermes ovatus* e *Nasutitermes minimus*. Os valores expressam médias.

Itens	<i>C. ovatus</i>	<i>N. minimus</i>
Volume dos ninhos (dm ³)	646,0	9,4
Cupins por ninho	266450,0	62790,0
Cupins por dm ³	504,0	6679,8
Termitófilos por ninho	204947,0	11110,0
Termitófilos por dm ³	317,0	1182,3
Biomassa de cupins (g/ninho)	2300,0	171,0
Biomassa de termitófilos (g/ninho)	4,1	1,0
% da biomassa de termitófilos	1,0	1,0

O estômago de um exemplar de *T. torquatus hispidus* foi examinado, encontrando-se partes de animais identificados como Araneida, Coleoptera, Formicidae, Orthoptera e larvas de Lepidoptera. Não havia cupins no estômago examinado, sugerindo que este predador não procura os cupinzeiros só por causa dos cupins e sim em razão da existência de uma comunidade bastante diversificada lá existente, onde também encontra abrigo para se refugiar.

Cupinzeiros grandes normalmente possuem sistema para circulação do ar, que é através de canais em forma de chaminés (Noirot, 1970). Este tipo de cupinzeiros é encontrado em certos gêneros amazônicos, como *Amitermes* (não encontrado na Zona Bragantina), *Cornitermes* e *Syntermes*. E é nesses canais que a maioria dos animais maiores se abriga, porém eles não conseguem entrar em contato com os cupins para predá-los, porque os referidos canais só se comunicam com o interior dos ninhos através de estreitos orifícios existentes num material poroso. Somente predadores de grande porte é que geralmente conseguem abrir os ninhos, como é o caso das espécies regionais de tamanduás: *Myrmecophaga tridactyla* L. e *Tamandua tetradactyla* (L.) [e possivelmente também a espécie menor *Cyclops didactylus* (L.)] e várias espécies de tatus (Fam. Dasypodidae). Os tatus são mais importantes como predadores de cupins, porque existem em maior quantidade, sendo muito comum encontrarem-se cupinzeiros com buracos na base, evidenciando a atividade desses Edentata.

Não raro, as aves da família Psittacidae (ou periquitos) procuram termiteiros para abrigarem seus ninhos. Na fazenda Morelândia, havia um ninho de *Forpus passerinus* (L.) dentro de um cupinzeiro de *Termes fatalis*, onde os jovens pássaros tiveram desenvolvimento normal. O cupinzeiro estava habitado pelos insetos, mas não houve evidências de que os periquitos os utilizassem para alimento; o local funcionava antes como abrigo, que oferecia uma certa segurança. Noutras regiões já se pôde observar ninhos de Psittacidae, principalmente em termiteiros arbóreos de *Nasutitermes* sp., geralmente abandonados pelos cupins.

Oligochaeta foram encontrados em pequenos números em cupinzeiros habitados, porém em certos cupinzeiros abandonados de *Cornitermes* foram encontrados vários exemplares, que certamente estavam se alimentando dos restos de matéria orgânica depositada pelos cupins. A presença de fezes de minhocas na superfície de um termiteiro deste gênero é um indicativo da ausência dos cupins.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A densidade da fauna do solo varia muito de um lugar para outro, até mesmo quando as condições climáticas são muito próximas. Neste trabalho foram encontrados 31 mil invertebrados por m² na mata primária e 30 mil por m² na pastagem na fazenda Morelândia, até a profundidade de 15 cm. No Amazonas, Dantas (1979) encontrou de 41 a 118 mil artrópodos por m², com apenas 5 cm de profundidade, em diversos tipos de pastagens. Na mesma área, no Amazonas, Bandeira (1979) encontrou de 525 a 847 cupins por m² até 5 cm de profundidade no solo. Na Serra dos Carajás, Pará, a densidade de animais do solo é aproximadamente cinco vezes maior que na Zona Bragantina (Bandeira, em preparação).

Já que o método utilizado em todas estas pesquisas foi sempre o mesmo, é muito discutível qual ou quais as razões para tantas diferenças de um lugar para outro. O que parece mais lógico é que o tipo de solo influencia fortemente sobre a produção animal. Sobre isto, tem-se observado que a densidade de artrópodos é diretamente proporcional à quantidade de argila no solo.

Em torno de 70% da fauna edáfica foi encontrada nos primeiros 5 cm de profundidade em mata primária, porém na pastagem, com menor acúmulo de detritos, a percentagem de animais na camada superficial chegou a 77%. Com isto, conseguiu-se que a espessura de 5 cm em solos amazônicos é uma boa medida para amostragens da fauna de artrópodos.

A biomassa de invertebrados do solo e da madeira em decomposição não apresenta muita diferença entre os dois estratos, se considerada como um todo; porém a biomassa de cupins em particular, na floresta primária, é muito maior nos troncos mortos que a de qualquer outro grupo animal no mesmo ambiente.

A estimativa de 130 mil cupins por m^2 na floresta amazônica, feita por Beck (1971), certamente está muito aquém da realidade, já que nesta pesquisa foram encontrados 1.864 indivíduos por m^2 em mata primária. Um único ninho de *Nasutitermes surinamensis*, uma das espécies mais comuns em toda a Amazônia, contém aproximadamente 3×10^6 indivíduos (Emerson, 1938).

O principal motivo de outros invertebrados não terem encontrado cupins em abundância na Amazônia é que eles não fizeram coletas em troncos em decomposição, onde a maior parte das populações destes insetos se encontram. Evidentemente este é um método muito trabalhoso, mas permite uma estimativa confiável.

Não se obtiveram dados sobre a abundância de invertebrados na copa das árvores, mas no que se refere a cupins, em certos locais existem muitos ninhos arbóreos, indicando alta densidade. Eles se encontram também em troncos e galhos mortos não caídos e em certas áreas a maioria das árvores apresentam galerias em seus troncos, indicando a atividade de cupins.

O volume de troncos e galhos em decomposição é muito variável de uma área para outra, tanto em mata primária como em pastagem. Em mata, o que mais modifica esse valor é a presença ou não de grandes árvores recentemente caídas, que são as formadoras de clareiras. Os $96m^3$ de madeira encontrados na área de estudo da mata não incluíram nenhuma clareira, portanto o volume médio real de troncos em decomposição pode ser maior que o valor encontrado. Conseqüentemente, a abundância de cupins deve ser maior que a registrada.

A decomposição de madeira, seja em mata virgem ou em áreas de pastagens e de agricultura, evidentemente é um fenô-

meno que faz parte da dinâmica natural dos ecossistemas e sua importância é capital na região amazônica, em virtude de os nutrientes em sua maior parte estarem retidos na manta orgânica. Os cupins têm um papel muito importante neste processo de decomposição, haja vista sua biomassa relativamente alta. Noutras regiões também tropicais, da mesma forma tem-se constatado o papel marcante dos cupins na decomposição de madeira, podendo em alguns casos ser inferior apenas à ação dos microrganismos (Usher, 1974, 1975; Becker, 1976; Fage & Nutting, 1978; Abe, 1980).

Ainda não existe uma explicação para o comportamento observado em *Cornitermes ovatus* e *Neocapritermes angusticeps*, que carregam terra para dentro e para cima dos troncos de que estão se alimentando. Em parte, aparenta ser uma medida de proteção contra predadores. Este comportamento foi observado também por Abe (1980) em *Macrotermes malaccensis* e *Odontotermes* spp. na Malásia.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. W.L. Overal, pela leitura do manuscrito e sugestões. Ao Sr. R. Bittencourt Neto, pela ajuda nos trabalhos de campo. Aos demais colegas do Departamento de Zoologia do MPEG, pelo apoio e auxílio prestados nas atividades de campo e de laboratório.

ABSTRACT

This study is of the abundance of the meso and macrofauna of the soil, including rotting wood, in natural environments and in planted pastures, in the "Zona Bragantina" of eastern Pará State in northern Brazil. Abundance is expressed in the form of density (individuals per m²) and fresh biomass. Soil cores of 7,5 cm

diameter were taken to a depth of 15 cm and subdivided into three samples of 0-5, 5-10 and 10-15 cm depths, for extraction of animals in a Berlese-Tullgren apparatus. Manual collection was done of animals in decomposing wood. Mites and collembolans were the groups of greatest densities, whereas ants and termites had the greatest biomass. In primary Amazonian forest, termites showed the greatest biomass, being concentrated in rotting logs which form the trophic base for most termite species. White-sand savannas have an abundant, but species-poor, termite fauna. In planted pastures and second-growth forest, the diversity of termites is relatively high, but the density and biomass depends on the availability of dead wood as a food source.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABE, T.
1980 - Studies on the distribution and ecological role of termites in a lowland rain forest of West Malaysia. (4) The role of termites in the process of wood decomposition in Pasoh Forest Reserve. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, Paris, 17 (1): 23-40.
- ANDERSON, A. B.
1981 - White-sand vegetation of Brazilian Amazonia. *Biotropica*, Washington, 13 (3): 199-210.
- ARAÚJO, R. L.
1970 - Termites of the Neotropical Region (cap. 12). In: KRISHNA, K. & WEESNER, F.M. - *Biology of Termites*. New York, Academic Press. v. 2. p. 527 - 576.
1977 - *Catálogo dos Isoptera do Novo Mundo*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 92 p.
- BACHELIER, G.
1978 - *La faune des sols: son écologie et son action*. Paris. O.R.S.T.O.M. 391 p. il.
- BANDEIRA, A. G.
1979 - Ecologia de cupins (Insecta, Isoptera) da Amazônia Central: efeitos do desmatamento sobre as populações. *Acta Amazon.*, Manaus, 9 (3): 481-489.
1979-a - Notas sobre a fauna de cupins (Insecta, Isoptera) do Parque Nacional da Amazônia (Tapajós), Brasil. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, nova sér. Zool.*, Belém, (96): 1-12.
1981 - Ocorrência de cupins (Insecta, Isoptera) como pragas de mandioca em Bujaru, Pará. *Acta Amazon.*, Manaus, 11(1): 149-152.
- BECK, L.
1971 - Bodenzoologische Gliederung und Charakterisierung des amazonischen Regenwaldes. *Amazoniana*, Kiel, 3 (1): 69-132.
- BECKER, G.
1976 - Los termes y la madera. *Unasyuva*, Roma, 28 (111): 2-11.

BRAGA, P.I.S.

- 1979 - Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta amazônica. *Acta Amazon.*, Manaus, 9 (4): 53-80 (Suplemento).

CUNHA, O.R. & BASTOS, T.X.

- 1973 - A contribuição do Museu Paraense Emílio Goeldi à Meteorologia da Amazônia. *Publ. Avulsas Mus. Para. Emílio Goeldi*, Belém, (23): 1-42. il.

DANTAS, - M.

- 1979 - Pastagens da Amazônia Central: Ecologia e fauna do solo. *Acta Amazon.* Manaus, 9 (2): 1-54. supl.

DOMINGOS, D. J.

- 1983 - O ninho de *Armitermes euamignathus* (Isoptera, Termitidae), características gerais, crescimento e associações. *Ciênc. Cult.*, São Paulo, 35 (6): 783-789.

EMERSON, A.E.

- 1983 - Termite nest - a study of the phylogeny of behavior. *Ecol. Monogr.*, North Carolina, 8:247-284.

FAGE, J.P. & NUTTINGE, W.L.

- 1978 - Nutrient dynamics of termites. In: BRIAN, M.V. - *Production ecology of ants and termites*. Cambridge University Press. 409 p.

FALES, I.C.

- 1967 - O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia brasileira. In: SIMPÓSIO SOBRE A BIOTA AMAZÔNICA, Belém, 1966. Atas ... Rio de Janeiro, CNPq, 1967. v.1: Geociência. p. 151-168.

FITTKAU, E.J. & KLINGE, H.

- 1973 - On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem. *Biotropica*, Washington, 5(1): 2-14.

FONTES, L. R.

- 1982 - Novos táxons e novas combinações nos cupins nasutos geólagos da Região Neotropical (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae). *Rev. Bras. Ent.*, São Paulo, 26(1): 99-108.

FONTES, L.R. & BANDEIRA, A.G.

- 1979 - Redescription and comments on the Neotropical genus *Rotunditermes* (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae). *Rev. Bras. Ent.*, São Paulo, 23 (2): 107-110.

LEE, K. E. & WOOD, T. G.

- 1971 - *Termites and soils*. London, Academic Press. 251 p.

MEYER, J. & MALDAGUE, M.

- 1957 - Observations simultanées sur la macroflore et la microfaune de certains sols du Congo belge. *Pédologie*, Jena, 7:110-118.

MILL, A.E.

- 1982 - Faunal studies (Isoptera) and observations on their ant predators (Hymenoptera: Formicidae) in the Amazon Basin. *Rev. Bras. Ent.*, São Paulo, 26 (314): 253-260.

NOIROT, Ch.

- 1970 - The nests of termites. In: KRISHNA, K. & WEESNER, F. M. (Org.) - *Biology of termites*. New York, Academic Press. v.2. p. 73-125.

PARKER, R.E.

- 1979 - *Introductory Statistics for Biology* (2 ed.). London, Edward Arnold. 122 p.

- PIRES, J.M.
1973 - Tipos de vegetação da Amazônia. *Publ. Avulsas Mus. Goeldi*. (O Museu Goeldi no Ano do Sesquicentenário), Belém, (20): 179-202.
- SANDS, W.A.
1969 - The association of termites and fungi. In: KRISHNA, K. & WEESNER, F.M. - *Biology of termites*. New York, Academic Press. v.1. p. 495-524.
- SOUTHWOOD, T.R.E.
1968 - *Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations*. London, Methuen. 391 p.
- SYLVESTER-BRADLEY, R.; BANDEIRA, A. G., & OLIVEIRA, L.A.
1978 - Fixação de nitrogênio (redução de acetileno) em cupins (Insecta, Isoptera) da Amazônia Central. *Acta Amazon.*, Manaus, 8 (4): 621-627.
- SYLVESTER-BRADLEY, R.; OLIVEIRA, L.A. & BANDEIRA, A.G.
1983 - Nitrogen fixation in *Nasutitermes* in central Amazônia. In: JAISSON, P. (Ed.) - *Social insects in the tropics*. Paris. Univ. de Paris, v. 2, p. 235-244.
- USHER, M.E.
1974 - Termites and telegraph poles in the Northern region of Ghana. *Ghana J. Sci.*, 14 (1): 39-46.
1975 - Studies on a wood-feeding termite community in Ghana, West África. *Biotropica*, Washington, 7 (4): 217-233.
- VIEIRA, L.S.; FIGUEIREDO, M.N.; CHAVES, R.S.; MARTINS, P.F.S. & SANTOS, P.T.C.
1982 - *Os solos das áreas de campos da região Bragantina, Estado do Pará*. Belém, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. 65 p.