

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

Térmitas Construtores de Ninhos Conspícuos em Duas Áreas de Mata Atlântica com Diferentes Níveis de Perturbação Antrópica

ALEXANDRE VASCONCELLOS<sup>1</sup>, ADELMAR G. BANDEIRA<sup>2</sup>, WALTÉCIO O. ALMEIDA<sup>3</sup> E FLÁVIA M.S. MOURA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Depto. Botânica, Ecologia e Zoologia, Centro de Biociências, Univ. Federal do Rio Grande do Norte, 59072-970 Natal, RN, [avasconcellos@cb.ufrn.br](mailto:avasconcellos@cb.ufrn.br)

<sup>2</sup>Depto. Sistemática e Ecologia, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Univ. Federal da Paraíba, 58051-900 João Pessoa, PB

<sup>3</sup>Depto. Ciências Físicas e Biológicas, Univ. Regional do Cariri, R. Cel. Antônio Luiz, 1161, 63105-000, Crato, CE

*Neotropical Entomology* 37(1):015-019 (2008)

Termites that Build Conspicuous Nests in Two Areas of Atlantic Forest under Different Levels of Anthropogenic Disturbance

**ABSTRACT** - The effects of selective logging on termite assemblages that build conspicuous nests were studied in two areas of semideciduous Atlantic Forest, located in the Reserva Biológica Guaribas, Northeastern Brazil. The two study areas went through selective logging until 1985 (A17) and 1972 (A30). In 2002, termite nests were studied in two plots of 1 ha (100 x 100 m), being one plot in each area. The nests were placed in each plot and the species were categorized in feeding groups. The structure of the study assemblages was different between the two areas. Diversity and richness of builder species were greater in the A30 area. Species that consume humus were more sensitive to selective logging. Nest abundance of humus feeding species was significantly higher in the A30 area, whereas nests of wood feeding species were significantly more abundant in the area A17. Nest ratio between humus and wood feeding species was 1:3 in the A30 area and 1:12 in the A17 area. Nests with greater volume were observed in the area A30, whereas abundance of inactive nests was significantly higher in A17. The time for habitat resilience after the selective logging influenced patterns of assemblage structure of termites in similar ways as described in other studies in tropical forests.

**KEY WORDS:** Isoptera, biological indicator, richness, feeding group, Neotropical Region

**RESUMO** - Os efeitos do corte seletivo da vegetação sobre a assembléia de térmitas construtores de ninhos conspícuos foram avaliados em duas áreas de Mata Atlântica semidecídua, localizadas na Reserva Biológica Guaribas, Nordeste do Brasil. Essas áreas sofreram cortes seletivos, sendo uma até o ano de 1985 (A17) e a outra até 1972 (A30). O estudo foi realizado em 2002, sendo demarcada uma parcela de 1 ha em cada área. Nas parcelas, os ninhos foram mapeados e as espécies construtoras foram categorizadas em grupos alimentares. A estrutura da assembléia apresentou diferença entre as áreas. A maior diversidade e riqueza de espécies construtoras foram registradas na A30. As espécies húmívoras foram as mais sensíveis ao corte seletivo. A abundância dos ninhos das espécies húmívoras foi significativamente maior na A30, enquanto os ninhos dos xilófagos foram significativamente mais abundantes na A17. A razão entre os ninhos das espécies húmívoras e xilófagos foi de 1:3 na A30 e de 1:12 na A17. Os ninhos mais volumosos foram encontrados na A30, enquanto que na A17 a abundância de ninhos inativos foi significativamente maior. O tempo de recuperação do hábitat após o corte seletivo influenciou a estrutura da assembléia de térmitas construtores de ninhos conspícuos de forma semelhante aos padrões encontrados em outros estudos desenvolvidos em florestas tropicais envolvendo todas as espécies de térmitas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Isoptera, indicador biológico, riqueza de espécies, grupo alimentar, Região Neotropical

A construção de ninhos para abrigar a colônia representa uma das características dos insetos sociais (Wilson 1971). Nos trópicos, os ninhos conspícuos (visíveis no hábitat) dos térmitas são elementos marcantes da composição

estrutural dos ecossistemas (Noirot 1970, Wood & Lee 1971, Martius 1994b). Nas florestas Neotropicais, a subfamília Nasutitermitinae, especialmente as espécies do gênero *Nasutitermes*, representa o táxon com maior número

de espécies construtoras de ninhos conspícuos (Martius 1994a).

Os térmitas são organismos importantes para a manutenção da dinâmica dos processos de decomposição e para os fluxos de carbono e nutrientes nas florestas tropicais, devido principalmente à biomassa de suas populações e à variedade de seus hábitos alimentares (Matsumoto 1976, Bignell & Eggleton 2000, Bandeira & Vasconcellos 2002). Além disso, a construção de ninhos e sistemas de túneis subterrâneos pelos térmitas causa modificações na estrutura dos solos, promovendo aumento de porosidade e aeração (Lee & Wood 1971, Wood & Sands 1978). As alterações na estrutura dos ecossistemas, causadas pela atividade dos térmitas, podem influenciar a disponibilidade de recursos para organismos de categorias tróficas diferentes (Lavelle et al. 1997).

Em várias florestas tropicais do mundo, a riqueza de espécies de térmitas foi drasticamente reduzida com o aumento dos níveis de perturbação antrópica, sendo os térmitas consumidores de húmus os mais afetados (Eggleton et al. 1996, Bandeira et al. 2003, Jones et al. 2003). Por outro lado, as espécies que consomem ou nidificam em madeira podem possuir uma relação positiva com o gradiente de perturbação (Eggleton et al. 2002). Mesmo que a maioria dos estudos tenha mostrado resultados relativamente semelhantes quanto à sensibilidade dos térmitas às perturbações antrópicas (Bandeira & Vasconcellos 2002, Eggleton et al. 2002, Jones et al. 2003), nenhum estudo utilizou apenas as espécies construtoras de ninhos conspícuos para avaliar os efeitos das perturbações sobre a riqueza de espécies, a diversidade e a abundância dos grupos alimentares.

Cerca de 35% das espécies de térmitas em florestas tropicais úmidas da América do Sul constroem ninhos conspícuos (Constantino 1992, Martius 1994a, Bandeira & Vasconcellos 2002); portanto, uma análise da assembléia dessas espécies pode fornecer informações mais rápidas sobre a qualidade do hábitat, servindo como ferramenta adicional para se avaliar o nível de perturbação ambiental. Dessa forma, este estudo teve como objetivo avaliar as respostas da assembléia dos térmitas construtores de ninhos conspícuos em relação ao tempo de perturbação ambiental causado pelo corte seletivo da vegetação em duas áreas de Mata Atlântica do Nordeste brasileiro.

## Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido na Reserva Biológica Guaribas (06° 44' S; 35° 08' W), localizada nos municípios de Mamanguape e Rio Tinto, PB, Nordeste do Brasil. A Reserva tem 4321 ha, com relevo moderadamente ondulado e cotas de altitude que variam de 60 m a 204 m. A vegetação de Mata Atlântica é classificada como Floresta Estacional Semidecídua, com algumas espécies amazônicas. O solo é do tipo podzólico vermelho-amarelado, mineralogicamente pobre, com textura arenosa. As médias anuais de temperatura e umidade são 25°C e 80%, respectivamente. A precipitação média anual fica em torno de 1470 mm (Governo do Estado da Paraíba 1985).

Em 2002 foram selecionadas duas áreas que haviam sofrido corte seletivo da vegetação. A primeira área

(denominada A30) encontrava-se em regeneração há mais de 30 anos (desde 1972), enquanto que a segunda área (denominada A17) há 17 anos (desde 1985). Em cada área foi demarcada uma parcela de 1 ha (100 X 100 m), sendo cada uma das parcelas divididas em subparcelas de 100 X 10 m, para se estimar a variação da abundância de ninhos em cada área e para se compararem as médias das abundâncias entre as áreas por espécie e por grupo alimentar.

Todos os ninhos localizados no interior das parcelas foram etiquetados e mapeados. Além disso, de acordo com o formato do ninho, foram utilizadas as fórmulas matemáticas do cilindro, da elipse ou do hemielipsóide para estimativa dos volumes. Para a maior precisão dessas estimativas, o volume do tronco envolto por um ninho foi calculado e subtraído do total encontrado para cada ninho arborícola. Os ninhos de mesma espécie, construídos sobre a mesma árvore e conectados por galerias, foram tratados como uma só colônia, sendo seus volumes somados.

Os espécimes foram identificados em nível genérico mediante a utilização de chave dicotômica proposta por Constantino (1999). Em nível de espécie, foi consultada a bibliografia listada no Catálogo de Constantino (1998), seguida de comparação com exemplares da Coleção Entomológica do Departamento de Sistemática e Ecologia (DSE) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). O material termítico coletado está depositado na Coleção Entomológica do DSE/UFPB.

Com base em observações de consumo *in situ* e em informações disponíveis na literatura sobre os térmitas neotropicais (Bandeira 1989, Constantino 1992, DeSouza & Brown 1994, Bandeira & Vasconcellos 2002, Bandeira et al. 2003), as espécies foram categorizadas de acordo com o hábito alimentar em: (1) xilófagas, que consomem madeira de árvore viva ou nos mais variados estágios de decomposição; (2) húmívoras, que se alimentam de húmus e geralmente vivem no perfil do solo; e (3) intermediárias, que consomem húmus e madeira em estágio avançado de decomposição.

Para comparar as médias da abundância de ninhos (ativos e inativos) entre as áreas em estudo foi utilizado o teste-t. Dentro de cada área, as médias de abundância dos ninhos ativos dos diferentes grupos alimentares foram comparadas através da ANOVA (one-way), utilizando-se o teste de Tukey *a posteriori*, com nível de significância de 5%. O índice de diversidade de Shannon foi utilizado como parâmetro adicional para avaliar conjuntamente a riqueza de espécies e a proporção de ninhos construídos por espécie em cada área.

## Resultados

Nove espécies de térmitas construíram ninhos conspícuos nas duas áreas analisadas, sendo *Microcerotermes exiguus* (Hagen) e *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) as espécies construtoras mais abundantes (Tabela 1). Todas as espécies encontradas na A17 também estavam presentes na A30, porém essa última área apresentou duas espécies exclusivas, *M. strunckii* (Sörensen) e *N. macrocephalus* (Silvestri).

Na A17, foram encontrados 110 ninhos conspícuos, enquanto que na A30 registraram-se 93 ninhos. A abundância média de ninhos por subparcela de 100 X 10 m na A17

Tabela 1. Espécies de térmitas que construíram ninhos conspícuos, densidade de ninhos e seus respectivos volumes ( $\text{dm}^3$ ) em duas áreas de Mata Atlântica com diferentes níveis de perturbação antrópica na Reserva Biológica Guaribas, Estado da Paraíba, Nordeste de Brasil.

Espécies	Área com 17 anos			Área com 30 anos			Teste <i>t</i>	Alimento
	Densidade (ninhos/ha)	Média $\pm$ ep	Amplitude	Densidade (ninhos/ha)	Média $\pm$ ep	Amplitude		
<i>Anoplotermes</i> sp.	3	1,1 $\pm$ 0,29	0,7 - 1,7	11	1,4 $\pm$ 0,39	0,2 - 4,1	-0,35 <sup>ns</sup>	Húmus
<i>Armitermes holmgreni</i> (Snyder)	13	10,1 $\pm$ 1,86	1,5 - 21,5	14	13,4 $\pm$ 2,05	2,8 - 28,3	-1,2 <sup>ns</sup>	Madeira/húmus
<i>Labiotermes labralis</i> (Holmgren)	4	34,9 $\pm$ 2,65	29,1 - 41,1	8	45,9 $\pm$ 7,24	15,2 - 72,3	-1,1 <sup>ns</sup>	Húmus
<i>Microcerotermes exiguus</i> (Hagen)	54	2,8 $\pm$ 0,39	0,2 - 13,3	26	4,8 $\pm$ 0,56	0,4 - 17,3	-2,38*	Madeira
<i>M. struncki</i> (Sörensen)	-	-	-	3	7,2 $\pm$ 3,64	2,1 - 14,3	-	Madeira
<i>Nasutitermes corniger</i> (Motschulsky)	23	22,1 $\pm$ 4,13	2,2 - 72,5	20	25,1 $\pm$ 3,74	4,6 - 69,1	-0,51 <sup>ns</sup>	Madeira
<i>N. ephratae</i> (Holmgren)	10	15,2 $\pm$ 2,50	4,9 - 31,2	7	29,3 $\pm$ 4,43	15,2 - 49,1	-3,1**	Madeira
<i>N. macrocephalus</i> (Silvestri)	-	-	-	2	79,3 $\pm$ 19,00	60,3 - 98,3	-	Madeira
<i>Nasutitermes</i> sp.	3	54,1 $\pm$ 10,40	42,2 - 75,1	2	29,6 $\pm$ 13,90	15,7 - 43,5	-	Madeira
Total	110			93				

ns = diferença entre as médias não significativa para 5% de significância; \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ .

(10,7  $\pm$  0,94 ninhos, média  $\pm$  erro padrão) não diferiu significativamente em relação à A30 (9,3  $\pm$  1,17 ninhos) (teste-t = 0,93; gl = 18;  $P = 0,36$ ). O índice de Shannon calculado para A17 foi de  $H' = 1,4$ , enquanto para A30 foi de  $H' = 1,9$ , ocorrendo uma diferença significativa entre as áreas (teste-t = 4,1; gl = 199;  $P < 0,01$ ).

Avaliando-se por subparcela, a média da abundância dos ninhos inativos na A17 (1,5  $\pm$  0,34 ninhos) foi significativamente maior em relação à A30 (0,6  $\pm$  0,23 ninhos) (teste-t = 2,21; gl = 18;  $P < 0,05$ ). Em média, os ninhos de todas as espécies foram mais volumosos na A30, mas apenas as médias dos volumes dos ninhos de *M. exiguus* e *N. ephratae* (Holmgren) foram significativamente maiores nessa área (Tabela 1).

Avaliando-se as espécies encontradas por grupo alimentar, a A17 apresentou ampla dominância de ninhos de espécies xilófagas (81,8%), principalmente *M. exiguus* e *N. corniger*, seguidas dos consumidores intermediários (11,8%) e dos humívoros (6,4%). Na A30, ocorreu maior abundância dos xilófagos (64,5%), mas houve um aumento dos humívoros (20,4%) e dos consumidores intermediários (15,1%) em relação à A17.

Avaliando-se por subparcela dentro de cada área, a média da abundância de ninhos por grupo alimentar variou significativamente (A17:  $F = 51,44$ ; gl = 2,27;  $P < 0,01$ ) e (A30:  $F = 42,63$ ; gl = 2,27;  $P < 0,01$ ). Na A17, a média de ninhos dos xilófagos (8,9  $\pm$  0,79 ninhos;  $n = 90$ ) foi significativamente maior que a observada para os humívoros (0,7  $\pm$  0,28 ninho,  $n = 7$ ) (Tukey,  $P < 0,01$ ) e os intermediários (1,1  $\pm$  0,18 ninhos,  $n = 13$ ) (Tukey,  $P < 0,01$ ), mas entre os humívoros e os intermediários as médias não foram significativamente diferentes (Tukey,  $P = 0,90$ ). Na A30 foi

observado o mesmo padrão, onde a média dos xilófagos (6,1  $\pm$  1,04 ninhos,  $n = 60$ ) foi significativamente maior que a média dos humívoros (1,9  $\pm$  0,43 ninhos,  $n = 19$ ) (Tukey,  $P < 0,01$ ) e dos intermediários (1,3  $\pm$  0,26 ninhos  $n = 14$ ) (Tukey,  $P < 0,01$ ) e também não houve diferença significativa entre os humívoros e os intermediários (Tukey,  $P = 0,80$ ).

A abundância de ninhos conspícuos das espécies xilófagas foi significativamente maior na A17 (teste-t = 2,14; gl = 18;  $P < 0,05$ ). Por outro lado, a abundância de ninhos dos humívoros foi significativamente maior na A30 (teste-t = -2,3; gl = 18;  $P < 0,01$ ). A abundância dos ninhos dos térmitas intermediários não diferiu entre as áreas (teste-t = -0,63; gl = 18;  $P = 0,53$ ). As razões entre os ninhos das espécies xilófagas e humívoros foram de 1:3 e de 1:12, respectivamente para as áreas A30 e A17. Essas razões foram significativamente diferentes ( $\chi^2 = 8,8$ ;  $P < 0,01$ ).

## Discussão

A estrutura da assembléia dos térmitas construtores de ninhos conspícuos mostrou-se diferente de acordo com o tempo de regeneração após o corte seletivo da vegetação, especialmente no que se refere à diversidade e à abundância dos grupos alimentares. Em outras florestas tropicais úmidas, estudadas em gradientes de perturbação antrópica, a riqueza total de espécies de térmitas também foi marcadamente afetada, possuindo uma relação negativa com a intensidade da perturbação (Wood 1975, Eggleton *et al.* 1995, Bandeira *et al.* 2003). Jones *et al.* (2003) evidenciaram que a abundância e a riqueza de térmitas estão fortemente

relacionadas ao tamanho da área basal das árvores, sugerindo que a simplificação da estrutura do hábitat, causada pelo corte seletivo das árvores, pode reduzir a cobertura vegetal, causando alterações microclimáticas e perdas de sítios de alimentação e nidificação.

Os grupos alimentares responderam de forma diferente ao tempo de perturbação do hábitat, havendo uma tendência para a área com vegetação mais madura apresentar proporcionalmente maior abundância de ninhos de espécies humívoras e menor abundância de ninhos de espécies xilófagas. A menor resistência dos térmitas humívoros à perturbação antrópica já foi observada em várias florestas úmidas tropicais (DeSouza & Brown 1994, Bandeira & Vasconcellos 2002, Jones *et al.* 2003), como também maior riqueza de térmitas xilófagos em áreas de crescimento secundário da vegetação em relação à floresta primária (Eggleton *et al.* 2002, Bandeira *et al.* 2003).

A maior abundância de ninhos inativos na A17 pode ter sido causada pelos efeitos das mudanças nas condições microclimáticas sobre a estrutura da assembléia dos térmitas construtores. Em Nova Guiné, um estudo sobre termorregulação dos ninhos de *M. biroi* (Desneux) sugeriu que a exposição ao sol pode afetar a sobrevivência das colônias (Leponce *et al.* 1995). Por outro lado, os ninhos inativos na A17 podem atuar como microhábitats livres e provavelmente como um fator facilitador do estabelecimento de novas colônias, aumentando a resiliência de algumas espécies de térmitas. No cerrado, os ninhos de *Cornitermes* spp., ativos e abandonados, foram considerados um elemento-chave para a manutenção da biodiversidade do ecossistema, pois representavam microhábitat para 14 gêneros e 17 espécies de térmitas e para muitos outros organismos, incluindo vertebrados (Redford 1984).

O maior volume dos ninhos na A30 pode estar relacionado com o maior tempo de recuperação da vegetação, menores oscilações dos elementos climáticos e maior quantidade de recursos disponíveis. Leponce *et al.* (1997) verificaram que os volumes dos ninhos de *N. princeps* (Desneux) e *M. biroi* foram maiores em plantações de coco com altas densidades de árvores. A maior cobertura da vegetação na A30 poderia estar protegendo a serrapilheira da dessecação e favorecendo a atuação de microorganismos no processo de decomposição. A preferência dos térmitas por madeira em decomposição pode ser causada pela presença de microrganismos (fungos e bactérias) e pela maior facilidade na mastigação em relação a uma madeira ressecada ou viva (Vasconcellos & Bandeira 2000). Bustamante & Martius (1998) verificaram que cinco espécies de *Nasutitermes* preferiram madeira em decomposição em relação à madeira sã.

O volume dos ninhos pode ser interpretado como uma medida indireta do tamanho da colônia. Assim, pode-se deduzir que o tamanho das colônias dos térmitas construtores na A30 certamente era maior do que na A17. Uma correlação positiva entre o volume do ninho e o tamanho da colônia foi encontrada para *N. corniger* e *N. ephratae* por Thorne (1985). Para os cupins construtores de montículos, a relação entre esses dois fatores é geralmente tratada como um índice indireto do tamanho da colônia e como forma de avaliar a sobrevivência da colônia (Darlington 1982, Korb & Linsenmair 2001).

A maior riqueza de espécies e diversidade e a diminuição da proporção entre os grupos alimentares dos térmitas construtores de ninhos conspícuos na A30 sugerem que avaliações da abundância de ninhos conspícuos e da estrutura da assembléia de térmitas construtores em floresta tropical úmida podem representar uma ferramenta a mais na análise da qualidade do hábitat. No entanto, é necessário desenvolver estudos semelhantes em outras florestas úmidas, utilizando-se mais áreas com históricos diferentes de perturbações e, se possível, que a área mais conservada esteja o mais próximo possível de uma vegetação primária.

### Agradecimentos

À equipe gestora da Reserva Biológica Guaribas, pelo apoio durante a execução do projeto; e ao CNPq/PIBIC/UFPB, pela bolsa concedida a Flávia M. S. Moura.

### Referências

- Bandeira, A.G. 1989. Análise da termitofauna (Insecta, Isoptera) de uma floresta e de uma pastagem na Amazônia Oriental, Brasil. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, Ser. Zool. 5: 225-241.
- Bandeira, A.G. & A. Vasconcellos. 2002. A quantitative survey of termites in a gradient of disturbed highland forest in Northeastern Brazil (Isoptera). Sociobiology 39: 429-439.
- Bandeira, A.G., A. Vasconcellos, M.P. Silva & R. Constantino. 2003. Effects of habitat disturbance on the termite fauna in a highland humid forest in the caatinga domain, Braz. Sociobiology 42: 117-127.
- Bignell, D.E. & P. Eggleton. 2000. Termites in ecosystems, p.363-387. In T. Abe, D.E. Bignell & M. Higashi (eds.), Termites: Evolution, sociality, symbiosis, ecology. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 488p.
- Bustamante, N.C.R. & C. Martius. 1998. Nutritional preferences of wood-feeding termites inhabiting floodplain forests of the Amazon River, Brazil. Acta Amazonica 28: 301-307.
- Constantino, R. 1992. Abundance and diversity of termites (Insecta: Isoptera) in two sites of primary rain forest in Brazilian Amazonia. Biotropica 24: 420-430.
- Constantino, R. 1998. Catalog of the living termites of the new world (Insecta: Isoptera). Arq. Zool. 35: 135-231.
- Constantino, R. 1999. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta, Isoptera) que ocorrem no Brasil. Pap. Avulsos Zool. 40: 387-448.
- Darlington, J.P.E.C. 1982. The underground passages and storage pits used in foraging by a nest of the termite *Macrotermes michaelseni* in Kajiado, Kenya. J. Zool. 198: 237-247.
- DeSouza, O.F.F. & V.K. Brown. 1994. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. J. Trop. Ecol. 10: 197-206.
- Eggleton, P., D.E. Bignell, S. Hauser, L. Dibog, L. Norgorve & B. Madong. 2002. Termite diversity across an anthropogenic



- disturbance gradient in the humid forest zone of West Africa. *Agric. Ecosyst. Environ.* 90: 189-202.
- Eggleton, P., D.E. Bignell, W.A. Sands, B. Waite, T.G. Wood & J.H. Lawton. 1995. The species richness of termites (Isoptera) under differing levels of forest disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, southern Cameroon. *J. Trop. Ecol.* 11: 85-98.
- Eggleton, P., D.E. Bignell, W.A. Sands, N.A. Mawdsley, J.H. Lawton, T.G. Wood & N.C. Bignell. 1996. The diversity, abundance and biomass of termites under differing levels of disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, Southern Cameroon. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 351: 51-68.
- Governo do Estado da Paraíba. 1985. Atlas geográfico do estado da Paraíba. João Pessoa, Grafset, 100p.
- Jones, D.T., F.X. Susilo, D.E. Bignell, S. Hardiwinoto, A.N. Gillison & P. Eggleton. 2003. Termite assemblage collapse along a land-use intensification gradient in lowland central Sumatra, Indonesia. *J. Appl. Ecol.* 40: 380-391.
- Korb, J. & K.E. Linsenmair. 2001. The causes of spatial patterning of mounds of a fungus-cultivating termite: Results from nearest-neighbour analysis and ecological studies. *Oecologia* 127: 324-333.
- Lavelle, P., D. Bignell & M. Lapage. 1997. Soil function in a changing world: The role of invertebrate ecosystems engineers. *Eur. J. Soil Biol.* 33: 159-193.
- Lee, K.E. & T.G. Wood. 1971. *Termites and soils*. London and New York, Academic Press, 251p.
- Leponce, M., Y. Roisin & J.M. Pasteels. 1995. Environmental influences on the arboreal nesting termite community in New Guinean coconut plantations. *Environ. Entomol.* 24: 1442-1452.
- Leponce, M., Y. Roisin & J.M. Pasteels. 1997. Structure and dynamics of the arboreal termite community in New Guinean coconut plantations. *Biotropica* 29: 193-203.
- Martius, C. 1994a. Diversity and ecology of termites in Amazonian forest. *Pedobiology* 38: 407-428.
- Martius, C. 1994b. Termite nests as structural elements of the Amazon floodplain forest. *Andrias* 13: 137-150.
- Matsumoto, T. 1976. The role of termites in an equatorial rain forest ecosystem of West Malaysia: Population density, biomass, carbon, nitrogen and calorific content and respiration rate. *Oecologia* 22: 153-178.
- Noirot, C. 1970. The nests of termites, p.73-125. In K. Krishna & F.M. Weesner (eds.), *Biology of termites*, Vol. II. New York and London, Academic Press, 643p.
- Redford, K.H. 1984. The termitaria of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) and their role in determining a potential keystone species. *Biotropica* 16: 112-119.
- Thorne, B. 1985. Numerical and biomass caste proportions in colonies of the termites *Nasutitermes corniger* and *N. ephratae* (Isoptera; Termitidae). *Insectes Soc.* 32: 411-426.
- Vasconcellos, A. & A.G. Bandeira. 2000. Avaliação do consumo de madeira por espécies de *Nasutitermes* e *Microcerotermes* (Insecta, Isoptera, Termitidae). *Rev. Nord. Biol.* 14: 17-24.
- Wilson, E. O. 1971. *The insect societies*. Cambridge, Belknap, 548p.
- Wood, T.G. 1975. The effects of clearing and grazing on the termite fauna (Isoptera) of tropical savannas and woodlands, p.409-418. In J. Vanek (ed.), *Progress in soil zoology*. Prague, Academia, 303p.
- Wood, T.G. & K.E. Lee. 1971. Abundance of mounds and competition among colonies of some Australian termite species. *Pedobiologia* 11: 341-366.
- Wood, T.G. & W.A. Sands. 1978. The role of termites in ecosystems, p.245-292. In M.V. Brian (ed.), *Production ecology of ants and termites*. Cambridge, Cambridge University Press, 409p.

Received 20/X/06. Accepted 16/VIII/07.

---