

COMPORTAMENTO DE FORRAGEAMENTO DE *Nasutitermes corniger*  
(MOTSCHULSKY) (ISOPTERA: TERMITIDAE) E SUA OCORRÊNCIA EM  
ÁREAS URBANAS

**VINÍCIUS SIQUEIRA GAZAL E SILVA**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ

ABRIL- 2008



## AGRADECIMENTOS

A Deus;

À minha esposa Fabiane pelo apoio e compreensão, por toda ajuda, incentivo, apoio, amor e pela convivência ao longo destes anos;

Ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense pela cordial convivência acadêmica e por ter oferecido a oportunidade de realização deste curso;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudo concedida;

Ao Professor Omar Eduardo Bailez, pela amizade e pela incessante orientação ao longo de todo o curso;

À Professora Ana Maria Matoso Viana-Bailez, pela amizade e pela grande presteza durante fases de realização deste trabalho;

À Professora Ana Maria Costa-Leonardo, pela grande presteza durante a realização deste trabalho;

A Juliana Toledo de Lima, pela ajuda bibliográfica durante a realização deste trabalho;

A Denise Moreira, pelo grande apoio durante a realização deste trabalho;

A Gilson Silva Filho, pela ajuda nas coletas de cupins;

A todos os Professores do Laboratório de Entomologia e Fitopatologia;

À técnica Arli de Fátima, pelo apoio;

Às estagiárias Deizimar, Verônica e Pâmella, pelo grande apoio durante a realização dos experimentos;

A Saboya, Gonçalo, Ricardo, Thiaguinho, Chicão e Presidente pela amizade e pelos momentos de alegria em nossas rodas de samba de quinta-feira;

A todos os Alunos de Iniciação Científica, Mestrado, Doutorado e estagiários do LEF.

## SUMÁRIO

Resumo .....	vii
Abstract .....	x
1. Introdução .....	1
2. Revisão de Literatura .....	4
2.1. Cupins .....	4
2.2. Cupins-praga em áreas urbanas.....	6
2.3. Cupins do gênero <i>Nasutitermes</i> .....	7
2.4. Comportamento de forrageamento de <i>Nasutitermes</i> spp. ....	9
2.5. Comunicação química em <i>Nasutitermes</i> spp. ....	10
3.Trabalhos .....	12
3.1. Preferência alimentar de <i>Nasutitermes corniger</i> (Motschulsky) (Isoptera:Termitidae).	
Resumo .....	12
Abstract .....	13
Introdução .....	14
Material e Métodos .....	16

Resultados .....	19
Discussão .....	22
Resumo e Conclusões .....	25
Referências Bibliográficas.....	25
3.2. Efeito da decomposição da madeira sobre a preferência de <i>Nasutitermes corniger</i> (Motschulsky) (Isoptera:Termitidae).	
Resumo .....	31
Abstract .....	32
Introdução .....	33
Material e Métodos .....	34
Resultados .....	36
Discussão .....	39
Resumo e Conclusões .....	41
Referências Bibliográficas.....	42
3.3. Efeito de extrato de madeira na preferência específica em <i>Nasutitermes corniger</i> (Motschulsky) (Isoptera:Termitidae).	
Resumo .....	45
Abstract .....	46
Introdução .....	47
Material e Métodos .....	49
Resultados .....	51
Discussão .....	55
Resumo e Conclusões .....	57
Referências Bibliográficas.....	57
3.4. Semioquímicos envolvidos no seguimento de trilha e exploração do recurso alimentar de <i>Nasutitermes corniger</i> (Motschulsky) (Isoptera:Termitidae).	
Resumo .....	60
Abstract .....	61
Introdução .....	62
Material e Métodos .....	64
Resultados .....	67

Discussão .....	71
Resumo e Conclusões .....	73
Referências Bibliográficas.....	73
3.5. Ocorrência de cupins (Isoptera:Termitidae) em áreas urbanas do município de Campos dos Goytacazes-RJ.	
Resumo .....	76
Abstract .....	77
Introdução .....	78
Material e Métodos .....	80
Resultados .....	81
Discussão .....	86
Resumo e Conclusões .....	89
Referências Bibliográficas.....	89
4. Resumo e Conclusões .....	93
Referências Bibliográficas .....	95
Anexos .....	107

## RESUMO

**SILVA, Vinícius Siqueira Gazal, D.S.**, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Abril de 2008. Comportamento de Forrageamento de *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae) e sua Ocorrência em Áreas Urbanas. Professor Orientador: Omar Eduardo Bailez. Professores Conselheiros: Ana Maria Costa-Leonardo e Ana Maria Matoso Viana-Bailez.

Neste trabalho realizaram estudos no campo e em condições de laboratório para estabelecer a importância de *Nasutitermes corniger* como praga de área urbana e para descrever alguns aspectos do comportamento de forrageamento desta espécie. Em condições de campo foram inspecionadas árvores e residências de ruas de diversos bairros da cidade de Campos dos Goytacazes para estabelecer a frequência de ocorrência de infestação por cupins. As ruas amostradas foram categorizadas de acordo com a distância a áreas não urbanizadas. Foram consideradas 4 categorias: I- até 500 m;

II- 501 a 1000 m; III- 1001 a 2000 m; IV- a mais de 2000 m. Experimentos em laboratório foram realizados em arenas de forrageamento de ninhos de *N. corniger* mantidos em laboratório. Em um primeiro experimento, foram oferecidas aos cupins madeiras de *Eucalyptus grandis*, *Pinus elliotti* e *Manilkara huberi* e registrou-se sobre cada madeira a ocorrência e a intensidade de recrutamento de cupins e a quantidade de matéria seca consumida. Em um segundo experimento de laboratório, madeiras das espécies citadas acima foram conservadas em ambiente adequado (madeira sadia) ou foram submetidas a intempéries, por distintos períodos de tempo, com objetivo de favorecer a sua composição. Posteriormente essas madeiras, separadamente por espécie, foram oferecidas aos cupins na arena de forrageamento de um ninho de *N. corniger* e registrou-se a ocorrência de exploração e recrutamento. Um terceiro experimento foi realizado com extratos de odores de madeiras para verificar se estes são capazes de alterar a preferência por um substrato. No último experimento, procurou-se estabelecer se as fezes e a saliva do cupim arborícola *N. corniger* participam, respectivamente, do mecanismo de seguimento de trilha e do processo de exploração de uma fonte de alimento. O levantamento de espécimes permitiu constatar que em árvores da cidade ocorrem as espécies de cupins *Coptotermes gestroi*, *Nasutitermes corniger*, *Cryptotermes brevis*, *Syntermes nanus*, outra espécie de *Nasutitermes* (sp.a.) e duas espécies de *Microcerotermes* (sp.a. e sp.b.), estas últimas ainda não identificadas. O cupim subterrâneo *C. gestroi* foi a espécie mais freqüente e o cupim arborícola *N. corniger* a segunda espécie mais relevante. *C. gestroi* teve distribuição homogênea em todas as áreas amostradas. *N. corniger* teve incidência maior nas áreas próximas à vegetação natural. Nas residências, as espécies de cupins que foram registradas mais freqüentemente ocasionando danos foram: *C. brevis*, *C. gestroi*, *N. corniger*, *Microcerotermes* sp.a. e *S. nanus*. *C. brevis* apesar de responder pelo maior número de registros de infestação domiciliar, os danos foram quase que exclusivamente sobre mobiliários. As espécies que mais infestaram estruturas de residências foram *C. gestroi* e *N. corniger*. Nos testes em laboratório, o cupim *N. corniger* apresentou preferência alimentar por madeira de *E. grandis*. A decomposição da madeira aumenta a freqüência e intensidade de recrutamento de *N. corniger*. Extratos de madeiras sadias e decompostas são capazes de intensificar o recrutamento de cupins e de alterar a preferência de uma fonte alimentar. Estímulos químicos das fezes de *N. corniger*, associados ao seu

feromônio de trilha, favorecem a orientação destes cupins em trilha. Além disso, as fezes de *N.corniger* na trilha podem atuar como estímulos físicos que intensificam a resposta dos cupins, provavelmente mediante a tigmotaxia. Substâncias produzidas pelas glândulas salivares de *N.corniger* desencadearam a agregação de operários no substrato alimentar mediante ação fago-estimulante ou arrestante.

## ABSTRACT

SILVA, Vinícius Siqueira Gazal e Silva, D.S., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. April 2008. Foraging behavior of *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae) and its occurrence in urban areas. Professor Advisor: Omar Eduardo Bailez. Committee members: Ana Maria Costa-Leonardo and Ana Maria Matoso Viana-Bailez.

In this work we carried out different experiments in the field and in the laboratory conditions to establish the importance of *Nasutitermes corniger* in urban areas and to investigate aspects of the foraging behavior of this species. In the field conditions were inspected trees and residences of quarters of Campos dos Goytacazes city to determine termite infestations. The streets were categorized in accordance to the distance to wild lands: I- to 500 m; II-501 to 1000 m; III- 1001 to 2000 m; IV-more than the 2000 m. Laboratory experiments were carried out in foraging arenas of nest of *N. corniger* kept under laboratory conditions. In a first experiment, we offered to termites woods of *Pinus elliottii*, *Eucalyptus grandis* and *Manilkara huberi* and the exploration and recruitment behavior

and the consumption of dry matter was registered. In a second experiment, we offered to termites of *N. corniger* healthy woods and decay wood maintained in the open for distinct periods of time. The exploration and recruitment behavior of termites were observed. In one third experiment we verified whether the preference of *N. corniger* by an alimentary substrate may be altered by the addition of wooden extracts. In the last experiment we investigate whether feces extracts and salivary gland extracts can alter the trail-following and feeding behavior respectively. Seven termites species were found: *Coptotermes gestroi*, *Nasutitermes corniger*, *Cryptotermes brevis*, *Syntermes nanus*, another specie from the genus *Nasutitermes* (sp.a.) and two species from the genus *Microcerotermes* (sp.a. and sp.b.). The subterranean termite *C. gestroi* was the most frequent specie and the arborium termite *N.corniger* was the second. *C. gestroi* had a homogeneous distribution in all the sampled areas and *N.corniger* was greater occurrence next to wild land. The termites damaging more frequently the residences were *C. brevis* but damages were almost exclusively on furnitures. The structures of residences were infested mainly by *C.gestroi* and *N.corniger*. The termite *N.corniger* presented alimentary preference for specific woods. The decomposition of the wood may increase the frequency and the intensity of recruitment of *N. corniger*. Healthy and decomposed wooden extracts may increase the preference of *N. corniger* by a food source. Feces of the termites trails have additive stimuli to sternal gland pheromone that guide the termites to follows the trail. Substances of the salivary glands have an arrestant or feeding-stimulating effect.

## 1. INTRODUÇÃO

Os cupins arborícolas são considerados pragas severas em diversos estados do Norte e Nordeste do Brasil. Nos municípios de Belém do Pará-PA, Olinda-PE, Manaus-AM e João Pessoa-PB, cupins arborícolas que fazem parte da fauna brasileira infestam madeiras em áreas urbanas que expandiram sobre áreas de vegetação silvestre. Importantes infestações urbanas desses insetos também estão sendo relatadas em outros estados como São Paulo, Mato Grosso, Minas Gerais e Rio de Janeiro (Bandeira *et al.*, 1989, 1998; Mill, 1991; Costa-Leonardo, 2002).

Entre os cupins arborícolas, aqueles do gênero *Nasutitermes* (Isoptera: Termitidae) são os mais importantes, pois consomem as madeiras das edificações e mobiliários internos (Costa-Leonardo, 2002). Estes insetos preferem o alburno ao cerne da madeira. Por outro lado, são pouco seletivos com relação à espécie, pois atacam madeiras duras ou moles. Também, não apresentam seletividade quanto ao estado destas, pois atacam madeiras secas ou úmidas, manufaturadas ou não (Bandeira *et al.*, 1998).

*Nasutitermes corniger* é uma das principais espécies do gênero devido aos grandes danos que ocasiona. Este cupim é considerado uma espécie que não discrimina entre madeiras de distintas espécies (Bustamante, 1993). No entanto, em infestações urbanas

verifica-se que esses cupins atacam com maior frequência madeiras de determinadas espécies. Outro fator que poderia influenciar a escolha de *N. corniger* por determinadas madeiras seria o grau de decomposição. Este processo já foi descrito como responsável pela modificação do comportamento de forrageamento em outras espécies de cupins (Lenz *et al.*, 1991; Bustamante, 1993).

A exploração de um recurso alimentar por *N. corniger* realiza-se mediante túneis que conectam o ninho com a fonte de alimento. A base destes túneis é constituída essencialmente por fezes, e sobre estas os cupins realizam a deposição do feromônio de trilha, que serve para recrutar os operários a uma fonte alimentar. *N. corniger* é capaz de responder a trilhas abandonadas por mais de quatro anos. Por isso, é provável que as fezes apresentem propriedades físicas ou químicas que participem da orientação destes cupins depois da degradação das substâncias feromonais da glândula esternal. Em algumas espécies de cupins subterrâneos existem evidências que a exploração de um recurso alimentar também pode ser regulada pela deposição de saliva sobre o substrato alimentar (Reinhard e Kaib, 1995; Reinhard *et al.*, 1997, Reinhard e Kaib, 2001).

O controle de *N. corniger* é difícil devido à alta reincidência das infestações ocasionada pela construção de ninhos policíclicos (muitos ninhos satélites) e pela localização do ninho que muitas vezes está distante do imóvel atacado (Costa-Leonardo, 2002). Um dos métodos mais utilizados para reduzir danos por cupins em áreas urbanas é a preparação de barreiras com inseticidas de alto poder residual e o tratamento químico das madeiras (Milano e Fontes, 2002). Um novo e eficaz método de controle alternativo se baseia no emprego de iscas de baixa toxicidade.

O controle a base de iscas consiste na incorporação de um inseticida em material celulósico atrativo. Ao consumir a isca, os cupins forrageadores transportam e distribuem o inseticida para toda a colônia através de trofalaxia. Um aspecto relevante do método de controle através de iscas é a baixa concentração de inseticida utilizada, o que reduz o risco de contaminação ambiental (Costa-Leonardo e Thorne, 1995; Mariconi *et. al.*, 1999). Entretanto, tentativas realizadas com o uso do sistema de iscas para controlar cupins do gênero *Nasutitermes* não apresentaram resultados satisfatórios, provavelmente devido ao uso de iscas pouco atrativas.

O conhecimento da biologia e do comportamento das espécies de cupins nativos considerados pragas urbanas ainda é incipiente. Em relação às espécies do gênero *Nasutitermes*, pouco se conhece sobre os fatores que regulam o comportamento de forrageamento. O entendimento deste aspecto é fundamental para o estabelecimento de novas estratégias de controle.

Neste trabalho realizou-se um levantamento de espécies de cupins na cidade de Campos dos Goytacazes para estabelecer se *N. corniger* também se comporta como praga urbana no estado do Rio de Janeiro. Além disso, verificou-se se esta espécie de cupim apresenta preferência por madeiras específicas e se essa preferência pode ser alterada por processos de decomposição da madeira. Finalmente procurou-se determinar se existem no pavê fecal da trilha e na glândula salivar de *N. corniger* substâncias que estimulam o comportamento forrageador.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Cupins

Os cupins são insetos que ocorrem nas regiões tropicais e temperadas entre os paralelos 52° N e 45° S. Em ambientes tropicais como florestas úmidas e savanas podem ser a fauna dominante, mas podem também ser abundante em regiões áridas (Lee e Wood, 1971). Os cupins pertencem à ordem Isoptera. Esta ordem conta com mais de 2860 espécies que se distribuem em 7 famílias: Mastotermitinae, Kalotermitidae, Termopsidae, Hodotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae. Nas Américas ocorrem 546 espécies pertencentes a 99 gêneros e 5 famílias. No Brasil, registraram-se cerca de 300 espécies pertencentes a quatro famílias: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae. Este número de espécies é seguramente subestimado uma vez que há ausência de levantamentos em várias regiões brasileiras, principalmente no norte e nordeste (Constantino, 1998, 1999, 2002; Mariconi *et al.*, 1999, Costa-Leonardo, 2002).

Os cupins são considerados insetos eussociais, ou seja, formam colônias de indivíduos com sobreposição de gerações, cuidado cooperativo da prole e divisão de trabalho. A estrutura social desses insetos é composta por indivíduos que se desenvolvem

por paurometabolia, morfologicamente distintos (polimórficos) e classificados em castas com funções específicas dentro da colônia (Wilson, 1971; Grasse, 1982; Oliveira *et al.*, 1986).

Três Castas são encontradas em um ninho de cupim: a) Os operários que formam a casta mais numerosa e se ocupam de todas as funções rotineiras tais como obtenção de alimento, construção e reparação do ninho e túneis, cuidados com a prole e fornecimento de alimento às outras castas; b) Os soldados que são os responsáveis pela guarda do ninho e pela proteção dos operários durante o forrageamento; e c) Os reprodutores que são os responsáveis pela geração de novos indivíduos e pela multiplicação das colônias (Krishna, 1969).

O alimento básico dos cupins é a celulose, mas a fonte de celulose utilizada varia de acordo com a espécie (Vasconcellos, 1999). A maioria das espécies alimenta-se de madeira nos mais variados estágios de decomposição, outras podem se alimentar a partir de húmus, líquens, fezes de herbívoros, ou fungos cultivados no interior dos ninhos (Noirot e Noirot-Timotheé, 1969; Wood, 1978).

As moradias dos cupins são ninhos que permitem isolar os indivíduos do meio externo. A comunicação com o exterior nunca é direta, com exceção das épocas de revoada quando ocorre a saída dos alados. Este enclausuramento protege contra invasores e permite controlar a circulação de ar para regular as condições de umidade, temperatura e de composição dos gases no interior do ninho (Noirot, 1970). Os ninhos de cupins variam quanto à forma, à localização, ao tamanho, à coloração, ao material utilizado na sua construção e estrutura. A estrutura dos ninhos de cupins é diversa (Costa-Leonardo, 2002). Geralmente possuem uma câmara real, câmaras de cria, câmaras de armazenamento de alimento (podem estar ausentes) e galerias de forrageamento (Costa-Leonardo, 2002). Podem ser classificados em quatro tipos: a) ninhos na madeira, considerada a forma de nidificação mais primitiva; b) ninhos subterrâneos, constituídos de uma câmara única ou de múltiplas câmaras interligadas em redes; c) ninhos epígeos, se iniciam de forma subterrânea, mas com o crescimento da colônia desenvolvem uma parte aérea em forma de montículo; d) ninhos arborícolas de forma esférica ou elipsoidal, construídos em árvores ou similares (Noirot, 1970).

O comportamento dos cupins apresenta dois processos importantes na comunicação intracolônia: trofalaxia e “grooming” ou lambedura (Pearce, 1997). A trofalaxia envolve a troca de líquidos entre indivíduos. Os cupins podem regurgitar para os

companheiros de ninho o alimento parcialmente digerido que se encontra no papo ou saliva (trofalaxia estomodeal). Além disso, conteúdo intestinal pode ser passado via anal (trofalaxia anal ou proctodeal). O “grooming” ou lambedura é realizado sempre antes da trofalaxia. Pode ocorrer sobre toda a superfície do corpo de um companheiro, mas o contato sensorial é mais intenso quando é realizado sobre mandíbulas e palpos onde há maior número de mecanorreceptores e quimiorreceptores (Costa-Leonardo, 2002).

De acordo com seu grau evolutivo, os cupins podem ser divididos em dois grupos: a) superiores e b) inferiores. Os cupins superiores pertencem à família Termitidae. As demais famílias pertencem ao grupo dos cupins inferiores.

Os cupins inferiores se caracterizam por construir ninhos pouco elaborados. As colônias contam com pequeno número de indivíduos e possuem castas pouco definidas. A madeira é o seu alimento principal. A degradação da celulose é feita por meio da ação de enzimas, mas o processo digestivo é efetuado principalmente pela ação de protozoários simbiotes.

Os cupins superiores possuem colônias populosas, castas bem definidas e ninhos bem elaborados. Estes insetos utilizam, além da madeira, outras fontes de alimento e degradam celulose mediante a ação de enzimas e bactérias (Oliveira *et al.*, 1986; Krishna, 1969).

## 2.2. Cupins-praga em áreas urbanas

Do ponto de vista ecológico os cupins exercem um importante papel nos ecossistemas naturais. Participam ativamente da decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (Adamson, 1943; Lafage e Nutting, 1978; Sands e Wood, 1978) e aumentam a porosidade e aeração do solo (Lee e Wood, 1971). Entretanto, algumas espécies também se tornam pragas tanto em áreas rurais quanto em urbanas (Grassé, 1982; Edwards e Mill, 1986; Oliveira *et al.*, 1986).

Apesar de serem poucas as espécies de cupins consideradas pragas de áreas urbanas, estas provocam enormes prejuízos (Fontes, 1995, Amaral, 2002). A condição de praga urbana é determinada em base ao impacto econômico do dano, expresso em custos de prevenção, controle e reparo (Robinson, 1996).

Os gastos em todo o mundo para tratamentos curativos em áreas urbanas estão estimados, segundo Edwards & Mill (1986), na ordem dos dois bilhões de dólares anuais. Nos Estados Unidos os prejuízos são de um bilhão de dólares ao ano (Robinson, 1996). No Brasil os cupins causam anualmente enormes prejuízos e danificam edificações históricas onde a perda não é só econômica, mas também artística e histórica (Costa-Leonardo, 2002). Em São Paulo, por exemplo, para combater infestações em apenas 96 edificações foram gastos 3,1 milhões de dólares (Romagnano e Nahuz, 2006).

Um levantamento recente mostrou que no Brasil existem 68 espécies de cupins-praga. Destas, 22 são pragas urbanas, 34 agrícolas e 12 agrícolas e urbanas (Constantino, 2002). Os danos causados a construções urbanas são atribuídos principalmente a espécies de cupins de três famílias: *Cryptotermes brevis* (Walker, 1853) (Isoptera: Kalotermitidae), *Coptotermes gestroi* (Wasmann, 1896) (Isoptera: Rhinotermitidae) e *Nasutitermes* spp. (Isoptera: Termitidae) (Costa-Leonardo, 2002).

### 2.3. Cupins do gênero *Nasutitermes*

Na América do Sul estes cupins são conhecidos também como nasutos. Com 74 espécies descritas somente na região Neotropical o gênero *Nasutitermes* (Termitidae: Nasutitermitinae) é um dos mais ricos em biodiversidade de espécies (representa 54% das espécies de cupins) (Constantino, 1998, 2002). No Brasil este gênero está representado por aproximadamente 47 espécies que se distribuem em ambientes de matas tropicais, cerrados e caatingas (Zorzenon e Potenza, 1998; Constantino, 1999).

A invasão feita pelo homem do *habitat* natural dos cupins levou a destruição da flora natural. Isto provocou nos cupins situados nesses ambientes uma mudança de comportamento pela qual passaram a forragear nas edificações (Lelis, 2001). A taxa de infestação de cupins do gênero *Nasutitermes* em casas com mais de 10 anos em favelas e bairros periféricos da cidade de Belém é próxima de 100 por cento. A preferência deste gênero por áreas arborizadas faz de prédios rodeados de árvores as construções mais susceptíveis a ataques (Bandeira *et al.*, 1998). Os ninhos podem ser encontrados sobre as árvores, mas também dentro das residências, em edículas e em pontos altos das edificações como forros e sótãos (Fontes, 1995).

Os ninhos de *Nasutitermes* spp. são populosos com castas não-reprodutivas bem definidas: (I) operários pequenos e grandes; e (II) soldados ou nasutos (Traniello, 1981; Vasconcellos *et al.*, 2006). A estrutura do ninho é elaborada com madeira mastigada e, ocasionalmente, outros materiais como areia cimentada e fluídos salivares e fecais (Light, 1933; Emerson, 1938; Thorne *et al.*, 1996). Ao contrário da maioria dos cupins, *Nasutitermes* spp. constroem ninhos cartonados acima da superfície do solo e geralmente ao redor de galhos ou forquilhas de troncos de árvores (Thorne e Haverty, 2000).

A nidificação em árvores tem permitido a *Nasutitermes* spp. colonizar e explorar novos *habitats* (Emerson, 1938; Noirot, 1970). Algumas espécies constroem ninhos divididos em vários câlies interconectados por túneis e galerias (Noirot, 1970). Estes ninhos denominados policálicos são observados em *N. corniger* (Thorne, 1982), *N. princeps* (Desneux), (Roisin e Pasteels, 1986), *N. nigriceps* (Haldeman) (Clarke e Garraway, 1994), *N. tatarendae* (Holmgren) (Martius, 1997), *N. ephratae* (Holmgren) e em *N. globiceps* (Holmgren) (Costa-Leonardo, 2000). Geralmente uma rede de trilhas ou “galerias” construídas na superfície do tronco ou na parte interna deste interliga o ninho principal e os calies com as fontes de alimento protegendo os cupins da luz e dessecação (Thorne e Haverty, 2000).

Nos ninhos policálicos, cada câlie com ao menos uma rainha é denominado ninho satélite ou secundário. A coexistência de várias rainhas funcionais em uma mesma colônia denomina-se poliginia (Vasconcellos, 1999). Ninhos secundários podem às vezes também ser poligínicos (conter muitas rainhas), como já foi descrito em *N. corniger*, *N. nigriceps*, *N. ephratae* (Holmgren) e em *N. polygynus* (Thorne, 1982, 1984, 1985; Roisin e Pasteels, 1986; Clarke e Garraway, 1994). A multiplicação de colônias ocorre após as revoadas dos alados de ambos os sexos. Durante estes vôos, as fêmeas dispersam feromônios e ao aterrissar selecionam um macho para formar um par. Ambos os insetos perdem as asas e a fêmea escolhe um lugar adequado aonde irá fundar a colônia. No Brasil as revoadas de *Nasutitermes* spp. ocorrem na primavera. Outra possibilidade de multiplicação de ninhos é a fundação através de brotamento que acontece quando alados de ambos os sexos deixam o ninho parental e junto a operários e soldados fundam um ninho secundário que fica ligado por meio de túneis ao ninho parental (Thorne, 1982, 1984; Costa-Leonardo, 2002).

#### 2.4. Comportamento de forrageamento de *Nasutitermes* spp.

A maior parte dos estudos sobre o forrageamento de *Nasutitermes* tem sido feita com *N. ephratae* e *N. corniger*. *N. corniger* explora novas fontes de alimento principalmente à noite quando a colônia está mais ativa (Muradian *et al.*, 1998). Soldados em grupos de 2-5 saem do ninho em várias direções e quando uma fonte de alimento é encontrada, o soldado retorna ao ninho pressionando o abdome contra o substrato com o qual deixa uma trilha de feromônio que irá recrutar novos soldados. Após o retorno dos soldados recrutados, começa a segunda fase do forrageamento, na qual são recrutados os primeiros operários. Mais tarde acontece o recrutamento em massa de operários (Traniello, 1981; Costa-Leonardo, 2002). Durante as primeiras 24 horas, a contínua deposição de fezes sobre a trilha serve para a construção dos túneis. Depois de 48-72 horas, os túneis estão prontos (Arab e Issa, 2000).

Na fase de construção dos túneis, os soldados de *N. ephratae* alinham-se em ambos os lados da trilha com a cabeça para o lado externo da trilha, formando duas linhas defensivas. Em outras espécies do gênero, como *N. corniger*, este comportamento não é observado e os soldados misturam-se na trilha com as operárias e ninfas (Issa, 1995; Arab e Issa, 2000; Costa-Leonardo, 2002).

Os cupins podem mostrar preferência para forragear madeiras específicas (Smythe e Carter, 1969; Behr *et al.*, 1972; Agbogba e Noel, 1982). Inclusive, existem evidências que essas preferências podem ser modificadas através da experiência alimentar (McMahan, 1966). A preferência estaria determinada por propriedades físico-químicas como a densidade, umidade, dureza e concentração de nutrientes, resinas e metabólitos secundários (Price, 1984). A densidade é determinada pela porcentagem de espaços vazios contidos na madeira e pode variar de uma espécie a outra de 0,20 a 1,20 g/cm<sup>3</sup>. Segundo alguns autores, algumas espécies de cupins (ex: *N. corniger* e *N. tatarandae* Holmgren) preferem as madeiras de densidade baixa (Kããrik, 1974; Bosshard, 1984; Bustamante, 1993). Os metabólitos secundários por sua vez podem atuar como repelentes ou atraentes de certas espécies de cupins (Wolcott, 1957; Wood, 1978; Carter *et al.*, 1983).

Preferências por madeiras de espécies nativas da várzea Amazônica com distinto grau de decomposição foram constatadas em testes em laboratório em algumas espécies de *Nasutitermes*, mas não em *N. corniger* (Bustamante, 1993). Entretanto, em infestações

urbanas constata-se que madeiras de algumas espécies são mais atacadas por este cupim do que outras.

## 2.5. Comunicação química em *Nasutitermes* spp.

*Nasutitermes* spp. como a maioria dos insetos sociais, comunicam-se essencialmente através de sinais tácteis e químicos. No entanto, a comunicação química é preponderante, pois se sabe que em mais de 2790 espécies de cupins a participação dos feromônios é predominante na regulação das atividades sociais.

Os feromônios são substâncias químicas mensageiras que atuam nas interações de organismos da mesma espécie. Nos cupins, os feromônios podem participar na regulação dos mais diversos comportamentos, como defesa, acasalamento, reconhecimento parental, formação de trilhas, agregação de indivíduos no substrato alimentar, etc. Dois destes comportamentos, como a formação de trilha e a agregação sobre um substrato, estão estreitamente ligados à exploração do recurso alimentar.

A trilha serve para orientar os cupins até uma fonte alimentar e no seu retorno ao ninho (Tumlinson *et al.*, 1972). Além disso, orienta indivíduos no momento da reparação de galerias e do ninho (Costa-Leonardo, 2002). No caso dos *Nasutitermes* spp. o feromônio de trilha origina-se na glândula esternal localizada na parte anterior do 5º esternito abdominal de soldados e operários. O feromônio da glândula esternal é secretado em quantidades variáveis nas diferentes castas. Nos operários jovens a glândula é menos desenvolvida e nos imaturos não é funcional (Costa-Leonardo, 2002). A secreção flui para uma cavidade situada entre as células glandulares e a cutícula do inseto. Quando esta região é pressionada contra o solo o feromônio é liberado. O início do forrageamento é sempre feito por soldados. A cada viagem os soldados liberam o feromônio (Traniello, 1981).

A agregação de cupins em uma fonte alimentar pode ser consequência dos odores liberados pelo próprio recurso. Entretanto, em espécies de cupins subterrâneos, *Schedorhinotermes lamanianus* Sjöstedt (Isoptera: Rhinotermitidae) e de *Reticulitermes santonensis* Feytaud (Isoptera: Rhinotermitidae), existem evidências da liberação sobre o recurso alimentar de uma substância altamente polar, resistente ao calor, e não volátil com ação feromonal que provoca agregação de indivíduos e tem efeito fago-estimulante (Kaib e

Ziesmann, 1992; Reinhard e Kaib, 1995; Reinhard *et al.*, 1997, Reinhard e Kaib, 2001). Esta substância é produzida nas glândulas salivares localizadas entre o meso e o metatórax. As glândulas estão constituídas por dutos ligados a um conjunto de ácinos secretores e a dois reservatórios transparentes. Estas glândulas estão presentes em todas as castas de Isoptera (Noirot, 1969; Billen *et al.*, 1989; Kaib e Ziesmann, 1992; Reinhard e Kaib, 1995; Reinhard *et al.*, 1997; Reinhard e Kaib, 2001).

### 3. TRABALHOS

#### 3.1. PREFERÊNCIA ALIMENTAR DE *Nasutitermes corniger* (MOTSCHULSKY) (ISOPTERA: TERMITIDAE) \*

##### RESUMO

*Nasutitermes corniger* é descrito como um cupim que ataca indistintamente madeiras duras ou moles, secas ou úmidas, manufaturadas ou não, sem mostrar preferência por determinada espécie vegetal. Neste trabalho verificou-se que *N.corniger* manifesta preferência por determinada espécie de madeira. Em um experimento, cupins provenientes de um ninho mantido em condições de laboratório foram liberados em uma arena de forrageamento contendo peças de madeira (5,0 x 2,0 x 2,0 cm) de três espécies: *Pinus elliottii* Engelm. (Pinaceae) (densidade baixa), *Eucalyptus grandis* Hill (ex Maiden) (Myrtaceae) (densidade mediana), e *Manilkara huberi* Ducke (ex Chevalier) (Sapotaceae) (densidade alta). O comportamento de forrageamento dos cupins foi observado, e após uma

---

\* Tradução de artigo submetido a *Insectes Sociaux*

hora de teste, os cupins presentes em cada madeira foram retirados, separados por castas, contados e pesados. Em outro experimento determinou-se o consumo de madeira destas três espécies quando estas foram oferecidas aos cupins em uma arena de forrageamento durante sete dias. Ambos os experimentos foram repetidos 20 vezes, cinco vezes em cada uma das quatro colônias de cupins utilizadas nos experimentos. O número total de cupins recrutados foi maior em *E. grandis* ( $2,1\pm 0,1$ ) do que em *P. elliotii* ( $1,6\pm 0,1$ ) e *M. huberi* ( $1,3\pm 0,1$ ) ( $F_{6,48}= 14,0$ ,  $P < 0,001$ ). Os cupins também consumiram mais matéria seca de *E. grandis* ( $880,5\pm 154,4\text{mg}$ ) do que de *P. elliotii* ( $477,0\pm 83,8\text{mg}$ ) e *M. huberi* ( $112,5\pm 42,2\text{mg}$ ) que foi a madeira menos consumida ( $F_{6,48}=13,56$ ,  $P < 0,001$ ). Constatou-se que *N. corniger* pode apresentar preferência alimentar por uma espécie de madeira e que a preferência não estaria determinada exclusivamente pela densidade da madeira.

#### ABSTRACT

*Nasutitermes corniger* is described as a termite that attacks indiscriminately woods hard or soft, dry or moist, manufactured or not, without preference for any determined plant species. However, in urban areas some woods species are more attacked. In this study, we proved that *N. corniger* prefer some species of wood than others. In the first experiment, termites from a nest maintained under laboratory conditions were released in a foraging arena containing pieces of wood (5.0 x 2.0 x 2.0 cm) of three species. The wood species used were: (I) *Pinus elliotii* Engelm. (Pinaceae) (low density), (II) *Eucalyptus grandis* Hill (ex Maiden) (Myrtaceae) (medium density), and (III) *Manilkara huberi* Ducke (ex Chevalier) (Sapotaceae) (high density). The behavior of termites was observed and after one hour of test termites over different woods were removed, separated by casts, counted and weighed. In another experiment, these three wood species were offered to the termites in a foraging arena during seven days and then the consumption of each wood was determined. Both experiments were carried out with 20 replications, five times with each of the four colonies of termites utilized in the experiments. The total number of termites recruited was greater in *E. grandis* ( $2.1\pm 0.1$ ) than in *P. elliotii* ( $1.6\pm 0.1$ ) and *M. huberi* ( $1.3\pm 0.1$ ) ( $F_{6,48}= 140$ ,  $P < 0.001$ ).

The termites also consumed more dry matter of *E. grandis* ( $880.5 \pm 154.4$ mg) than of *P. elliotii* ( $477.0 \pm 83.8$ mg) and *M. huberi* ( $112.5 \pm 42.2$ mg) which was the wood least consumed ( $F_{6,48}=13.56$ ,  $P<0.001$ ). It was found that *N. corniger* can show preference for a wood specie and that this preference is not exclusively determined by wood density.

## INTRODUÇÃO

No Estado do Rio de Janeiro, algumas das madeiras mais utilizadas na construção civil e na fabricação de mobiliários internos são *Pinus elliotii* Engelm (Pinaceae); *Eucalyptus grandis* Hill (ex Maiden) (Myrtaceae) e *Manilkara huberi* Ducke (ex Chevalier) (Sapotaceae). Estas madeiras possuem densidades muito diferentes ( $0,55$ ;  $0,81$  e  $1,10$  g/cm<sup>3</sup>, respectivamente) e, também, são de distintas origens geográficas. O *P.elliotii* ou pinus tem sua origem geográfica nos Estados Unidos, onde é considerada uma das espécies florestais de maior importância (Drescher *et al.*, 2001). *E.grandis* ou eucalipto é nativo da costa leste da Austrália (Marchiori e Sobral, 1997) e *M.huberi*, popularmente conhecida como maçaranduba ou aparaju é originária da Amazônia Brasileira (Azevedo *et al.*, 2007).

Em áreas urbanas, tanto construções civis como monumentos históricos são ameaçados pela ação dos cupins que, devido à capacidade que eles têm de digerir qualquer material de origem celulósica, representam o principal perigo à integridade das construções (Oliveira *et al.*, 1986; Fontes, 1995; Mariconi *et al.*, 1999). Apesar de abundantes na natureza, 10% das espécies de cupins são consideradas pragas de edificações. Dentre elas destacam-se, pelos grandes prejuízos que ocasionam *Cryptotermes brevis* Walker (Isoptera: Kalotermitidae) e *Coptotermes gestroi* (Wasmann, 1896) (Isoptera: Rhinotermitidae) (Fontes, 1995; Fontes e Araújo, 1999; Milano e Fontes, 2002). No entanto, na região Sudeste do Brasil, o cupim arborícola *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) (Isoptera: Termitidae) vem tendo importância crescente como praga urbana (Milano e Fontes, 2002; Constantino, 2002; Costa-Leonardo, 2002). Esta espécie de cupim já é uma praga severa em diversos estados do Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste onde provoca importantes danos nas madeiras

das edificações e de mobiliários internos (Bandeira *et al.*, 1989, 1998; Mill, 1991; Costa-Leonardo, 2002).

*N. corniger* ocorre do México até o nordeste da Argentina e na América do Sul é considerado o cupim-praga de área urbana que apresenta maior distribuição (Constantino, 2002; Scheffrahn *et al.*, 2005). Recentemente, estabeleceu-se que essa espécie também ocorre no sudeste dos Estados Unidos onde era descrita como *Nasutitermes costalis* (Emerson, 1925; Snyder, 1956; Constantino e Canello, 1992; Scheffrahn *et al.*, 1994; Scheffrahn *et al.*, 2002), mas comprovou-se ser uma espécie sinônima de *N. corniger* (Scheffrahn *et al.*, 2005).

Do ponto de vista alimentar, *N. corniger* prefere o alburno ao cerne da madeira, mas ataca indistintamente madeiras duras ou moles, secas ou úmidas, manufaturadas ou não (Bandeira *et al.*, 1998). Diferente do que acontece com outras espécies do gênero, que preferem espécies de madeiras de densidade baixa (Käärik, 1974; Bosshard, 1984; Bustamante, 1993), *N. corniger* não tem preferência. Bustamante (1993) em experimentos com *N. corniger*, não observou diferença no consumo de distintas espécies de madeiras nativas do Brasil. Entretanto, em áreas urbanas, onde madeiras de distinta origem geográfica e densidade são utilizadas nas construções, constata-se maior frequência de ataques desses cupins em madeiras de algumas espécies (Bandeira *et al.*, 1989; Mill, 1991; Bandeira *et al.*, 1998).

O controle de cupins em áreas urbanas baseia-se essencialmente na preparação de barreiras químicas feitas com inseticidas de alto poder residual (Cabrera e Kamble, 2001). Este método, apesar de eficiente é altamente tóxico para os seres vivos e ocasiona contaminação ambiental (Romagnano e Nahuz, 2006). Nos últimos anos, com a finalidade de elaborar métodos menos nocivos, foram desenvolvidas pesquisas baseadas no uso de iscas, que levam em conta o comportamento social dos cupins (Jurd & Manners, 1980; González-Coloma *et al.*, 1994; Addor, 1995; Cornelius *et al.*, 1995; Lewis, 1997). O controle a base de iscas consiste na incorporação de inseticida em substrato celulósico altamente atrativo aos cupins. Ao consumir a isca, os cupins forrageadores transportam e distribuem o inseticida mediante trofalaxia para toda a colônia. Esse método tem sido utilizado com sucesso no controle de cupins subterrâneos dos gêneros *Coptotermes* e *Reticulitermes*, porém experiências feitas com cupins do gênero *Nasutitermes* não alcançaram resultados

satisfatórios devido, aparentemente, ao uso de iscas pouco atrativas (Su, 1994; Costa-Leonardo, 2002).

A atratividade das madeiras está intimamente relacionada à sua suscetibilidade ao ataque por cupins. Esta característica, geralmente, está estreitamente vinculada a propriedades químicas, como concentração de certos metabólitos secundários (Wolcott, 1957; Carter *et al.*, 1983) e físicas, como a densidade (Wood, 1978; Price, 1984). A densidade da madeira é determinada pela concentração de espaços vazios ou poros. Em regiões tropicais, a densidade das árvores pode variar de 0,20g/cm<sup>3</sup> a 1,20 g/cm<sup>3</sup> (Spurr e Hyvarinen, 1954; Serpa e Vital, 2004).

O objetivo deste trabalho foi determinar em base a parâmetros como a intensidade de recrutamento e o consumo de matéria seca, se *N. corniger* manifesta preferência por madeiras específicas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Manutenção de Cupins em Laboratório*

Colônias maduras (com presença de alados) de *N. corniger* coletadas na área urbana do município de Campos dos Goytacazes-RJ foram transportadas para sala de criação mantida a  $25 \pm 5$  °C,  $85 \pm 5\%$  de umidade relativa e ciclos de 10:14 horas luz-escurecimento. As colônias foram instaladas em recipientes de vidro (50 cm x 40 cm x 60 cm de altura) contendo no fundo uma camada de 20 cm de areia esterilizada que era borrifada diariamente com água para mantê-la umedecida. Cada colônia foi conectada, através de um tubo de silicone de 8 mm diâmetro, a uma arena de forrageamento constituída por uma placa de vidro de 50 x 50 cm com uma parede perimetral de 5 cm de altura. Para evitar escape de cupins, a arena de forrageamento foi colocada sobre seções de tubos de PVC ( $\varnothing = 10$  cm) de 20 cm de comprimento localizados no interior de uma bandeja plástica contendo água e detergente. Para evitar qualquer condicionamento alimentar dos cupins a algumas das madeiras utilizadas nos experimentos, madeiras umedecidas em água, das espécies

*Cedrela odorata* L. (Meliaceae) ou cedro e *Hymenolobium elatum* Ducke (Fabaceae) ou angelim-pedra foram disponibilizadas um mês antes do início dos experimentos na arena de forrageamento.

### *Bioensaio*

Todos os testes foram realizados entre 13h e 18h, uma vez que em teste preliminar foi verificado que esta espécie não possui um ritmo de atividade diário. Antes do início de cada teste (aproximadamente trinta minutos), o tubo conector do ninho de cupins com a arena de forrageamento foi obstruído com algodão mineral impedindo o acesso dos insetos. O alimento foi retirado da arena e em seu lugar foram colocadas placas de vidro de 5 x 2,5 cm, eqüidistantes ao ponto de acesso dos cupins em uma situação de competição. Imediatamente o tubo de silicone foi desobstruído e o acesso dos cupins liberado à arena de testes. A cada teste a posição dos tratamentos (madeiras) na arena foi aleatorizada. Em cada experimento foram utilizadas quatro colônias de cupins. Os testes foram repetidos 20 vezes, sendo cinco vezes em cada colônia. Colocar um esquema ninho, arena disposição de tratamentos em apêndice.

### **EXPERIMENTO 1: Recrutamento**

Blocos de madeira (5,0 x 2,0 x 2,0 cm) de três espécies foram colocados na arena de teste em situação de competição. As madeiras utilizadas foram: (I) *Pinus elliottii* Engelm. (Pinaceae) representando uma madeira de densidade baixa; (II) *Eucalyptus grandis* Hill (ex Maiden) (Myrtaceae) ou representando uma madeira de densidade média; e (III) *Manilkara huberi* Ducke (ex Chevalier) (Sapotaceae) representando uma madeira de densidade alta.

Os testes tiveram início quando foi liberado o acesso dos cupins à arena. Em cada teste, foi registrada, mediante observação direta, a primeira espécie de madeira visitada pelos cupins, o tempo transcorrido até ocorrer: a) exploração inicial; b) recrutamento inicial; e c) recrutamento massivo.

A exploração inicial foi considerada quando o primeiro soldado tomou contato com a fonte de alimento, pressionou o abdome sobre esta e logo retornou ao ninho. Recrutamento inicial aconteceu quando o primeiro operário chegou ao recurso alimentar. Foi considerada a ocorrência de recrutamento massivo quando após a exploração inicial se observaram 4 ou mais operários em tandem chegando à fonte de alimento. Após uma hora de teste, as placas com as madeiras e os cupins presentes foram retiradas em bandejas e o alimento das colônias foi repostado na arena de forrageamento. Os cupins presentes em cada placa foram separados por castas, contados e pesados em balança de precisão.

A proporção de ocorrência de cada um dos comportamentos citados acima foi comparada mediante o teste de Qui-quadrado. Além disso, o tempo transcorrido até a ocorrência de cada um desses mesmos comportamentos e o número e a massa de cupins recrutados em cada espécie de madeira foram comparados através de Anova e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). O delineamento utilizado para estas análises foi o de blocos casualizados.

Pela ausência de distribuição normal os dados de tempo até exploração inicial, recrutamento inicial, recrutamento massivo, número e massa de cupins recrutados foram transformados em  $\text{Log}_{10}(x+1)$ ,  $\text{Ln}[\text{logaritmo natural}(x+1)]$ , e  $\text{Ln}$  (logaritmo natural), respectivamente. Os valores da massa e número de cupins foram correlacionados para determinação de uma possível relação alométrica.

## **EXPERIMENTO 2: Consumo**

Na arena de forrageamento foi colocado em situação de competição um bloco de madeira de 5,0 x 2,0 x 2,0 cm de: (I) *P. elliotii*, um de (II) *E. grandis*; e outro de (III) *M. huberi* e imediatamente o acesso dos cupins a arena foi liberado. Antes de iniciar cada teste a umidade das madeiras foi determinada com medidor de umidade (MUMC-620<sup>®</sup>) e a sua massa estabelecida em balança de precisão. Após sete dias as madeiras foram retiradas da arena e novamente a massa e umidade foram determinadas. O consumo de madeira de cada espécie foi calculado através da diferença de massa seca entre início e fim do teste. Os dados de consumo foram analisados mediante análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey.

## RESULTADOS

### EXPERIMENTO 1: Recrutamento

A primeira espécie de madeira visitada pelos cupins foi *E. grandis* em 10/20 das ocasiões, *P. elliotii* em 8/20 e *M. huberi* em 2/20. Esta distribuição não diferiu significativamente da distribuição esperada.

O tempo que os cupins demoraram a realizar exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento massivo também não diferiu significativamente entre tratamentos. A exploração inicial ocorreu em média  $14 \pm 1,2$  min após o início dos testes, o recrutamento inicial  $23 \pm 1,8$  min e o recrutamento massivo  $43 \pm 2,0$  min depois. A proporção de ocorrência desses comportamentos foi similar nas três espécies de madeira, exceto para recrutamento massivo que foi significativamente maior em *E.grandis* (18/20) (teste de Chi 2 ,  $x=5,83$   $p<0.05$ ) do que em *M. huberi* (10/20) (Tabela 1).

Tabela 1. Porcentagem de ocorrência de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento massivo e tempo transcorrido (MÉDIA  $\pm$  EP) desde o início do teste até a manifestação dessas fases do comportamento de forrageamento em *Nasutitermes corniger* (n=20) sobre madeiras de *Pinus elliottii*, *Eucalyptus grandis* e *Manilkara huberi* apresentadas em situação de escolha durante 60 min de observação.

Espécies de madeira	Evento comportamental					
	Exploração inicial		Recrutamento inicial		Recrutamento massivo	
	(%)	(min)	(%)	(min)	(%)	(min)
<i>P. elliottii</i>	100	1,1 $\pm$ 0,1	100	1,3 $\pm$ 0,1	65	1,0 $\pm$ 0,2
<i>E. grandis</i>	100	1,0 $\pm$ 0,1	100	1,2 $\pm$ 0,1	90	1,4 $\pm$ 0,1
<i>M. huberi</i>	100	1,1 $\pm$ 0,1	95	1,3 $\pm$ 0,1	50	0,8 $\pm$ 0,2

\* Dados de tempo transformados em Log<sub>10</sub> (x+1)

O número total de cupins recrutados ao final dos 60 min de teste foi maior em *E. grandis* (2,1 $\pm$ 0,1) do que em *P. elliottii* (1,6 $\pm$ 0,1) e *M. huberi* (1,3 $\pm$ 0,1) ( $F_{6,48} = 14,0$ ,  $P < 0,001$ ). Uma das colônias recrutou um número maior de cupins ( $F_{6,48} = 8,0$ ,  $P < 0,001$ ), mas não houve interação significativa colônia x espécie de madeira, portanto, todas as colônias mantiveram a mesma hierarquia de respostas frente as três madeiras. Quando os dados foram analisados por casta, *E. grandis* teve igualmente um maior número de operários recrutados. No entanto, em relação à casta dos soldados esta diferença somente se manteve entre *E. grandis* e *M. huberi* (Tabela 2).

Tabela 2. Número de operários e soldados de *Nasutitermes corniger* recrutados sobre madeira de *Pinus elliottii*, *Eucalyptus grandis*, e *Manilkara huberi* após 60 min de teste (n=20).

Espécie de Madeira	Operários	Soldados	Total
<i>P. elliottii</i>	1,4 ± 0,2 b	1,2 ± 0,1ab	1,6±0,1 b
<i>E. grandis</i>	2,0 ± 0,1 a	1,5 ± 0,1a	2,1±0,1 a
<i>M. huberi</i>	1,1 ± 0,1 b	1,0 ± 0,1 b	1,3±0,1 b

\* Dados transformados em Ln [logaritmo natural (x+1)]

Letra distinta indica diferença significativa no teste de Tukey, p <0,05.

O recrutamento total analisado através da biomassa total de cupins também indica uma resposta maior em *E. grandis* do que em *M. huberi*, mas não em relação a *P. elliottii* (Tabela 3). A relação alométrica entre número ( $N_C$ ) e biomassa ( $BM_C$ ) de cupins recrutados pode ser expressa como  $N_C = 1,3961 + 0,022 BM_C$  ( $r^2 = 0,801$ ;  $P < 0,001$ ;  $n = 120$ ).

Tabela 3. Biomassa total de *Nasutitermes corniger* recrutada em blocos de *Pinus elliottii*, *Eucalyptus grandis*, e *Manilkara huberi* após 60 min de teste (n=20).

Espécies de Madeira	Biomassa Total de Cupins* (mg)
<i>P. elliottii</i>	-1,0 ± 0,2 ab
<i>E. grandis</i>	0,5 ± 0,1a
<i>M. huberi</i>	-1,2 ± 0,2 b

\* Dados transformados em Ln (logaritmo natural)

Letra distinta indica diferença significativa pelo teste de Tukey, p <0,05.

## EXPERIMENTO 2: Consumo

Os cupins consumiram as três espécies de madeira, mas *E. grandis* foi a mais consumida ( $F_{6,48}=13,56$ ,  $P<0,001$ ; Figura 1).

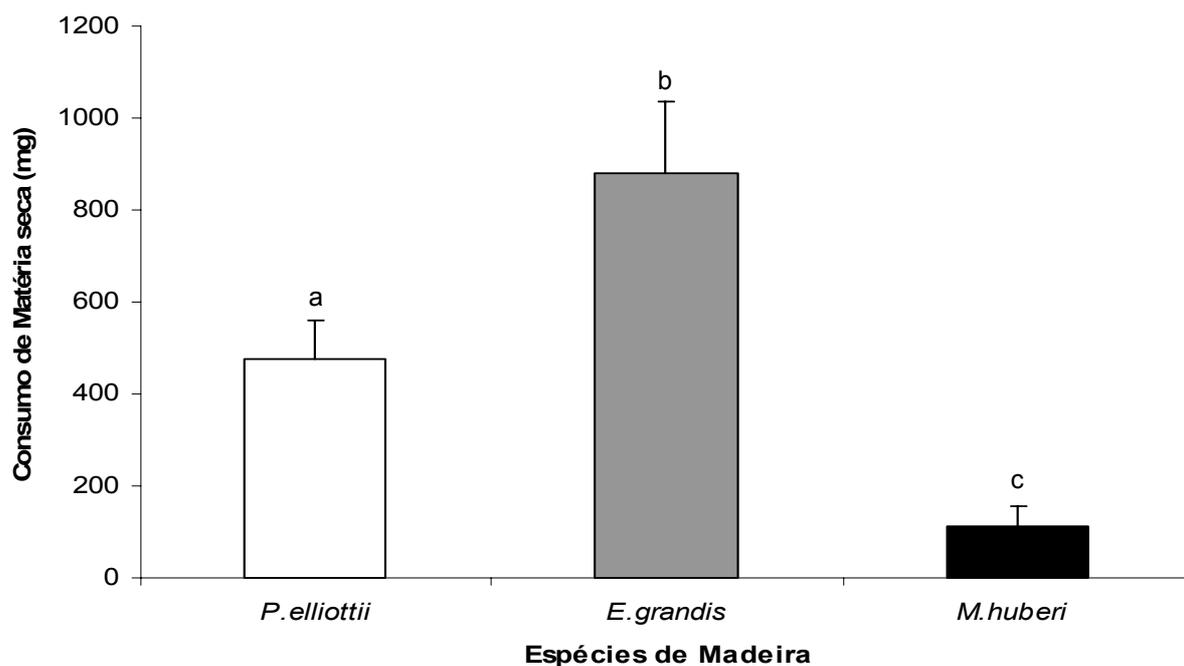


Figura 1. Matéria seca de *Pinus elliottii*, *Eucalyptus grandis*, e *Manilkara huberi* consumida por *Nasutitermes corniger* durante sete dias de teste (n=20) (Teste Tukey, letras distintas indicam diferença significativa  $p<0,05$ ).

## DISCUSSÃO

A ausência de diferenças na proporção de ocorrência de primeiros contatos dos cupins com as três fontes de alimento (exploração inicial) indica que para *N. corniger* as três espécies de madeira representam, à distância, recursos de atratividade equivalente. Entretanto, a diferente proporção de ocorrência de recrutamento massivo constatada nas

três madeiras permite afirmar que uma discriminação acontece depois que os cupins iniciam a exploração dessas fontes de alimento. Para Traniello (1981), o desencadeamento de recrutamento massivo de operários acontece somente quando a fonte alimentar é apropriada para consumo.

Diferentemente do observado por Bustamante (1993) no presente trabalho comprovou-se que *N. corniger* manifesta uma clara discriminação entre madeiras de distintas espécies. Apesar de que nos experimentos contemplaram-se somente madeiras de três espécies vegetais, mas estas eram de origens geográficas, famílias e densidades distintas, com o qual a diversidade oferecida aos cupins pode ter sido maior, o que aumentaria as chances dos cupins manifestarem discriminação.

A compreensão do mecanismo de seleção da fonte alimentar em cupins exige entender fenômenos como a fototaxia, geotaxia, higrotaxia, tigmotaxia e quimiotaxia (Dethier, 1954; Suoja *et al.*, 1999). Compostos químicos específicos das madeiras (Price, 1984; Waller e La Fage, 1987) que provocam a deposição de feromônios na fase inicial da exploração do recurso também podem influenciar (Traniello, 1981; Hall e Traniello, 1985; Reinhard e Kaib, 1995). Da mesma forma, substâncias da madeira atuam sobre as células gustativas dos palpos (Mcmahan, 1966; Bustamante, 1993). Em trabalhos realizados com cupins subterrâneos *Coptotermes formosanus*, *Heterotermes tenuis* e *Coptotermes gestroi* (Isoptera: Rhinotermitidae), a densidade da madeira é um fator que determina a escolha de uma fonte. Madeiras de baixa densidade são mais consumidas do que as de densidade mediana (Delaplane e La Fage, 1989; Peralta *et al.*, 2004; Arab *et al.*, 2005). No presente trabalho, a madeira menos consumida foi a de maior densidade (*M. huberi*) e a mais consumida a de densidade intermediária (*E. grandis*), e não a de menor densidade (*P. elliotii*). Isto sugere que se a densidade é, efetivamente, um fator que influencia no consumo de uma fonte alimentar e esta não seria um fator determinante como já foi provado em outras espécies de cupins (Supriana, 1985).

Ao atacar a madeira os cupins consomem as paredes celulares. Madeiras de maior densidade possuem maior biomassa de parede celular por unidade de volume. Segundo Bustamante (1993), ao consumir madeira de baixa densidade não necessariamente os cupins irão ingerir menor quantidade de alimento. A menor densidade pode resultar em maior velocidade de remoção de biomassa elevando desta forma a quantidade consumida por unidade de tempo (Waller *et al.*, 1990). A escolha de madeiras de baixa ou média

densidade pelos cupins teria certa analogia com a preferência por alimentos de riqueza energética intermediária verificada em outros insetos sociais. Em abelhas, o comportamento de forrageamento é regulado pela teoria do forrageamento ótimo, mas nem sempre as fontes de alimento mais concentradas são as escolhidas. Em ambientes muito instáveis a velocidade de transmissão da informação da localização de fontes de alimento seria mais importante para as abelhas que a riqueza energética das mesmas (Nuñez, 1982). Assim, a fonte energeticamente mais pobre, porém mais próxima do ninho, permitiria maiores ganhos de energia devido à incerteza de durabilidade de fontes mais ricas, contudo mais distantes. Em cupins o comportamento de forrageamento parece também estar regulado pelos mesmos princípios da teoria do forrageamento ótimo (Hedlund e Henderson, 1999). Em *N. corniger* a densidade parece ser um fator importante na escolha de uma fonte, mas seu peso não seria determinante. Além disso, como acontece em outras espécies de cupins, a preferência pode também ter sido influenciada pela presença de substâncias tóxicas fago-inibidoras ou deterrentes (Carter e Smythe, 1974; Nagnan e Clement, 1990; Ripa *et al.*, 2002; Morales Ramos e Rojas, 2003).

Do ponto de vista metodológico, a relação alométrica significativa verificada entre biomassa de cupins e número de cupins recrutados pode permitir o uso da biomassa recrutada na verificação de preferências alimentares em *N. corniger*, possibilitando maior agilidade na medição dessa resposta comportamental.

Portanto, neste trabalho constatou-se que madeiras de distintas espécies que são fontes de alimento potencial e não apresentam diferença de atratividade podem ser discriminadas por *N. corniger*. Essa discriminação ocorre durante o processo de exploração do recurso através de um mecanismo de preferência que resulta em diferenças de massa seca consumida. A densidade da madeira pode ter um papel importante na determinação da preferência alimentar de *N. corniger*, mas pesquisas futuras deverão ser orientadas para quantificar essa eventual importância, assim como a do papel de compostos químicos específicos da madeira.

## RESUMO E CONCLUSÕES

*N.corniger* explorou simultaneamente madeiras de *Eucalyptus grandis*, *Pinus elliotii* e *Manilkara huberi* indicando que, inicialmente, estas madeiras representaram recursos de igual atratividade. No entanto, durante o processo de exploração os cupins manifestaram uma discriminação que levou a uma maior proporção de ocorrência de recrutamento massivo e maior número de cupins recrutados sobre *E. grandis*. A densidade da madeira pode ser um dos fatores que determina a preferência, mas substâncias químicas da madeira também podem estar envolvidas no processo de escolha de uma fonte alimentar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADDOR, R.W. (1995) Insecticides. In: GODFREY, C.R.A. (Eds.). **Agrochemicals from natural products**. New York: Marcel Dekker, p.1-62.
- ARAB, A.; COSTA-LEONARDO, A.M.; CASARIN, F.E.; GUARALDO, A.C.; CHAVES, R.C. (2005) **Foraging activity and demographic patterns of two termite species (Isoptera:Rhinotermitidae) living in urban landscapes in southeastern Brazil**. *Eur. J. Entomol.* 102: 691–697.
- AZEVEDO, V.C.R.; VINSON, C.C.; SILVA, V.P.; CIAMPI, A.Y. (2007) **Desenvolvimento e Aplicação de Marcadores Microssatélites em Maçaranduba *Manilkara huberi***. *Biotechnologia* 1:5-19.
- BANDEIRA, A.G.; GOMES, J.I.; LISBOA, P.L.B.; SOUZA, P.C.S. (1989) **Insetos pragas de madeiras de edificações em Belém - Pará**. EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 101:1-25.
- BANDEIRA, A.G.; MIRANDA, C.S.; VASCONCELLOS, A. (1998) Danos causados por cupins em João Pessoa, Paraíba - Brasil. In.: FONTES, L. R. & BERTI FILHO, E. (Eds.). **Cupins: O desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, p. 75-85.

- BOSSHARD, H.H. (1984) **Holzkunde. Bd. 2. Zur Biologie, Physik und Chemie des Holzes**. 2.; uberarb. Auflage, Birkhauser Verlag, Basel etc., 312pp.
- BUSTAMANTE, N.C.R. (1993) **Preferências alimentares de 5 espécies de cupins *Nasutitermes Dudley, 1980* (Termitidae: Isoptera) por 7 espécies de madeiras de várzea na Amazônia Central**. Dissertação de Mestrado, INPA/FUA, Manaus, 151p.
- CABRERA, B.J.; KAMBLE, S.T. (2001) **Effect of decreasing thermophotoperiod on Eastern subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae)**. Arquivos Instituto Biológico de São Paulo 30:166-167.
- CARTER, F.L.; SMYTHE, R.V. (1974) **Feeding and survival responses of *Reticulitermes flavipes* (Kollar) to extractives of woods from 11 coniferous genera**. *Holzforschung* 28: 41-45.
- CARTER, F.L.; JONES, S.C.; MAULDIN, J.K.; CAMARGO, C.C.R. (1983) **Responses of *Coptotermes formosanus* Shiraki to extracts from five Brazilian hardwoods**. *A. Angewandte Entomol.*, 95: 5-14.
- CONSTANTINO, R. (2002) The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. *J. Appl. Ent.*, 126:355-365.
- CONSTANTINO, R.; CANCELLO, E.M. (1992) **Cupins (Insecta,Isoptera) da Amazônia brasileira: distribuição geográfica e esforço de coleta**. *Rev. Brasileira Biol.* 52: 401-413.
- CORNELIUS, M.L., GRACE, J.K., FORD, P.W., DAVIDSON, B.S. (1995) **Toxicity and repellency of semiochemicals extracted from a dolichoderine ant (Hymenoptera: Formicidae) to the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae)**. *Environ. Entomol.* 24: 1263-1269.
- COSTA-LEONARDO, A.M. (2002) **Cupins-Praga: morfologia, biologia e controle**. Rio Claro: DIVISA. 128 p.
- DELAPLANE, K.S.; LA FAGE; J.P. (1989) **Preference of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) for wood damaged by conspecifics**. *J. Econ. Entomol.* 82: 1363–1366.
- DETHIER, V.G. (1954) **Evolution of feeding preferences in phytophagous insects**. *Evolution* 8: 33-54.

- DRESCHER, R.; SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G.; QUEIROZ, F.L.C. (2001) **Artificial Form Factor of *Pinus elliottii* Engelm for the Region of "Serra do Sudeste", Rio Grande do Sul (BRAZIL)**. Cienc. Rural 31: 23-35.
- EMERSON, A.E. (1925) **The termites from Kartabo, Bartica District, Guyana**. Zoologica 6: 291-459.
- FONTES, L.R. (1995) Cupins em áreas urbanas. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L.R. (eds.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**, FEALQ, Piracicaba, p.57-76.
- FONTES, L.R.; ARAUJO, R.L. (1999) Os cupins. In: MARICONI, F.A.M. (coord.). **Insetos e outros invasores de residências**, FEALQ, Piracicaba, p.35-90.
- GONZÁLEZ-COLOMA, A.; ESCOUBAS, P.; REINA, M.; MIZUTANI, J. (1994) **Antifeedant and insecticidal activity of endemic Canadian Laurence**. Appl. Entomol. Zool. 29: 292-296.
- HALL, P.; TRANIELLO, J.F.A. (1985) **Behavioral bioassays of termite trail pheromones: Recruitment and orientation effects of Cembrene-A in *Nasutitermes costalis* (Isoptera: Termitidae) and discussion of factors affecting termite response in experimental contexts**. J. Chem. Ecol. 11: 1503-1513.
- HEDLUNG, J.C.; HENDERSON, G. (1999) **Effect of available food size on search tunnel formation by the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae)**. *J. Econ. Entomol.* 92:610–616.
- JURD, L.; MANNERS, G.D. (1980) **Wood extractives as models for the development of new types of pest control agents**. J. Agr. Food Chem. 28: 183-188.
- KÄÄRIK, A.A. (1974) Decomposition of wood. In: C. H. Dickinson, G. J. F. (Eds.): **Biology of plant litter decomposition**, Academic Press, London & New York. pp 129-174.
- LEWIS, V.R. (1997) **Alternative Control Strategies for Termites**. Journal of Agricultural Entomology 14:291-307.
- MARCHIORI, J.N.C.; SOBRAL, M. (1997) **Dendrologia das Angiospermas - Myrtales**. Santa Maria: Ed UFSM, BR.
- MARICONI, F.A.M.; FONTES L.R.; ARAÚJO, R.L. (1999) Os cupins. In: MARICONI, F. A. M.; FONTES L. R.; ARAÚJO, R. L. (Eds.). **Insetos e outros invasores de residências**. V.6. Piracicaba: FEALQ. p.35-90.

- MCMAHAN, A.E. (1966) **Studies of termite Wood-Feeding Preferences.** Haw. Entomol. Soc. 19: 239-250.
- MILANO, S.; FONTES, L.R. (2002) **Cupim e Cidade: Implicações ecológicas e controle,** Conquista Artes Gráficas, São Paulo, 141p.
- MILL, A.E. (1991) **Termites as structural pest in Amazonia, Brazil.** Sociobiology, 19(2): 339-348.
- MORALES-RAMOS, J.A.; ROJAS, M.G. (2003) **Nutritional ecology of the formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae): Growth and survival of incipient colonies feeding on preferred wood species.** J. Econ. Entomol. 96: 106-116.
- NAGNAN, P.; CLEMENT, J.L. (1990) **Terpenes from the maritime pine *Pinus pinaster*: toxins for subterranean termites of the genus *Reticulitermes* (Isoptera: Rhinotermitidae).** Biochem. Syst. Ecology 18: 13-16.
- NUÑEZ, J. (1982) **Foraging pressure and its annual variation: a method of evaluation using artificial food sources.** J.Aplic.Res. 21:134-138.
- OLIVEIRA, A.M.F.; LELIS, A.T.; LEPAGE, E.S.; CARBALLERA LOPEZ, G.A.; SAMPAIO OLIVEIRA, L.C.; CAÑEDO, M.D.; MILANO, S. (1986) Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E.S. (coord.). **Manual de preservação de madeiras,** IPT, São Paulo (SP), vol. I, p.99-278.
- PERALTA, R.C.G.; MENEZES, E.B.; CARVALHO, A.G.; AGUIAR-MENEZES, E.L. (2004) **Wood consumption rates of forest species by subterranean termites (Isoptera) under field conditions.** Jornal SIF 283:289.
- PRICE, P.W. (1984) **Insect Ecology.** 2.Ed. New York: Wiley. 607pp.
- REINHARD, J.; KAIB, M. (1995) **Interaction of pheromones during food exploitation by the termite *Schedorhinotermes lamanianus*.** Physiol. Entomol. 20: 266-272.
- RIPA, R.; CASTRO, L.; SU, N.-Y.; PALMA, P. (2002) **Laboratory estimate of wood consumption rates by *Reticulitermes* sp. (Isoptera: Rhinotermitidae) in Chile.** Sociobiology 39: 285–290.
- ROMAGNANO, L.F.T. di; NAHUZ, M.A.R. (2006) **Controle de cupins subterrâneos em ambientes construídos.** Técnica 114: 48-53.
- SCHEFFRAHN, R.H.; DARLINGTON, J.P.E.C.; COLLINS, M.S.; KRECEK, J.; SU, N.-Y. (1994) **Termites (Isoptera: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Termitidae) of the West Indies.** Sociobiology 24: 213-238.

- SCHEFFRAHN, R.H.; CABRERA, B.J.; KERN, W.H. JR.; SU, N.-Y. (2002) ***Nasutitermes costalis* (Isoptera: Termitidae) in Florida: First record of a non-endemic establishment by a higher termite.** Fla. Entomol. 85: 273-275.
- SCHEFFRAHN, R.H.; KRECEK, J.; SZALANSKI, A.L.; AUSTIN, J.W. (2005) **Synonymy of neotropical arboreal termites *Nasutitermes corniger* and *N. costalis* (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae), with evidence from morphology, genetics, and biogeography.** Ann. Entomol. Soc. Am. 98: 273-281.
- SERPA, P.N.; VITAL, B.R. (2004) **Propriedades da madeira de *Pinus elliottii*.** Revista da Madeira 86: 86-96.
- SNYDER, T.E. (1956) **Termites of the West Indies, the Bahamas, and Bermuda.** J. Agric. Univ. Puerto Rico 40: 189-202.
- SPURR, S.H.; HYVARINEN, M.J. (1954) **Wood fiber length as related to position in tree and growth.** The Botanical Rev. 20:561-575.
- SU, N.-Y. (1994) **Field evaluation of hexaflumuron bait for population suppression of subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae).** J. Econ. Entomol. 87: 389-397.
- SUOJA, S.B.; LEWIS, V.R.; WOOD, D.L.; WILSON, M. (1999) **Comparisons of single and group bioassays on attraction and arrestment of *Reticulitermes* sp. (Isoptera: Rhinotermitidae) to selected cellulosic materials.** Sociobiology 33: 125-135.
- SUPRIANA, N. (1985) **Notes on the resistance of tropical woods against termites.** IRG, Working Group Ib, Doc. N° IRG/WP/1249. 9pp.
- TRANIELLO, J.F.A. (1981) **Enemy deterrence in the recruitment strategy of a termite. Soldier organized foraging in *Nasutitermes costalis*.** Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 78: 1976-1979.
- WALLER, D.A.; LA FAGE, J.P. (1987) Nutritional ecology of termites. *In*: SLANSKY JR., F.; RODRIGUEZ, J.G. (eds.). **Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders, and Related Invertebrates.** John Wiley & Sons, New York, p. 487-532.
- WALLER, D.A.; JONES, C.G.; LA FAGE, J.P. (1990) **Measuring wood preferences in termites.** Entomol. Exp. Appl. 56: 117-123.
- WOLCOTT, G.N. (1957) **Termite-repellent wood extractives.** J. Agr. Univ. Puerto Rico 37: 224-227.

WOOD, T.G. (1978) Food and feeding habits of termites. *In*: BRIAN, M.V. (Ed.). **Production Ecology of Ants and Termites**. Cambridge: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, p.55-80.

### 3.2. EFEITO DA DECOMPOSIÇÃO DA MADEIRA SOBRE A PREFERÊNCIA DE *Nasutitermes corniger* (MOTSCHULSKY) (ISOPTERA: TERMITIDAE) \*

#### RESUMO

*Nasutitermes corniger* (Motschulsky) pode preferir madeiras de certas espécies quando lhes são apresentadas em uma situação de escolha. Entretanto, se desconhece se o processo de decomposição da madeira afeta essa preferência. Neste estudo foram oferecidos a ninhos de *N. corniger*, mantidos em laboratório, madeiras de três espécies submetidas a processos de decomposição por distintos períodos de tempo. Em um primeiro teste, madeiras conservadas em ambiente adequado (controle) ou submetidas às intempéries foram colocadas em situação de competição na arena de forrageamento. Estes testes foram realizados separadamente com madeiras de três espécies: (I) *Pinus elliottii*, (II) *Eucalyptus grandis* e (III) *Manilkara huberi*. Nos testes observou-se a ocorrência de comportamento de exploração e recrutamento. Os testes tiveram duração de uma hora. Ao final dos testes os cupins sobre cada madeira foram retirados da arena e contados. A proporção de ocorrência de recrutamento massivo de operários foi significativamente maior sobre madeira decomposta durante 6 meses que sobre a madeira sadia, tanto nos testes com *P.elliottii*

---

\* Tradução de artigo submetido a *Sociobiology*

(12/20 vs. 2/20 madeira sadia) quanto nos realizados com *E.grandis* (13/20 vs. 3/20 madeira sadia). O número total de cupins recrutados, em testes com madeiras de *P. elliotii* e de *E. grandis*, foi também maior na madeira submetida à decomposição durante seis meses ( $1,7\pm0,2$  e  $2,1\pm0,1$ ) que nos controles ( $1,3\pm0,2$  e  $0,8\pm0,1$  respectivamente). Nos testes com madeiras de *M. huberi*, a proporção de ocorrência de recrutamento massivo foi maior na madeira decomposta por um período de nove meses (10/20 vs. 2/20 no controle). De igual modo o número de cupins recrutados foi maior na madeira decomposta durante um período de 9 meses que no controle. Portanto, foi constatado um aumento da preferência dos cupins por madeiras submetidas a processos de decomposição. O tempo de decomposição necessário para essa alteração de preferência variou de uma espécie à outra, possivelmente por causa de diferenças de densidade das madeiras.

#### ABSTRACT

*Nasutitermes corniger* (Motschulsky) may prefer a wood specie when several wood species are offered simultaneously in a choice situation. However, is unknown whether the decomposition process of the wood affects this preference. In this study we offered, to nests of *N. corniger* maintained in laboratory conditions, woods of three species submitted to decomposition process for different periods of time. In a first test, woods kept in a adequate environment (control) or woods left in the open were placed in choice situation in a foraging arena. Tests were carried out separately with woods of three species: (I) *Pinus elliotii*, (II) *Eucalyptus grandis* e (III) *Manilkara huberi*. In the tests was observed occurrence of exploration behavior and recruitment. Test duration was of one hour. At the end of the tests the termites present over the surface of each wood were removed and counted. In the tests with *P.elliotii* and *E.grandis* wood the occurrence of massive recruitment was more frequent over decomposed wood by 6 months than over healthy wood (control) (12/20 vs. 2/20 e 13/20 vs. 3/20 respectively). The total number of termites recruited was also greater over pinus and eucalyptus wood decomposed during six months ( $1,7\pm0,2$  vs.  $0,8\pm0,1$  e  $2,1\pm0,1$  vs  $1,3\pm0,2$  respectively) than over the control. In the tests with *M. huberi* massive recruitment was

more frequent on the wood decomposed for a period of 9 months (10/20 vs. 2/20 on the control). Number of termites recruited was also greater of this wood than over the healthy wood. Therefore, was proved that decomposition process may increase the preference of termites by a wood. The time needed for this alteration of preference change with the specie, probably by differences of density between woods.

## INTRODUÇÃO

Entre os cupins, arborícolas *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) é uma das espécies que mais danos provoca no Brasil. Esta espécie é considerada uma praga severa em diversos estados onde ocasiona danos nas madeiras de edificações e mobiliários internos (Bandeira *et al.*, 1989, 1998; Mill, 1991; Costa-Leonardo, 2002). O controle desta praga é difícil devido à alta reincidência de infestação ocasionada pela existência de ninhos policíclicos e a localização do ninho, muitas vezes distante da área atacada (Costa-Leonardo, 2002).

Os métodos mais utilizados para reduzir danos por cupins em áreas urbanas são as barreiras com inseticidas de alto poder residual e o tratamento químico das madeiras (Cabrera e Kamble, 2001). Um novo e eficaz método de controle alternativo se baseia no emprego de iscas (Su e Scheffrahn, 1993; Rojas e Morales-Ramos, 2001; Costa-Leonardo, 2002). O método à base de iscas consiste na incorporação de um inseticida em substratos celulósicos atrativos que ao serem atacados possibilitam o transporte e distribuição do principio ativo para toda a colônia. Este método utiliza pequenas quantidades de inseticida, o que reduz o risco de contaminação ambiental (Costa-Leonardo e Thorne, 1995; Mariconi *et al.*, 1999; Costa-Leonardo, 2002). Iscas foram utilizadas com sucesso contra cupins subterrâneos dos gêneros *Coptotermes* e *Reticulitermes* (Su, 1994; Costa-Leonardo, 2002). No entanto, experiências feitas para controlar cupins do gênero *Nasutitermes* não apresentaram resultados satisfatórios, aparentemente devido ao uso de iscas pouco atrativas (Su, 1994; Costa-Leonardo, 2002).

Entre as espécies do gênero *Nasutitermes*, *N. corniger* é considerada a que não discrimina madeira de distintas espécies (Bustamante, 1993). Entretanto, recentemente, Silva (dados não publicados, trabalho 1) comprovou que este cupim também discrimina espécies de madeira. Quando *Eucalyptus grandis*, *Pinus elliottii* e *Manilkara huberi* foram oferecidos a *N. corniger* em situação de escolha este cupim preferiu alimentar-se de *E. grandis*. Outro fator que poderia influenciar a escolha de *N. corniger* por determinado recurso seria o grau de decomposição da madeira. O efeito desse processo já foi comprovado em outras espécies de cupins (Amburgey e Smithe, 1977; Lenz *et al.*, 1980; Lenz *et al.*, 1991; Bustamante, 1993).

Com a finalidade de selecionar madeiras apropriadas para a elaboração de iscas de monitoramento ou controle, neste trabalho foi determinado se a decomposição da madeira incrementa o recrutamento de *N. corniger*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Manutenção de Cupins em Laboratório*

Colônias maduras (com alados) de *N. corniger* foram transportadas para sala de criação e mantidas a  $25 \pm 5$  °C,  $85 \pm 5\%$ , e 10:14 horas (claro:escuro). As colônias foram instaladas em cubas de vidro (50 cm x 40 cm x 60 cm de altura) contendo no fundo uma capa de 20 cm de areia esterilizada umedecida. Cada colônia foi conectada, através de um tubo de silicone de 8 mm diâmetro, a uma arena de forrageamento constituída por uma placa de vidro de 50 x 50 cm com uma parede perimetral de 5 cm de altura. Na arena de forrageamento foram disponibilizadas como alimento, madeiras, umedecidas em água, das espécies *Cedrela odorata* L. (Meliaceae) ou cedro e *Hymenolobium elatum* Ducke (Fabaceae) ou angelim-pedra.

## Madeiras

Nos experimentos foram utilizadas madeiras de três espécies que representaram madeiras de baixa, média e alta densidade: (I) *Pinus elliottii* Engelm. (Pinaceae) ou pinus ( $0,55 \text{ g/cm}^3$ ); (II) *Eucalyptus grandis* Hill (ex Maiden) (Myrtaceae) ou eucalipto ( $0,81 \text{ g/cm}^3$ ); e (III) *Manilkara huberi* Ducke (ex Chevalier) (Sapotaceae) ou aparajú ( $1,10 \text{ g/cm}^3$ ). Madeiras das três espécies foram cortadas em peças de  $5,0 \times 2,0 \times 2,0 \text{ cm}$  e conservadas em uma sala a  $25 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $85 \pm 5\%$ . Uma parte dessas madeiras foi submetida às intempéries por 3, 6, e 9 meses.

## Bioensaio

Antes do início de cada teste o conector do ninho de cupins com a arena de forrageamento foi obstruído durante trinta minutos com algodão mineral para impedir o ingresso de novos insetos à arena. O alimento foi removido e os cupins presentes neste foram transferidos ao ninho. Os testes sempre foram realizados entre 13h e 18h, uma vez que em teste preliminar em condições de laboratório verificou-se ausência de ritmo diário de atividade em *N. corniger*.

A cada teste foram colocadas na arena placas de vidro de  $5 \times 2,5 \text{ cm}$  contendo as madeiras. As placas foram separadas entre si por 20 cm e equidistantes 15 cm do ponto de acesso dos cupins. Os testes tiveram início quando o acesso dos cupins à arena foi liberado.

Nos testes foram oferecidas, simultaneamente, aos cupins as peças de madeira decompostas e a peça de madeira não submetida à decomposição ou sadia (controle). Estes testes foram feitos separadamente com madeiras de *P. elliottii*, *E. grandis* e *M. huberi*. Em cada teste registrou-se durante uma hora, mediante observação direta, a ocorrência de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento massivo de operários sobre as madeiras (Silva, trabalho 2). Após, as placas foram retiradas da arena e o alimento foi restituído às colônias. Os cupins presentes nas placas foram contados.

A posição dos tratamentos na arena foi aleatorizada a cada teste, os tratamentos foram colocados equidistantes 10 cm um dos outros e cada tratamento foi colocado a 15 cm de distância da entrada dos cupins na arena. Os testes com as madeiras de cada espécie

foram repetidos 20 vezes, sendo cinco vezes em cada uma das quatro colônias utilizadas nos experimentos.

A proporção de ocorrência de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento massivo de operários foi comparada através do teste Qui-quadrado e o número de cupins recrutados ao final dos testes mediante a Anova. Devido à ausência de distribuição normal, os dados de número total de cupins recrutados foram transformados em logaritmo natural [Ln].

## RESULTADOS

Durante o período de exposição das madeiras às intempéries se registrou dados de precipitação média diária, temperatura média diária, temperatura máxima diária, temperatura mínima diária, umidade relativa média diária, radiação solar e pressão barométrica sendo que 3 e 6 meses receberam as condições climáticas dos últimos meses dos 9 de experimento (Tabela 1).

Tabela 1. Precipitação, temperatura média diária, temperatura máxima diária, temperatura mínima diária, umidade relativa média diária, radiação solar e pressão barométrica durante 3, 6 e 9 meses ao longo do ano de 2006.

	Prec. (mm)	Tméd. (°C)	Tmáx. (°C)	Tmín. (°C)	URméd. (%)	Rs. (Wm <sup>-2</sup> )	P bar. (hPa)
3 m	5,9±1,4	25,0±0,2	30,2±0,3	21,4±0,1	83,6±0,7	240,0±7,5	1017,5±0,1
6 m	5,0±0,9	24,8±1,1	28,8±0,3	20,2±0,2	82,4±0,6	220,3±5,7	1017,6±2,1
9 m	3,8±0,6	23,5±0,8	28,3±0,2	19,0±0,2	81,2±0,5	204,4±4,7	1017,4±1,6

Legenda: Prec.- Precipitação (mm); Tméd- Temperatura média (°C); Tmáx- Temperatura máxima (°C); Tmín- Temperatura mínima (°C); URméd- umidade relativa média diária (%); Rs- Radiação solar (Wm<sup>-2</sup>); P bar- Pressão barométrica (hPa).

A exploração inicial, o recrutamento inicial e o recrutamento massivo ocorreram tanto em madeira sadia quanto em decomposta das três espécies (Tabela 2). Entretanto, algumas das madeiras decompostas provocaram maior proporção de ocorrência de recrutamento massivo. No teste com *P. elliotii*, a proporção de recrutamento massivo foi significativamente maior (teste de Chi 2 ,  $x=8,90$   $p<0,01$ ) para a madeira decomposta durante 6 meses (12/20) que para a madeira sadia (2/20). Resultado similar foi verificado nos testes com *E. grandis*, onde madeira decomposta durante 6 meses provocou mais recrutamento massivo (13/20) do que o controle (3/20) (Teste de Chi 2 ,  $x=8,44$   $p<0,01$ ). *M. huberi* decomposta também recrutou proporcionalmente mais do que a madeira sadia, mas neste caso a diferença para o controle foi com relação à madeira decomposta por 9 meses e não de 6 meses (10/20 vs. 2/20 do controle, teste de Chi 2 ,  $x=5,83$   $p<0,05$ ).

Tabela 2. Porcentagem de ocorrência de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento massivo de *N. corniger* (n=20) em *Pinus elliottii*, *Eucalyptus grandis* e *Manilkara huberi* submetidas à decomposição por 0 (controle), 3, 6 e 9 meses.

Espécie	Período de decomposição (meses)	Fase do comportamento de forrageamento		
		Exploração inicial (%)	Recrutamento inicial (%)	Recrutamento massivo (%)
<i>P. elliottii</i>	0 (controle)	95	80	10
	3	90	65	30
	6	85	85	60*
	9	90	75	40
<i>E. grandis</i>	0 (controle)	95	80	15
	3	90	75	25
	6	95	90	65*
	9	95	70	45
<i>M. huberi</i>	0 (controle)	80	65	10
	3	85	65	20
	6	80	75	30
	9	95	80	50*

(\* indica diferença significativa com o controle (sadia) no teste de  $\chi^2$ ,  $p < 0,05$ ).

O número total de cupins recrutados em *P.elliotti* também foi significativamente maior ( $F_{3,64}=3,44$ ,  $P < 0,05$ ) na madeira decomposta por 6 meses ( $1,7 \pm 0,2$ ) do que na madeira controle ( $0,8 \pm 0,1$ ). Do mesmo modo, *E. grandis* decomposta por 6 meses recrutou mais cupins ( $2,1 \pm 0,1$ ) do que a madeira controle ( $1,3 \pm 0,2$ ) ( $F_{3,64}=3,82$ ,  $P < 0,05$ ). Nos testes com *M. huberi*, a madeira decomposta durante 9 meses ( $1,9 \pm 0,3$ ) foi a que recrutou mais cupins ( $F_{3,64}=2,91$ ,  $P < 0,05$ ) do que a madeira controle ( $1,0 \pm 0,1$ ) (Figura 1).

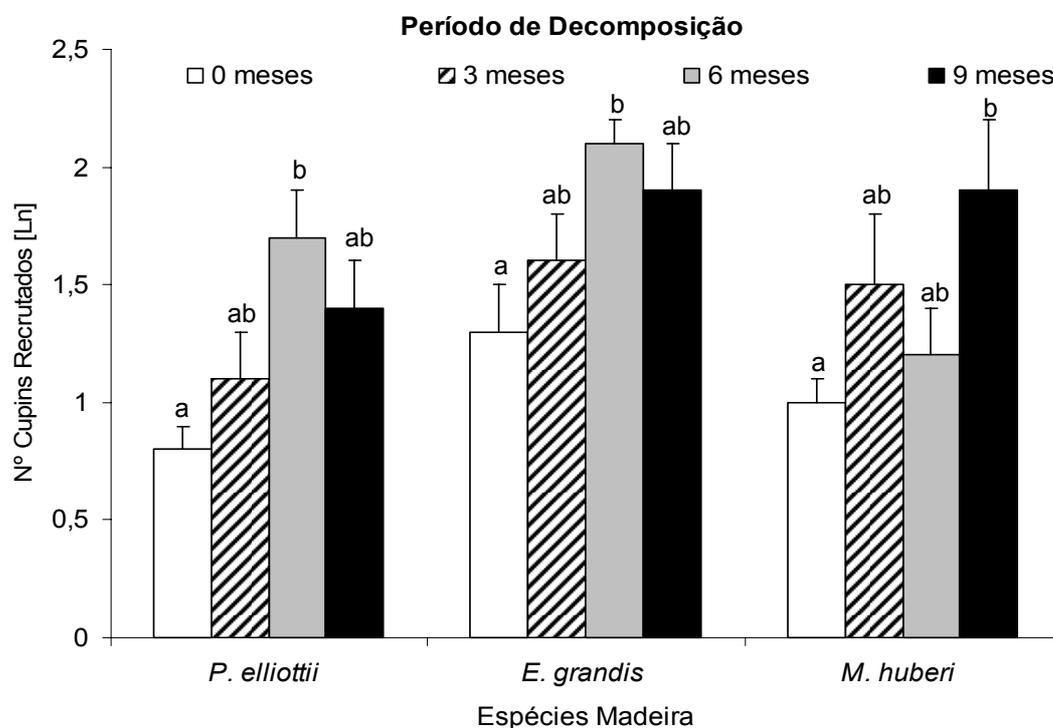


Figura 1. Número de cupins recrutados [Ln] (MÉDIA  $\pm$  EP) durante 60 min em madeira sadia ou decomposta de *Pinus elliotii*, *Eucalyptus grandis* e *Manilkara huberi* colocadas separadamente por espécie em situação de escolha em uma arena de forrageamento de *N. corniger* (n=20). As madeiras de cada espécie sofreram intemperismo por 3, 6 e 9 meses. (Teste Tukey, letras distintas indicam diferença significativa  $p < 0,05$ ).

## DISCUSSÃO

O recrutamento de operários de *N. corniger* para madeiras sadias e decompostas das três espécies vegetais indicou que, em nenhum caso, o processo de decomposição inviabilizou as madeiras como potenciais fontes de recurso alimentar aos cupins. Por outro lado, o ataque dos cupins às madeiras sadias colocadas em competição com madeiras

decompostas rejeita a idéia de que a decomposição da madeira é um pré-requisito para acontecer ataque de cupins (Esenther *et al.*, 1961).

A melhor resposta dos cupins sobre as madeiras decompostas das três espécies sugere que a decomposição alterou a estrutura física da madeira facilitando a remoção de fibras celulósicas, o que aumentou o valor nutricional da madeira. Para Waller e La Fage (1987), a decomposição da madeira pode aumentar a disponibilidade de nutrientes e degradar compostos tóxicos. Segundo Cornelius *et al.* (2002), o processo de decomposição provoca a liberação de aleloquímicos que atuam sobre cupins subterrâneos. Em espécies do gênero *Reticulitermes* compostos produzidos pela decomposição das madeiras podem ainda desencadear o seguimento de trilha e agregação de indivíduos (Esenther e Beal, 1979; Rust *et al.*, 1996).

Nos testes com madeiras de *P.elliottii* e *E. grandis* a madeira que provocou maior resposta nos cupins foi a decomposta por 6 meses. Nos testes com madeiras de *M. huberi* a madeira foi submetida à decomposição por 9 meses. Madeiras de alta densidade, por terem menores taxas de retenção de água, retardam o processo de decomposição (Cartwright e Finlay, 1958; Bultman e Southwell, 1976). A madeira de *M. huberi*, por ser de maior densidade, necessitaria de mais tempo de exposição às intempéries para produzir as substâncias que aumentam a preferência.

Alguns autores sustentam que a decomposição mais lenta também poderia ocorrer nas madeiras de densidade baixa. Nestas madeiras, excessos de umidade poderiam ultrapassar o ponto de saturação das fibras excluindo o ar necessário para o crescimento dos fungos decompositores. Desta forma, o processo de decomposição da madeira por ação de fungos seria detido (Cartwright e Finlay, 1958; Bultman e Southwell, 1976). Entretanto, nas condições do presente trabalho a resposta dos cupins à madeira decomposta de *P. elliottii* (de densidade baixa) foi proporcional à obtida sobre madeira decomposta de *E. grandis* (de densidade média). A resposta dos cupins foi em ambas as espécies menor na madeira sadia, elevou-se na madeira decomposta por 6 meses e logo decresceu aos 9 meses de decomposição. Desta forma, a densidade baixa da madeira não parece ter retardado o processo de decomposição.

Madeiras decompostas por nove meses não foram preferidas às madeiras sadias, tanto para *E. grandis* quanto para *P. elliottii*. Aparentemente, a partir de determinado ponto do processo de decomposição, os atributos responsáveis pela preferência seriam reduzidos.

Resultados similares foram encontrados em experiências feitas com cupins *Coptotermes formosanus* Shiraki e *Reticulitermes flavipes* Kollar, os quais preferiram madeiras de densidade mediana decompostas durante 8 semanas ao controle sadio, mas não as decompostas durante 12 semanas (Cornelius *et al.*, 2003). Por isso, é provável que a partir de certo ponto do processo de decomposição da madeira se intensifiquem processos de decomposição de nutrientes ou de produção de substâncias químicas com ação repelente ou tóxica aos cupins.

Neste trabalho constatou-se que quando madeiras sadias e decompostas são oferecidas aos cupins em forma simultânea, representam para *N.corniger* fontes de alimento de interesse equivalente. No entanto, no decorrer do processo da exploração dessas fontes ocorre uma concorrência que provoca diferenças na intensidade de recrutamento. Novas pesquisas deverão ser orientadas para determinar se o aumento da preferência pelas madeiras decompostas é consequência de alterações químicas.

## RESUMO E CONCLUSÕES

Madeiras sadias e madeiras deterioradas de *Eucalyptus grandis* colocadas em situação de competição provocaram recrutamento massivo de *Nasutitermes corniger*. Essa resposta dos cupins se repetiu em testes com madeiras de *Pinus elliottii* e de *Manilkara huberi*. Estes resultados indicaram que madeiras sadias ou deterioradas representam inicialmente para os cupins fontes alimentares de interesse equivalente, e que a decomposição da madeira não é um requisito essencial para uma madeira ser explorada pelos cupins. Entretanto, a intensificação do processo de exploração da fonte evidenciou que o processo de decomposição provoca mudanças na composição química ou física das madeiras que aumenta a preferência dos cupins por estas madeiras. Esse aumento de preferência só acontece até certo grau de decomposição da madeira. O efeito do tempo de exposição às intempéries sobre a decomposição da madeira foi variável segundo a espécie, o que estaria relacionado às diferenças de densidade das madeiras. A madeira de mais alta

densidade necessitou um maior período de tempo de exposição às intempéries para provocar aumentos de preferência na madeira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBURGEY, T.L.; SMYTHE, R.V. (1977) **Factors influencing termite feeding on brown-rotted wood**. *Sociobiology* 3: 3-12.
- BANDEIRA, A.G.; GOMES, J.I.; LISBOA, P.L.B.; SOUZA, P.C.S. (1989) **Insetos pragas de madeiras de edificações em Belém - Pará**. EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 101:1-25.
- BANDEIRA, A.G.; MIRANDA, C.S.; VASCONCELLOS, A. (1998) Danos causados por cupins em João Pessoa, Paraíba - Brasil. In: FONTES, L. R. & BERTI FILHO, E. (Eds.). **Cupins: O desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, p. 75-85.
- BULTMAN, J.D.; SOUTHWELL, C.R. (1976) **Natural resistance of tropical woods to terrestrial wood-destroying organisms**. *Biotropica* 8: 71-95.
- BUSTAMANTE, N.C.R. (1993) **Preferências alimentares de 5 espécies de cupins *Nasutitermes* Dudley, 1980 (Termitidae: Isoptera) por 7 espécies de madeiras de várzea na Amazônia Central**. Dissertação de Mestrado, INPA/FUA, Manaus, 151p.
- CABRERA, B.J.; KAMBLE, S.T. (2001) **Effect of decreasing thermophotoperiod on Eastern subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae)**. *Arquivos Instituto Biológico de São Paulo* 30:166-167.
- CARTWRIGHT, K.S.T.G.; FINLAY, W.P.K. (1958) **Decay of timber and its prevention**. London: HER MAJESTY'S STATIONERY OFFICE. 332p.
- CORNELIUS, M.L.; DAIGLE, D.J.; CONNICK Jr., W.J.; PARKER, A.; WUNCH, K. (2002) **Responses of *Coptotermes formosanus* and *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae) to three types of wood rot fungi cultured on different substrates**. *J. Econ. Entomol.* 95: 121-128.
- CORNELIUS, M.L.; DAIGLE, D.J.; CONNICK Jr., W.J.; WILLIAMS, K.S.; LOVISA, M.P. (2003) **Responses of the Formosan subterranean termite (Isoptera:**

- Rhinotermitidae) to wood blocks inoculated with lignin-degrading fungi.** Sociobiology 41: 513-525.
- COSTA-LEONARDO, A.M. (2002) **Cupins-Praga: morfologia, biologia e controle.** Rio Claro: DIVISA. 128 p.
- COSTA-LEONARDO, A.M.; THORNE, B.L. (1995) Iscas e outras metodologias alternativas para o controle de cupins. *In*: BERTI FILHO, E.; FONTES, L.R. (eds.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins.** Piracicaba: FEALQ, p.89-94.
- ESENTHER, G.R.; BEAL, R.H. (1979) **Termite control: decayed wood bait.** Sociobiology 4: 215-222.
- ESENTHER, G.R.; ALLEN, T.C.; CASIDA, J.E.; SHENEFELT, R.D. (1961) **Termite attractant from fungus infected wood.** Science 1: 43-50.
- LENZ, M.; RUYOOKA, D.B.A.; HOWICK, C.D. (1980) **The effect of brown and white rot fungi on wood consumption and survival of *Coptotermes lacteus* (Froggatt) (Isoptera: Rhinotermitidae) in a laboratory setting.** Z. Angew. Entomol. 89: 344-362.
- LENZ, M.; AMBURGEY, T.L.; ZI-RONG, D.; MAULDIN, J.K.; PRESTON, A.F.; RUDOLPH, D.; WILLIAMS, E.R. (1991) **Inter-laboratory studies on termite-wood decay fungi associations: II. Response of termites to *Gloeophyllum trabeum* grown on different species of wood (Isoptera: Mastotermitidae, Termopsidae, Rhinotermitidae, Termitidae).** Sociobiology 18: 203-254.
- MARICONI, F.A.M.; FONTES L.R.; ARAÚJO, R.L. (1999) Os cupins. *In*: MARICONI, F. A. M.; FONTES L. R.; ARAÚJO, R. L. (Eds.). **Insetos e outros invasores de residências.** V.6. Piracicaba: FEALQ. p.35-90.
- MILL, A.E. (1991) **Termites as structural pest in Amazonia, Brazil.** Sociobiology, 19(2): 339-348.
- ROJAS, M.G.; MORALES-RAMOS, J.A. (2001) **Bait matrix delivery of chitin synthesis inhibitors to the formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae).** J. Econ. Entomol. 2:506-510.
- RUST, M.K.; HAAGSMA, K.; NYUGEN, J. (1996) **Enhancing foraging of western subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) in arid environments.** Sociobiology 28: 275-286.

- SU, N.-Y. (1994) **Field evaluation of hexaflumuron bait for population suppression of subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae)**. J. Econ. Entomol. 87: 389-397.
- SU, N.-Y.; SCHEFFRAHN, R.H. (1993) **Laboratory evaluation of two chitin synthesis inhibitors, hexaflumuron and diflubenzuron, as bait toxicants against the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae)**. J. Econ. Entomol. 86:1453-1457.
- WALLER, D.A.; LA FAGE, J.P. (1987) Nutritional ecology of termites. *In*: SLANSKY, F.; RODRIGUEZ, J.G. (Eds.). **Nutritional ecology of insects, mites, and spiders**. New York: WILEY. p. 487-532.

### 3.3. EFEITO DE EXTRATO DE MADEIRA NA PREFERÊNCIA ESPECÍFICA EM *Nasutitermes corniger* (MOTSCHULSKY) (ISOPTERA: TERMITIDAE)

#### RESUMO

Neste trabalho verificou-se o efeito de extratos de madeiras sadias e decompostas de *Eucalyptus grandis* sobre a preferência de *Nasutitermes corniger* (Motschulsky). Os experimentos foram realizados em arenas de forrageamento de colônias de *N. corniger*. Em um primeiro experimento, foram colocados na arena de forrageamento dois papéis filtro (4 x 4 cm), um impregnado com 50 µL de extrato de madeira e o outro com 50 µL do solvente (Diclorometano). Os extratos utilizados foram de madeiras de *E. grandis* sadias e decompostas. A madeira foi decomposta submetendo estas às intempéries durante 6 meses. No segundo experimento foram realizados dois testes: a) No primeiro foram colocadas na arena em uma situação de competição duas peças de madeira sadia de *E. grandis* (5,0 x 2,0 x 2,0 cm). Uma das peças foi impregnada com 50 µL de extrato de madeira decomposta e a outra com 50 µL solvente (Diclorometano UP), b) No segundo teste colocou-se na arena duas peças de madeira de *E. grandis* decomposta. Uma das peças foi impregnada com 50 µL de extrato de madeira sadia e a outra com solvente. Os testes tiveram duração de uma

hora. Nos testes observou-se a ocorrência de comportamento de exploração e recrutamento. Ao final dos mesmos as madeiras foram retiradas da arena e os cupins presentes nestas foram contados. No primeiro experimento, a proporção de ocorrência de recrutamento massivo sobre os substratos com extrato de madeira sadia (17/20) e com extratos de madeira decomposta (18/20) foi significativamente maior que sobre os controles com solvente (3/20 e 3/20). O número de cupins recrutados nos substratos tratados com extrato de madeira sadia ( $118,6 \pm 21,0$ ) e extrato de madeira decomposta ( $82,2 \pm 7,2$ ) também foi maior ( $F=13,50$ ,  $P<0,001$  e  $F=27,17$ ,  $P<0,001$ , respectivamente) que nos tratados com solvente ( $38,8 \pm 6,0$  e  $39,8 \pm 4,9$ , respectivamente). No segundo experimento houve uma proporção de recrutamento massivo significativamente maior ( $P<0,01$ ) sobre madeiras sadias tratadas com extrato de madeira decomposta (13/20) e também um número maior de cupins recrutados ( $107,0 \pm 11,0$ ) que sobre a madeira impregnada com solvente (4/20 e  $65,0 \pm 11,0$ , respectivamente). No entanto, quando a madeira decomposta foi tratada com extrato de madeira sadia não houve diferenças com o controle. Portanto, substâncias químicas da madeira de *E. grandis*, tanto sadia quanto decomposta, permitiram aumentar a proporção e a intensidade de recrutamento de *N. corniger* a um substrato alimentar neutro, mas somente as substâncias químicas de madeira decomposta foram capazes de alterar a preferência de *N. corniger* por uma madeira.

#### ABSTRACT

In this work we verified effect of extracts of healthy and decomposed woods of *Eucalyptus grandis* over the preference of *Nasutitermes corniger* (Motschulsky). The experiments were carried out in foraging arenas of colonies of *N. corniger*. In the first experiment, we placed in the foraging arena two filter-paper (4 x 4 cm), one of them was impregnated with 50  $\mu$ L of wooden extract and the other one with 50  $\mu$ L of solvent (Dichlorometane). The extracts were of healthy and decomposed woods of *E. grandis*. The wood decomposed was submitted in the open by 6 months. In the second experiment were carried out two tests. In the first were placed in arena in a choice situation two pieces of healthy wood of *E. grandis* (5,0 x 2,0 x 2,0

cm). One of the pieces was impregnated with 50  $\mu$ L of decomposed wooden extract and the other with 50  $\mu$ L of solvent (Dichlorometane). In the second test was placed in the arena two pieces of decomposed wood of *E. grandis*. One of the pieces was impregnated with 50  $\mu$ L of healthy wooden extract and the other one with 50  $\mu$ L of solvent. During an hour occurrence of exploration and recruitment behavior was observed. In the end of the tests woods were removed from the arena and the termites over them were counted. In the first experiment, massive recruitment was significantly more frequent on the substrate impregnated with healthy wooden extract (17/20) and with decomposed wooden extract (18/20) than the substrate impregnated with the solvent, (3/20 and 3/20). The number of termites recruited over the substrate impregnated with healthy wooden extract ( $118,6 \pm 21,0$ ) and decomposed wooden extract ( $82,2 \pm 7,2$ ) was also greater ( $F=13,50$ ,  $P<0,001$  and  $F=27,17$ ,  $P<0,001$ , respectively) than over the substrate control impregnated with the solvent ( $38,8 \pm 6,0$  and  $39,8 \pm 4,9$ , respectively). In the second experiment, occurrence of massive recruitment (13/20) and the number of termites recruited ( $107,0 \pm 11,0$ ) over healthy wood impregnated with decomposed wooden extract were significantly greater ( $P<0,01$ ) than over the impregnated with solvent (4/20 and  $65,0 \pm 11,0$ , respectively). No differences were detected with the control when the decomposed wood was impregnated with healthy wooden extract. Therefore, extracts of healthy or decomposed wood of *E. grandis*, allowed to increase recruitment of *N. corniger* on a neutral alimentary substrate, but only decomposed woods extracts modified the wood preference of *N. corniger*.

## INTRODUÇÃO

A compreensão do processo de seleção da fonte de alimento em cupins exige o conhecimento dos mecanismos responsáveis pela repelência ou atração de um estímulo alimentar (Suoja *et al.*, 1999). A atração é definida como a ação que provoca movimentos orientados em direção ao estímulo, e a repelência é o inverso (Kennedy, 1978; Matthews e Matthews, 1978). Comumente, essas duas ações participam do processo de recrutamento

de cupins à fonte alimentar (Suoja *et al.*, 1999) e dependem das propriedades físicas e químicas da madeira (Price, 1984).

Entre as propriedades químicas das madeiras, os metabólitos secundários têm sido indicados como responsáveis pela repelência ou atração de certas espécies de cupins (Wolcott, 1957; Wood, 1978; Carter *et al.*, 1983). Substâncias químicas derivadas da ação de fungos sobre a madeira também são indicadas como atraentes de certas espécies de cupins subterrâneos (Watanabe e Casida, 1963; Cornelius *et al.*, 2002; Cornelius *et al.*, 2003). Estas substâncias têm grande potencial na elaboração de iscas de recrutamento destinadas ao controle de cupins (Cornelius *et al.*, 2002; Su, 2005).

O controle a base de iscas consiste na incorporação de um inseticida em substratos celulósicos atrativos. Ao consumir a isca, os cupins forrageadores transportam e distribuem o inseticida para toda a colônia mediante trofalaxia. Um aspecto relevante do método de controle através de iscas é a baixa concentração de inseticida utilizada. Por este motivo o método é de baixa toxicidade para outros seres vivos e apresenta baixo risco de contaminação ambiental (Costa-Leonardo e Thorne, 1995; Mariconi *et al.*, 1999). Entretanto, um dos problemas no uso deste método para controlar *Nasutitermes* spp. é a atratividade das iscas utilizadas (Su, 1994; Costa-Leonardo, 2002).

Em áreas urbanas o cupim arborícola *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) é uma das espécies que mais danos provoca. Esta espécie é considerada uma praga severa em diversos estados do Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, onde provoca grandes danos nas madeiras de edificações e de mobiliários internos (Bandeira *et al.*, 1989, 1998; Mill, 1991; Costa-Leonardo, 2002). O controle desta espécie é difícil devido à localização distante dos ninhos do local atacado e à alta reincidência de infestações ocasionada pela existência de ninhos policíclicos (Costa-Leonardo, 2002).

Neste trabalho procurou-se determinar se substâncias químicas da madeira podem alterar a preferência deste cupim por um recurso alimentar.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Manutenção de Cupins em Laboratório*

Colônias maduras de *N. corniger* instaladas em recipientes de vidro (50 cm x 40 cm x 60 cm de altura) com uma capa de 20 cm de areia esterilizada umedecida em seu fundo foram mantidas em sala de criação a  $25 \pm 5$  °C,  $85 \pm 5\%$ , e 10:14 horas (claro:escuro). Cada colônia foi conectada a uma arena de forrageamento (Silva, trabalho 2) onde foram disponibilizadas madeiras umedecidas em água, das espécies *Cedrela odorata* L. (Meliaceae) ou cedro e *Hymenolobium elatum* Ducke (Fabaceae) ou angelim-pedra.

### *Extratos de Madeira*

Extratos foram obtidos de madeiras de *E. grandis* conservadas em ambiente propício e ou submetidas às intempéries durante 6 meses (madeira de distinta atratividade para *N. corniger*, Silva, trabalho 3). Cada madeira foi triturada em um moinho tipo Wiley e 20 g de serragem delas foram colocadas separadamente em erlenmeyers (500 ml) contendo 70 ml de diclorometano ultrapuro. Após 24 horas os extratos foram filtrados e levados ao freezer onde foram mantidos a -10°C até serem utilizados. Os extratos foram feitos de acordo com protocolos D-1107 e D-1108 da American Society for Testing and Materials.(1994).

### *Bioensaio*

Em um ninho de *N. corniger* interrompeu-se o acesso dos cupins à arena de forrageamento por trinta minutos e nesse intervalo o alimento foi retirado e em seu lugar foram colocadas placas de vidro (5 x 2,5 cm), contendo os tratamentos. As placas foram posicionadas a aproximadamente 15 cm de distância do ponto de acesso dos cupins e separadas entre si por 10 cm.

Quando foi liberado o acesso dos cupins à arena, registrou-se durante 60 minutos a ocorrência de exploração inicial e de recrutamento inicial e massivo de operários (Silva, trabalho 2). Após, as placas foram retiradas da arena e o alimento restituído à colônia. Em seguida os cupins presentes em cada placa foram contados.

Em cada experimento foram utilizadas quatro colônias de cupins. Os testes foram repetidos 20 vezes, sendo cinco vezes em cada colônia.

A proporção de ocorrência de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento massivo de operários foi comparada mediante o teste Qui-quadrado. O número de cupins recrutados foi comparado através de Anova.

#### **EXPERIMENTO 1:** Efeito de extratos de madeira sobre o recrutamento de cupins

Em um primeiro teste colocou-se na arena de forrageamento dois papéis filtro (substrato neutro) de 4x4 cm. Um dos papéis foi impregnado com 50 µL de extrato de madeira sadia de *E. grandis* e o outro com 50 µL de diclorometano (controle). No segundo teste colocou-se na arena um papel de filtro impregnado com 50 µL de extrato da madeira decomposta e outro impregnado com 50 µL do solvente.

#### **EXPERIMENTO 2:** Alteração de preferência mediante extratos da madeira

Em um primeiro teste foram colocadas na arena de forrageamento de um ninho de *N. corniger* duas peças de madeira sadias de *E. grandis* (5,0 x 2,0 x 2,0 cm). Uma das madeiras foi impregnada com 50 µL de extrato de madeira decomposta e a outra com 50µL do solvente.

Em um segundo teste colocou-se na arena em situação de competição duas peças de madeira de *E. grandis* submetidas às intempéries durante 6 meses. Uma das madeiras foi impregnada com 50 µL de extrato de madeira sadia e a outra com 50µL de diclorometano. Durante os testes o comportamento dos cupins foi registrado.

## RESULTADOS

### **EXPERIMENTO 1:** Efeito de extratos de madeira sobre o recrutamento de cupins

A exploração inicial, o recrutamento inicial e o recrutamento massivo de operários ocorreram em todos os tratamentos de ambos os testes, mas a proporção de ocorrência de recrutamento massivo foi significativamente maior sobre o papel tratado com extratos de madeira. O tratamento com extrato de madeira sadia provocou uma proporção de recrutamento massivo maior (17/20) que o observado sobre o controle (3/20) (teste de Chi 2,  $x=16,90$ ;  $p<0,001$ ). O extrato de madeira decomposta também provocou recrutamento massivo mais vezes (18/20) que o controle (3/20) (teste de Chi 2,  $x=19,65$ ;  $p<0,001$ , Tabela 1). O número total de cupins recrutados ao final dos testes também foi maior sobre os extratos de madeira sadia ( $118,6\pm 16,4$ ) e de madeira decomposta ( $82,2\pm 21,0$ ) que sobre os respectivos controles ( $38,8\pm 10,3$  e  $39,8\pm 6,0$ ) ( $F_{1,32}=13,50$  e  $F_{1,32}=27,17$ ,  $P<0,001$ , respectivamente, Figura 1).

Tabela 1. Porcentagem de ocorrência de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento massivo em *N. corniger* (n=20) em papéis filtro impregnados com extratos de madeira de *E. grandis* sadia e decomposta e com o solvente (controle). Teste 1: Extrato de madeira sadia vs. solvente, Teste 2: Extrato de madeira decomposta vs. solvente.

Teste	Estímulo	Fase do comportamento de forrageamento		
		Exploração inicial (%)	Recrutamento inicial (%)	Recrutamento massivo (%)
1	Extrato madeira sadia	100	100	85 *
	Solvente	100	95	15
2	Extrato madeira decomposta	100	100	90
	Solvente	100	100	35 *

(\* indica diferença significativa com o controle (solvente) no teste de  $\chi^2$ ,  $p < 0,05$ ).

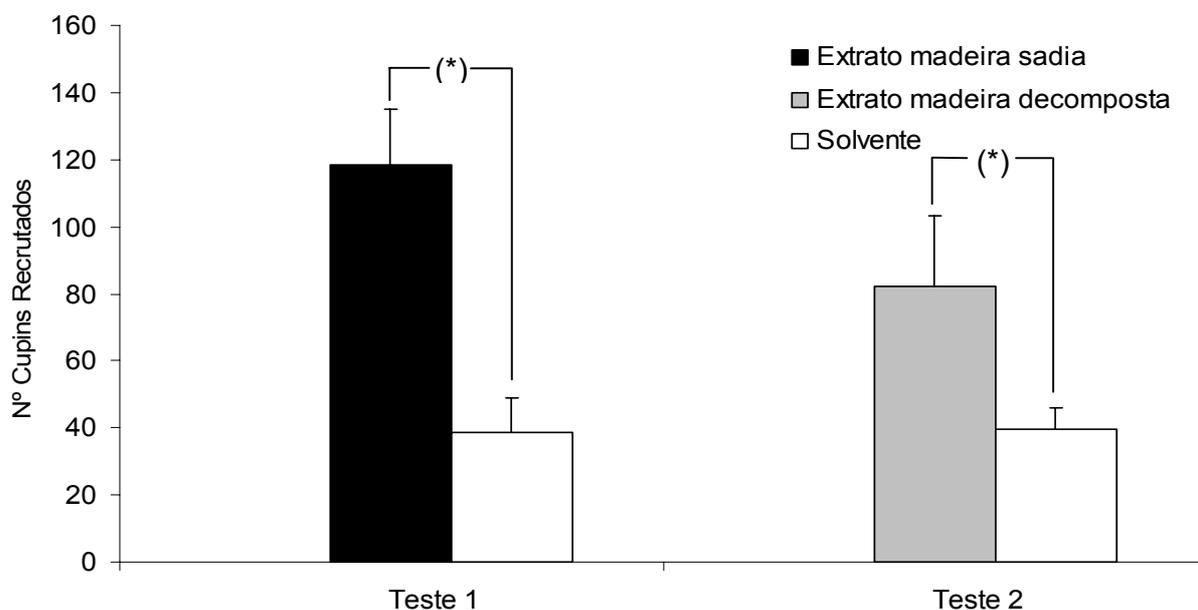


Figura 1. Número de cupins recrutados (MÉDIA  $\pm$  EP) ao final dos 60 min de teste (n=20) sobre papel de filtro impregnado com 50  $\mu$ L de extrato de madeira de *Eucalyptus grandis* sadia ou decomposta durante 6 meses ou com solvente (controle). (\*) indica diferença significativa entre extrato e solvente, Teste ANOVA,  $p < 0,05$ .

## EXPERIMENTO 2: Alteração de preferência mediante o uso de extrato da madeira

A exploração inicial, o recrutamento inicial e o recrutamento massivo de operários ocorreram tanto nas madeiras tratadas com extratos quanto nas impregnadas com solvente (Tabela 2).

A proporção de recrutamento massivo foi significativamente maior (teste de Chi 2,  $\chi^2 = 6,55$ ;  $p < 0,05$ ) na madeira sadia de *E. grandis* tratada com extrato da madeira decomposta (13/20) que na madeira controle impregnada com o solvente (4/20). Entretanto, não houve diferença com o controle quando madeira de *E. grandis* decomposta por 6 meses foi tratada com extrato de madeira sadia (Tabela 2).

Tabela 2. Porcentagem de ocorrência durante 60 min de observação de exploração inicial, recrutamento inicial e recrutamento massivo de *N. corniger* (n=20) em madeira de *Eucalyptus grandis* sadia ou decomposta tratada com extratos da própria madeira sadia ou decomposta ou com o solvente (controle).

Madeira	Estímulo	Fase do comportamento de forrageamento		
		Exploração inicial (%)	Recrutamento inicial (%)	Recrutamento massivo (%)
Sadia	Extrato madeira decomposta	100	100	65 *
	Solvente	100	95	20
Decomposta	Extrato madeira sadia	100	100	75
	Solvente	100	90	40

(\* indica diferença significativa com o controle (solvente) no teste de  $\chi^2$ ,  $p < 0,05$ ).

O número de cupins recrutados ao final dos testes também foi maior ( $F_{1,32} = 7,58$ ,  $P < 0,01$ , Figura 2) na madeira sadia impregnada com extrato de madeira decomposta ( $107,0 \pm 11,0$ ) que na mesma madeira impregnada apenas com solvente ( $65,0 \pm 11,0$ ). Entretanto, novamente não houve diferença entre a madeira decomposta tratada com extrato de madeira sadia e o controle impregnado com solvente.

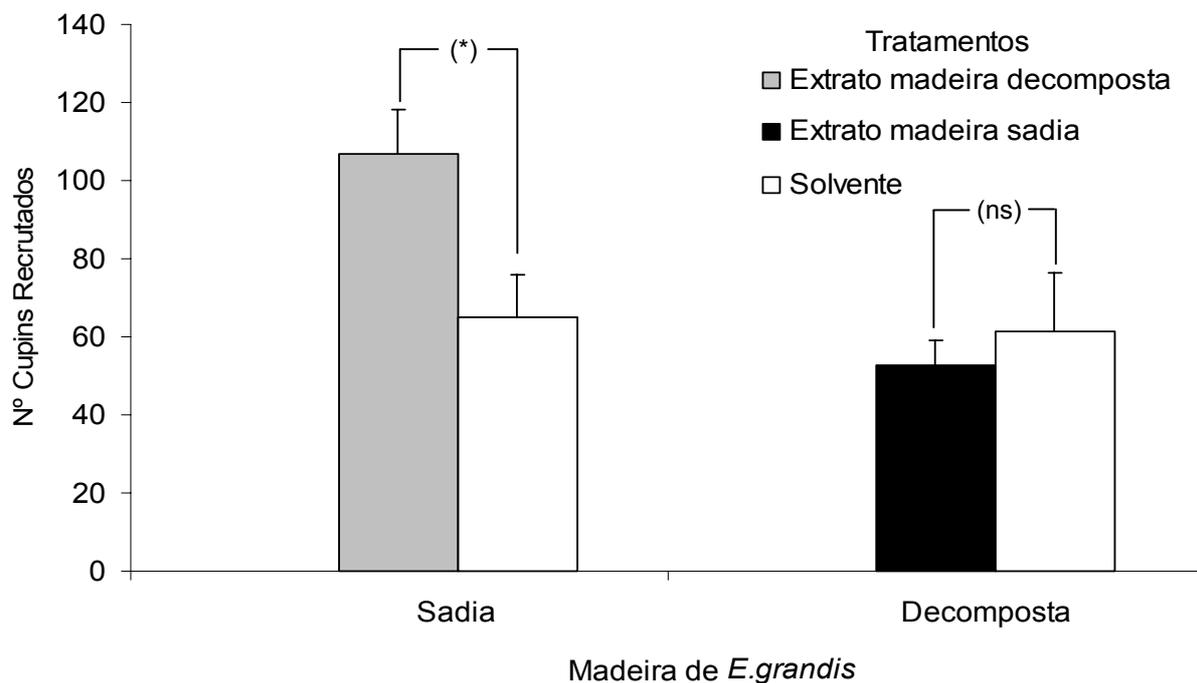


Figura 2. Número de cupins recrutados (MÉDIA ± EP) após uma hora (n=20) em madeira de *Eucalyptus grandis* sadia e decomposta tratada com extrato de madeira decomposta e sadia respectivamente e suas respectivas madeiras controle impregnadas apenas com o solvente. (\*) diferença significativa  $p < 0,05$  entre extrato e solvente, ANOVA.

## DISCUSSÃO

A ocorrência de exploração inicial e recrutamento inicial de operários de *N. corniger* tanto para o substrato celulósico tratado com extrato de madeira quanto para o tratado com solvente indica que o agregado de substâncias químicas contido na madeira não alterou a atratividade do substrato.

Por outro lado, a maior proporção de recrutamento massivo e o maior número de cupins recrutados sobre os substratos tratados sugerem que substâncias específicas da madeira e outras surgidas com a decomposição da madeira podem aumentar a preferência do substrato. Muitos autores descrevem que o recrutamento de cupins a uma fonte de

alimento pode ser desencadeado por aleloquímicos específicos das madeiras (Price, 1984; Waller e La Fage, 1987). Por outro lado, a decomposição das madeiras pode também produzir substâncias químicas que desencadeiam em espécies de cupins subterrâneos a agregação de indivíduos sobre o recurso alimentar (Rust *et al.*, 1996; Cornelius *et al.*, 2002; Su, 2005).

A maior proporção de resposta de *N.corniger* à madeira sadia tratada com extrato de madeira decomposta indica que compostos produzidos durante a decomposição da madeira têm ação aditiva ou sinérgica que eleva a preferência dos cupins pelo substrato. Efeito similar já foi observado com os cupins subterrâneos *Coptotermes formosanus* Shiraki e *Reticulitermes flavipes* (Kollar) quando compostos químicos produzidos por efeito da decomposição da madeira alteraram a preferência pela fonte de alimento (Cornelius *et al.*, 2002; Cornelius *et al.*, 2003; Cornelius *et al.*, 2004). Em *C. formosanus* e *Reticulitermes* spp. as substâncias de madeiras decompostas desencadeiam comportamento de seguimento de trilha (Esenther e Beal, 1979; Ohmura *et al.*, 1995; Su, 2005).

A ausência de efeito sobre o comportamento de forrageamento dos cupins quando extrato de madeira sadia foi adicionado a madeiras decompostas indica que estes extratos não adicionam nenhum atrativo aos já presentes na madeira decomposta.

Neste trabalho constatou-se que substâncias químicas da madeira de *E. grandis*, tanto sadia quanto decomposta, permitiram aumentar a frequência e a intensidade de recrutamento de *N. corniger* ao substrato alimentar neutro. Entretanto, somente os odores de madeira decomposta foram capazes de aumentar a preferência de *N. corniger* pela madeira. Pesquisas futuras deverão ser orientadas para identificar os compostos responsáveis pelo aumento de preferência com o objetivo de avançar na procura de substâncias que permitam melhorar a atratividade de iscas utilizadas em sistemas de controle e monitoramento de *N.corniger*.

## RESUMO E CONCLUSÕES

Extratos de madeiras sadias e decompostas de *Eucalyptus grandis* permitiram aumentar a frequência e a intensidade de recrutamento de cupins a um substrato alimentar neutro. No entanto, somente extratos de madeira decomposta incrementaram o recrutamento de cupins para a madeira sadia. Portanto, constatou-se que tanto as substâncias químicas específicas da madeira quanto as substâncias adquiridas durante o processo de decomposição têm papel determinante no recrutamento de cupins forrageadores sobre um substrato alimentar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. (ASTM D –1107) (1994) **Standard test method for alcohol-benzenesolubility of wood**. Annual Book of ASTMstandards: wood. Philadelphia: v.04 10,p. 189-190.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. (ASTM D –1108) (1994) **Standard test method for dicloromethane solublesin wood**. Annual Book of ASTMstandards: wood. Philadelphia: v.04 10,p. 191-192.
- BANDEIRA, A.G.; GOMES, J.I.; LISBOA, P.L.B.; SOUZA, P.C.S. (1989) **Insetos pragas de madeiras de edificações em Belém - Pará**. EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 101:1-25.
- BANDEIRA, A.G.; MIRANDA, C.S.; VASCONCELLOS, A. (1998) Danos causados por cupins em João Pessoa, Paraíba - Brasil. In.: FONTES, L. R. & BERTI FILHO, E. (Eds.). **Cupins: O desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, p. 75-85.
- CARTER, F.L.; JONES, S.C.; MAULDIN, J.K.; CAMARGO, C.C.R. (1983) **Responses of *Coptotermes formosanus* Shiraki to extracts from five Brazilian hardwoods**. A. Angenwandte Entomol., 95: 5-14.

- CORNELIUS, M.L.; DAIGLE, D.J.; CONNICK Jr., W.J.; PARKER, A.; WUNCH, K. (2002) **Responses of *Coptotermes formosanus* and *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae) to three types of wood rot fungi cultured on different substrates.** J. Econ. Entomol. 95: 121-128.
- CORNELIUS, M.L.; DAIGLE, D.J.; CONNICK Jr., W.J.; WILLIAMS, K.S.; LOVISA, M.P. (2003) **Responses of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) to wood blocks inoculated with lignin-degrading fungi.** Sociobiology 41: 513-525.
- CORNELIUS, M.L.; BLAND J. M.; DAIGLE, D.J.; WILLIAMS, K.S.; LOVISA, M.P.; CONNICK Jr, W. J.; LAX, A.R. (2004) **Effect of a lignin-degrading fungus on feeding preferences of formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) for different commercial lumber.** J. Econ.Entomol. 97: 1025-1035.
- COSTA-LEONARDO, A.M. (2002) **Cupins-Praga: morfologia, biologia e controle.** Rio Claro: DIVISA. 128 p.
- COSTA-LEONARDO, A.M.; THORNE, B.L. (1995) Iscas e outras metodologias alternativas para o controle de cupins. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L.R. (eds.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins.** Piracicaba: FEALQ, p.89-94.
- ESENTHER, G.R.; BEAL, R.H. (1979) **Termite control: decayed wood bait.** Sociobiology 4: 215-222.
- KENNEDY, J.S. (1978) **The concepts of olfactory 'arrestment' and 'attraction.'** Physiol. Entomol. 3: 91-98.
- MARICONI, F.A.M.; FONTES L.R.; ARAÚJO, R.L. (1999) Os cupins. In: MARICONI, F. A. M.; FONTES L. R.; ARAÚJO, R. L. (Eds.). **Insetos e outros invasores de residências.** V.6. Piracicaba: FEALQ. p.35-90.
- MATTHEWS, R.W.; MATTHEWS, J.R. (1978) **Insect behavior.** Wiley, New York.
- MILL, A.E. (1991) **Termites as structural pest in Amazonia, Brazil.** Sociobiology, 19(2): 339-348.
- OHMURA, W.; TOKORO, M.; TSUNODA, K. YOHIMURA, T.; TAKAHASHI, M. (1995) **Termite trail-following substances produced by brown-rot fungi.** Mater. Org. 29: 133-146.
- PRICE, P.W. (1984) **Insect Ecology.** 2.Ed. New York: Wiley. 607pp.

- RUST, M.K.; HAAGSMA, K.; NYUGEN, J. (1996) **Enhancing foraging of western subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) in arid environments.** Sociobiology 28: 275-286.
- SU, N.-Y. (1994) **Field evaluation of hexaflumuron bait for population suppression of subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae).** J. Econ. Entomol. 87: 389-397.
- SU, N.-Y. (2005) **Directional change in tunneling of subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) in response to decayed wood attractants.** J. Econ. Entomol. 98: 471-475.
- SUOJA, S.B.; LEWIS, V.R.; WOOD, D.L.; WILSON, M. (1999) **Comparisons of single and group bioassays on attraction and arrestment of *Reticulitermes* sp. (Isoptera: Rhinotermitidae) to selected cellulosic materials.** Sociobiology 33: 125-135.
- WALLER, D.A.; LA FAGE, J.P. (1987) Nutritional ecology of termites. *In*: SLANSKY, F.; RODRIGUEZ, J.G. (Eds.). **Nutritional ecology of insects, mites, and spiders.** New York: WILEY. p. 487-532.
- WATANABE, T., CASIDA, J.E. (1963) **Response of *Reticulitermes flavipes* to fractions from fungus-infected wood and synthesis chemicals.** J. Econ. Entomol. 56: 300-307.
- WOLCOTT, G.N. (1957) **Termite-repellent wood extractives.** J. Agr. Univ. Puerto Rico 37: 224-227.
- WOOD, T.G. (1978) Food and feeding habits of termites. *In*: BRIAN, M.V. (Ed.). **Production Ecology of Ants and Termites.** Cambridge: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, p.55-80.

### 3.4. SEMIOQUÍMICOS ENVOLVIDOS NO SEGUIMENTO DE TRILHA E EXPLORAÇÃO DO RECURSO ALIMENTAR DE *Nasutitermes corniger* (MOTSCHULSKY) (ISOPTERA: TERMITIDAE)

#### RESUMO

Neste trabalho procurou-se estabelecer se o cupim arborícola *Nasutitermes corniger* possui nas fezes e na saliva substâncias que modificam, respectivamente, o comportamento de seguimento de trilha e de exploração de uma fonte de alimento. Em um primeiro experimento foi colocada em uma arena de forrageamento de uma colônia de *N. corniger* 1) Uma trilha de pavé fecal feita pelos próprios cupins ou trilhas artificiais feitas com : 2) Parafina (imitando pelotas fecais); ou 3) pavé fecal recoberto por uma película de parafina; ou 4) Extrato de fluido retal; ou 5) Extrato de glândula esternal (feromônio de trilha); ou 6) Extrato de pavê; ou 7) Solvente (controle). Os testes tiveram uma duração de 3 minutos. Durante os testes foi registrado o número de cupins que seguiram no mínimo 5 cm de trilha. Em um segundo experimento foram colocados na arena de forrageamento dois papéis filtro (4x4cm), um impregnado, com 50 µL de extrato de glândula salivar e o outro com 50 µL de água destilada (controle). O número de cupins que realizou roedura sobre o substrato foi registrado. Após

uma hora, os papéis foram retirados da arena e os cupins presentes neles foram contados. Os cupins seguiram somente as trilhas de pavé fecal e as trilhas feitas artificialmente com extrato de glândula esternal e com extrato de pavé. A latência até o início de seguimento de trilha foi menor na triha de pavé fecal ( $0,26 \pm 0,1s$ ) que nas trilhas de glândula esternal ( $0,57 \pm 0,1s$ ) e de extrato de pavé ( $0,68 \pm 0,1s$ ). O número total de cupins que seguiram trilha também foi maior nas trilhas feitas pelos cupins ( $2,3 \pm 0,1$ ) que nas de extrato de pavé ( $1,9 \pm 0,1$ ) e extrato de glândula esternal ( $1,6 \pm 0,1$ ) ( $F=174,34$ ;  $P<0,001$ ). No substrato tratado com extrato de glândula salivar, o número de operários realizando roedura ( $64,5 \pm 4,8$ ) e o número total de cupins recrutados ( $86,3 \pm 17,1$ ) foi maior ( $F= 57,16$ ; e  $F= 7,69$ ;  $P< 0,01$ , respectivamente) que nos controles ( $12,4 \pm 5,0$  e  $32,4 \pm 7,7$  respectivamente). Os resultados permitem afirmar que os cupins encontram nas trilhas estímulos aditivos ao feromônio da glândula esternal que os orientam no seguimento de trilha. Provavelmente substâncias com ação feromonal são produzidas no pavé fecal depois da deposição das fezes na trilha. Sinais físicos originados pelas irregularidades das fezes na trilha podem também orientar os cupins mediante o fenômeno da tigmotaxia. A existência de substâncias nas glândulas salivares que possuem uma ação feromonal arrestante ou fagoestimulante também foi comprovada.

## ABSTRACT

In this work we investigate whether the arborium termite *N. corniger* have in the excrements and in the saliva substances that alter trail and exploration food behavior respectively. In the first experiment, we placed in a foraging arena of a *N. corniger* colony: 1) A pavé of feces trail made by termites or artificial trails made of: 2) Paraffin (that mimic feces); or 3) termites trails covered with paraffin; or 4) Rectal fluid extract; or 5) Sternal gland extract (trail pheromone); or 6) Pavé fecal extract; or 7) Solvent. The tests had duration of three minutes. During the tests the number of termites following at least 5 cm of trail was registered. In the second experiment, were placed in the foraging arena two filter-papers (4 x 4 cm), one impregnated with 50  $\mu$ L of salivary gland extract and the other with 50  $\mu$ L of distilled water (control). The number of termites that carried out gnawer behavior was registered. After one hour, the filter-

papers were removed from the arena and the termites over them were counted. The termites follows only the trails made by termites and the artificial trails made of sternal gland extracts and pavé fecal extract. Latency to follows trails was lesser in termites trails ( $0,26\pm0,1s$ ) than in trails of sternal gland extracts ( $0,57\pm0,1s$ ) and of pavé extracts ( $0,68\pm0,1s$ ). The number of termites that followed trail was also greater in termites trails ( $2,3\pm0,1$ ) than in pavé extract trails ( $1,9\pm0,1$ ) and sternal gland extract trails ( $1,6\pm0,1$ ) ( $F=174,34$ ;  $P<0,001$ ). The number of workers gnawing the substrate was greater on salivary gland extract ( $64,5\pm4,8$ ) ( $F= 57,16$ ;  $P< 0,001$ ) than on the control ( $12,4\pm5,0$ ). A greater number of termites was also recruited on the substrate with salivary glands extracts ( $86,3\pm17,1$ ) than over the control ( $32,4\pm7,7$ ;  $F= 7,69$ ;  $P< 0,01$ ). These results allow conclude that on the termites trails have additive stimuli to sternal gland pheromone that guide the termites to follows the trail. Probably, after the deposition of feces in the trail, substances with pheromonal effect are produced. Irregularities of excrements in the trail can also act as physical stimulus that guides the termites by mean of tigmotaxia phenomenon. The existence of substances in salivary glands with arrestant or feeding-stimulating pheromonal effect was also verified.

## INTRODUÇÃO

O forrageamento de cupins é regulado essencialmente mediante a comunicação interindividual que acontece, essencialmente, mediante estímulos tácteis e químicos (Dethier, 1954; Costa-Leonardo, 2002). A comunicação química tem papel preponderante mediante a participação de substâncias denominadas feromônios. Feromônios são responsáveis pela formação de trilha e agregação de indivíduos no substrato alimentar em algumas espécies de cupins (Traniello, 1981; Traniello e Busher, 1985; Kaib e Ziesmann, 1992; Reinhard *et al.*, 1997).

O feromônio de trilha é uma mistura de substâncias que serve para recrutar os operários a uma fonte alimentar e para reorientá-los no retorno ao ninho (Traniello, 1982, Della Lucia, 2001). Em *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) (Isoptera: Termitidae) estas

substâncias originam-se na glândula esternal que está localizada na parte anterior do 5º esternito abdominal de soldados e operários (Traniello, 1981).

A agregação de cupins em uma fonte alimentar pode ser conseqüência dos odores liberados pelo próprio alimento (Carter *et al.*, 1983; Suoja *et al.*, 1999). Entretanto, existem também evidências que espécies de cupins subterrâneos produzem nas glândulas salivares feromônios que ao serem liberados sobre o recurso alimentar têm efeito fago-estimulante que provoca agregação de operários (Kaib e Ziesmann, 1992; Reinhard e Kaib, 1995; Reinhard *et al.*, 1997, Reinhard e Kaib, 2001).

A procura da fonte de alimento por *N. corniger* é iniciada por indivíduos da casta dos soldados. Em uma primeira fase, os soldados saem do ninho em grupos de até 5 indivíduos e ao encontrar uma fonte de alimento retornam ao ninho deixando uma trilha de feromônio que orienta os outros indivíduos do ninho. Em uma segunda fase, chegam os operários ao alimento e depois de alguns minutos acontece o recrutamento em massa (Traniello, 1981; Costa-Leonardo, 2002). Após 24 horas de exploração de uma fonte alimentar começam a ser construídos túneis de forrageamento que servem para proteger os cupins da dissecação e da ação de predadores (Arab e Issa, 2000).

Os cupins respondem as trilhas por até 48 meses depois de constituídas. A base de todas as trilhas de forrageamento de *N. corniger* é constituída essencialmente por fezes (Traniello, 1982). Portanto, é provável que o pavé fecal possua propriedades físicas ou químicas capazes de orientar os cupins depois da dissipação das substâncias da glândula esternal (Traniello, 1982; Traniello e Busher, 1985; Hall e Traniello, 1985).

*N. corniger* é considerado o cupim-praga de área urbana com maior distribuição na América do Sul (Constantino, 2002; Scheffrahn *et al.*, 2005). O controle destes cupins implica, em essência, na interrupção dos eventos que permitem o acesso destes insetos às madeiras das construções humanas (Forschler, 1998).

Com a finalidade de estabelecer se outros estímulos, além dos da glândula esternal, participam da regulação do comportamento de *N. corniger* na orientação e exploração de um recurso alimentar, neste trabalho foi determinado se as fezes influenciam no seguimento de trilha de *N. corniger* e se a saliva modifica o comportamento de exploração de um recurso alimentar.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Manutenção de Cupins em Laboratório*

Colônias maduras de *N. corniger* coletadas no município de Campos dos Goytacazes-RJ foram transportadas para sala de criação e mantidas a  $25 \pm 5$  °C,  $85 \pm 5\%$ , e 10:14 horas (claro:escuro). As colônias foram instaladas em cubas de vidro (50 cm x 40 cm x 60 cm de altura) contendo no fundo uma capa de 20 cm de areia esterilizada umedecida. Cada colônia foi conectada, através de um tubo de silicone de 8 mm de diâmetro, a uma arena de forrageamento (Silva, trabalho 2) contendo madeiras umedecidas das espécies *Cedrela odorata* L. (Meliaceae) ou cedro e *Hymenolobium elatum* Ducke (Fabaceae) ou angelim-pedra como alimento.

### *Preparação de extratos*

Extrato de Fluido Retal: os retos de dez operários de *N. corniger*, mortos por congelamento a 4°C, foram removidos do intestino com auxílio de microscópio estereoscópico (50x) e colocados em tubos de vidro Wheaton de fundo cônico contendo 100 µl diclorometano ultrapuro por 24 horas a 4°C. Posteriormente, os extratos resultantes foram mantidos a 4°C até serem utilizados. (Traniello, 1982).

Extrato de Glândula Esternal: os 4°, 5° e 6° esternitos abdominais de dez operários maiores de *N. corniger* foram removidos do corpo e congelados a 4°C. Logo, o quinto esternito foi separado e as glândulas esternais extraídas e colocadas em tubos de vidro Wheaton cônico contendo 100 µl hexano. Os extratos resultantes foram mantidos a 4°C até a realização dos testes (Traniello e Busher, 1985, Reinhard e Kaib, 1995).

Extrato de Pavê Fecal: uma placa de vidro de 15 x 4 cm foi interposta entre um ninho de cupim e o recurso alimentar. As fezes (pavê fecal) depositadas durante 24 horas pelos cupins em uma seção de 15 cm de trilha de forrageamento, na placa de vidro, foram removidas com algodão umedecido em água destilada. O algodão foi depositado e mantido

durante 24 horas a 4°C em um tubo de vidro cônico Wheaton contendo 1000 µl água destilada até a realização dos testes (Traniello, 1982).

Extrato de Glândula Salivar: dez operários maiores foram mortos por congelamento e depositados na posição decúbito ventral em placa de Petri com água destilada. Depois as glândulas salivares localizadas no mesotórax e metatórax foram removidas e depositadas em tubos de vidro Wheaton de fundo cônico contendo 100 µl de água destilada. O extrato resultante foi mantido em congelador a 4°C até seu uso (Reinhard e Kaib, 1995).

### *Preparação de Trilhas*

Trilha física feita de Parafina: com ajuda de um alfinete depositou-se parafina derretida em uma placa de vidro (15 x 4 cm) demarcando uma trilha artificial de 15 cm. Na elaboração da trilha procurou-se distribuir a parafina em uma forma similar à encontrada em trilhas naturais previamente observadas em microscópio.

Trilha física de Pavé (Parafinada): uma trilha física de Pavé formada pelos cupins durante 24 horas, mediante a interposição de uma placa de vidro (15x4cm) entre um ninho de cupim e o recurso alimentar, foi revestida por uma película de parafina através de imersão em parafina líquida.

Trilha de Pavé: uma placa de vidro (15 x 4cm) foi interposta entre um ninho de cupim e o recurso alimentar. Após 24 horas a placa com o pavé depositado pelos cupins foi retirada.

Trilhas químicas: trilhas lineares foram feitas com 100 µl de: 1) extrato de glândula esternal; 2) extrato de pavé; 3) extrato de fluido retal; e com os respectivos solventes (controles) 4) água destilada 5) hexano, 6) diclorometano. As trilhas foram traçadas com seringa Hamilton sobre papel filtro de 15 x 4 cm aderido a uma placa de vidro de igual dimensão. O branco foi representado por um papel filtro sem aplicação de substâncias.

A trilha física de pavé e a trilha de pavé só foram testadas 48h após o preparo. As trilhas químicas foram testadas imediatamente após terem sido confeccionadas.

## Bioensaios

Os testes foram realizados na arena de forrageamento de um ninho de *N. corniger*. O acesso dos cupins à arena de forrageamento foi interrompido antes do início de cada teste por trinta minutos. Ao mesmo tempo retirou-se o alimento e foram introduzidos os tratamentos. Os testes tiveram início no momento que o acesso dos cupins à arena foi liberado. Nos experimentos foram utilizadas quatro colônias de cupins e os testes foram repetidos 20 vezes, sendo cinco vezes com cada colônia. A cada teste a posição dos tratamentos na arena foi aleatorizada.

### **EXPERIMENTO 1:** Seguimento de trilha

Colocou-se na arena de forrageamento trilhas de: 1) Pavé; ou 2) Extrato de Pavé; ou 3) Extrato de Glândula Eterna; ou 4) Extrato de Fluido Retal; ou 5) Pavé Parafinada; ou 6) Parafina; ou 7) Solvente (controle). Em cada teste, foi registrado durante 3 minutos o tempo transcorrido até a ocorrência de seguimento de trilha e o número de cupins que nesse período de tempo seguiram no mínimo 5 cm de trilha (Traniello, 1982).

Os dados foram comparados através de Anova e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Pela ausência de distribuição normal os dados de tempo e de número total de cupins que seguiram trilha foram transformados em  $\text{Sen}(x)$  e em  $\text{Ln}$  (logaritmo natural), respectivamente.

### **EXPERIMENTO 2:** Efeito da saliva sobre a exploração de um recurso alimentar

Colocou-se na arena de forrageamento duas placas de vidro de 5 x 2,5 cm separadas uma da outra por 20 cm. As placas foram colocadas equidistantes do ponto de acesso dos cupins à arena a 15 cm de distância. Uma das placas continha um papel filtro (representando um substrato alimentar neutro) de 4 x 4 cm impregnado com 50  $\mu\text{L}$  de extrato de glândula salivar e a outra um papel impregnado com 50  $\mu\text{L}$  de água destilada (controle).

Nos testes foi registrada a ocorrência de exploração inicial, recrutamento inicial, recrutamento massivo de operários e comportamento de roedura. Além disso, foram registrados o número de cupins realizando comportamento de roedura e o número total de cupins recrutados no substrato ao final dos testes. Os testes tiveram duração de 1 hora.

A proporção de ocorrência dos distintos comportamentos foi comparada com a observada no controle através do teste Qui-quadrado. O número de cupins realizando comportamento de roedura e os recrutados ao final do teste foram comparados através de Anova.

## RESULTADOS

### **EXPERIMENTO 1:** Seguimento de trilha

Seguimento de trilha ocorreu nas trilhas de pavé fecal, de extrato de pavé e de extrato de glândula esternal. Na trilha de pavé fecal o seguimento de trilha aconteceu mais rapidamente ( $0,26 \pm 0,1$ s depois de iniciado o teste) do que nas trilhas de extrato de pavê ( $0,68 \pm 0,1$ s) e de glândula esternal ( $0,57 \pm 0,1$ s) ( $F_{2,48}=22,59$ ,  $P<0,001$ ; Figura 1) .

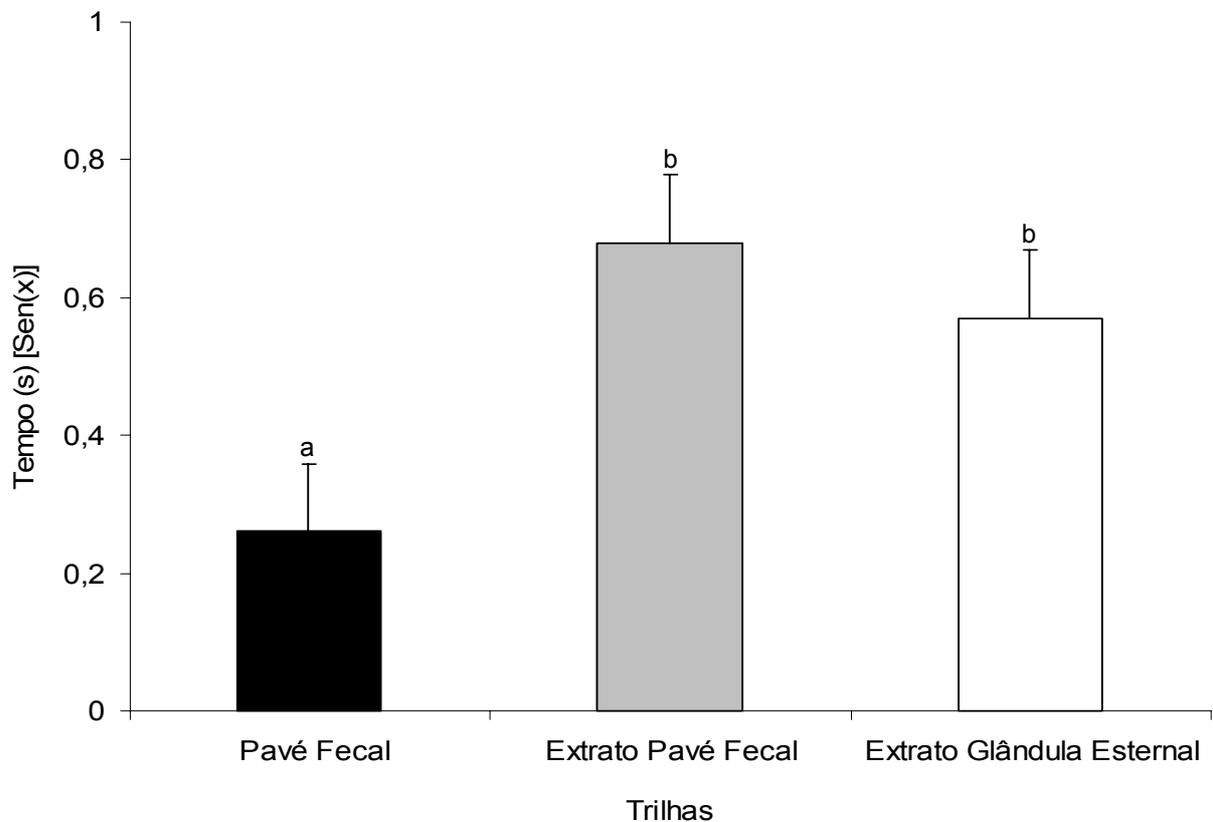


Figura 1. Tempo transcorrido [Sen(x)] (MÉDIA ± EP) desde o início do teste até a ocorrência de comportamento de seguimento de trilha em *N. corniger* (n=20) sobre trilha de pavé fecal feita pelos cupins e sobre trilhas feitas artificialmente com extrato de pavé e com extrato de glândula externa (letras distintas indicam diferença significativa  $p < 0,05$  no teste de Teste Tukey).

O número de cupins que seguiram a trilha de pavé fecal foi significativamente maior ( $2,3 \pm 0,1$ ) do que o registrado sobre trilhas de extrato de pavé ( $1,9 \pm 0,1$ ) ou de extrato de glândula externa ( $1,6 \pm 0,1$ ) ( $F_{2,48} = 174,34$ ,  $P < 0,001$ ; Figura 2).

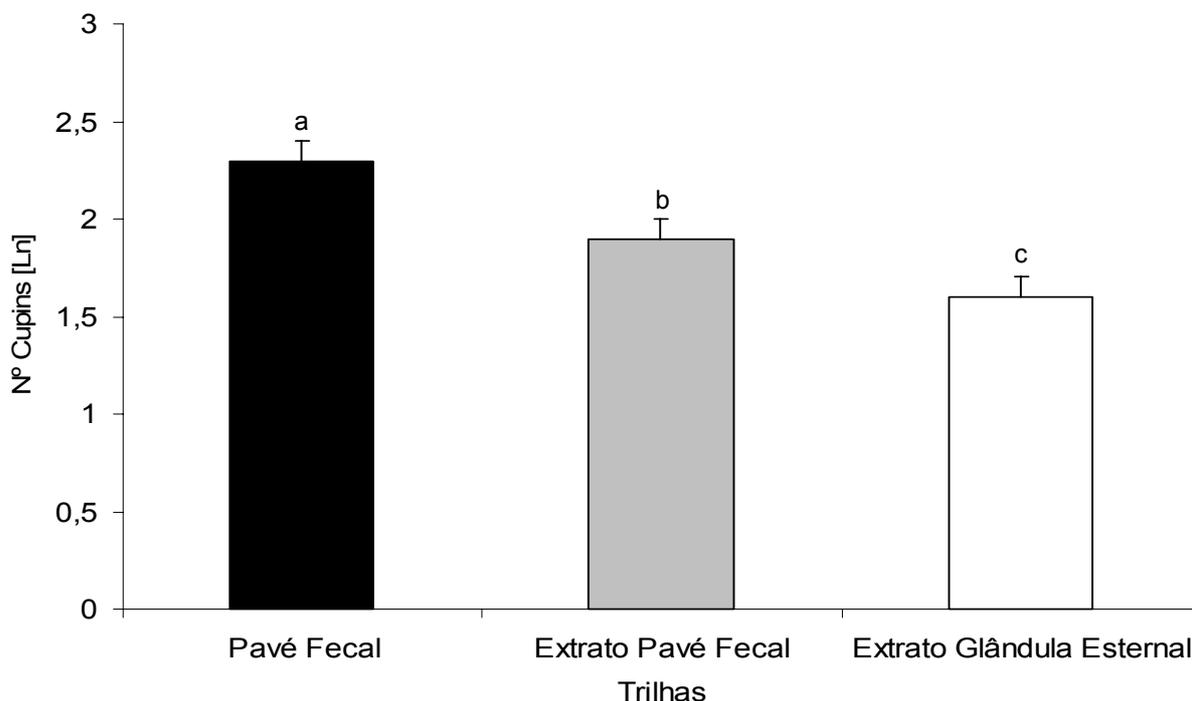


Figura. 2. Número de cupins [Ln] (MÉDIA ± EP) que durante 3 min de observação seguiram ao menos 5 cm de trilha sem interrupção trilha de pavé fecal feita pelos cupins, ou trilhas feitas com extrato de pavê ou com extrato de glândula externa. (Teste Tukey, letras distintas indicam diferença significativa  $p < 0,05$ ).

## EXPERIMENTO 2: Efeito da saliva sobre a exploração de um recurso alimentar

A exploração inicial, o recrutamento inicial e o recrutamento massivo de operários foram registrados tanto sobre o substrato com extrato de glândula salivar, quanto sobre o controle com água destilada. Quanto ao tempo de ocorrência destes atos comportamentais não houve diferença significativa entre tratamento e controle. A exploração inicial ocorreu em média  $8,3 \pm 1,4$  min após o início dos testes, o recrutamento inicial  $14,4 \pm 1,7$  min e o recrutamento massivo  $17,3 \pm 3,0$  min depois.

A proporção de ocorrência de recrutamento massivo de operários foi maior no substrato tratado com extrato de glândula salivar (18/20 vs. 5/20, teste de  $\chi^2 = 2,92$ ;  $P < 0,01$ ).

Comportamento de roedura foi verificado tanto no extrato quanto no solvente. No entanto, a proporção de ocorrência desse comportamento foi significativamente maior (teste de  $\chi^2 = 4,62$ ;  $P < 0,05$ ) no substrato tratado (20/20) do que no controle (9/20). O número total de cupins recrutados também foi maior no substrato tratado com extrato de glândula salivar ( $86,3 \pm 17,1$ ) do que no controle com água destilada ( $32,4 \pm 7,7$ ) ( $F_{1,32} = 7,69$ ;  $P < 0,01$ ). No mesmo sentido, o número de operários que realizaram comportamento de roedura ao final dos testes foi também maior sobre o tratamento que no controle ( $64,5 \pm 4,8$  vs.  $12,4 \pm 5,0$ ) ( $F_{1,32} = 57,16$ ;  $P < 0,001$ , Figura 3).

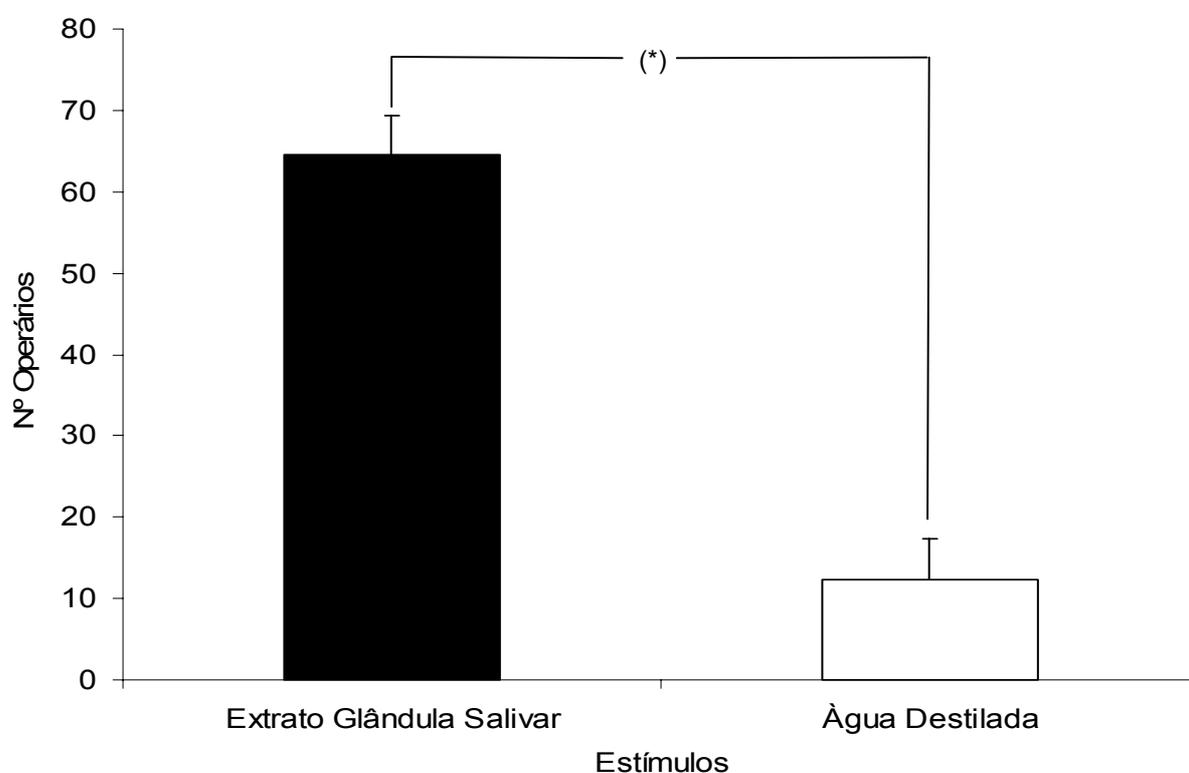


Figura 3. Número de operários realizando comportamento de roedura após 60 minutos de teste sobre o substrato alimentar neutro (papel de filtro) tratado com 50  $\mu\text{L}$  extrato de glândula salivar ou com água destilada (controle) ( $n=20$ ). (\*) indica diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre extrato e solvente, ANOVA.

## DISCUSSÃO

Durante o seguimento de trilha os estímulos determinantes na regulação deste comportamento seriam de natureza química (Dethier, 1954). Entretanto, objetos sólidos presentes na trilha poderiam auxiliar na orientação direcional dos cupins mediante o fenômeno conhecido como tigmotaxia. A não ocorrência, neste trabalho, de seguimento de trilha sobre trilha feita de parafina e trilha natural de pavé coberta de parafina sugere que em *N. corniger* estruturas físicas da trilha não participam na orientação dos cupins ou ao menos que estas não foram estímulo suficiente para desencadear, isoladamente, o comportamento de seguimento de trilha.

A ausência de seguimento das trilhas feitas com extrato de fluido retal indica ausência neste de substâncias que atuem como estímulo desencadeador do seguimento de trilha. O seguimento de trilha do ninho até o recurso alimentar, em *N. corniger*, estaria determinado exclusivamente pela presença do feromônio de trilha (Traniello, 1981; Traniello 1982; Hall e Traniello, 1985; Traniello e Busher, 1985; Andara *et al.*, 2004).

Na trilha de pavé constatou-se maior proporção de resposta dos cupins que na trilha feita com extrato de glândula esternal. Isto tanto do ponto de vista da latência quanto da intensidade da resposta. Este resultado sugere que no pavé existem estímulos adicionais que incrementam a resposta do feromônio de trilha. Uma possível explicação é a existência de estímulos físicos no pavé, originados pelas irregularidades provocadas pelas fezes depositadas na trilha. Estes seriam utilizados na orientação mediante o fenômeno da tigmotaxia. Neste caso os cupins seriam orientados pelas arestas de objetos sólidos presentes nas trilhas (Costa-Leonardo, 2002), algo já comprovado em cupins subterrâneos do gênero *Reticulitermes* (Isoptera: Rhinotermitidae) (Swoboda e Miller, 2004). Trilhas feitas de parafina e pavé parafinado não provocaram resposta de seguimento de trilha, o que impediu comprovar a participação de estímulos físicos na ocorrência deste comportamento. Outra hipótese é que o pavé aumenta a persistência de odores feromonais na trilha, mas trilhas de pavé marcadas por mais de quatro anos provocam imediatamente seguimento de trilha, sendo improvável uma persistência tão prolongada do feromônio (Traniello, 1982). Além disso, nos experimentos trilhas de pavé 48h após terem sido constituídas provocaram respostas mais intensas que trilhas feitas na hora com extratos de glândula esternal. Uma

terceira possibilidade para explicar esse incremento de resposta seria a ocorrência de síntese de outras substâncias com ação feromonal, mediante algum processo fermentativo das fezes. Essas substâncias deveriam ser produzidas necessariamente após as fezes serem depositadas no próprio pavé da trilha, uma vez que o conteúdo intestinal não apresenta substâncias que provocam seguimento de trilha. Esta explicação é sustentada pela maior resposta obtida nas trilhas de extrato de pavé fecal comparada à resposta sobre trilhas feitas com extrato de glândula esternal. Traniello (1982) em experiências feitas com *N. corniger* também sugere uma resposta mais intensa de cupins sobre trilha feita de extratos de pavé que sobre trilha de extrato de glândula esternal.

Os extratos de glândula salivar aumentaram a proporção de ocorrência de recrutamento massivo, o número de cupins recrutados e o número de operários apresentando comportamento de roedura. Como constatado em outras espécies de cupins, *N. corniger* também possui substâncias nas glândulas salivares que provocam ação fago-estimulante ou arrestante no local onde foram depositadas. As glândulas salivares do cupim de madeira úmida *Schedorhinotermes lamanianus* e do subterrâneo *Reticulitermes santonensis* secretam substâncias não voláteis que aumentam a agregação de operários no substrato e são descritas como substâncias fago-estimulante (Kaib e Ziesmann, 1992; Reinhard *et al.*, 1997; Reinhard e Kaib, 2001).

Neste trabalho constatou-se que o seguimento de trilha de *N. corniger* é desencadeado de forma predominante pelo feromônio de trilha da glândula esternal, mas a presença de fezes nas trilhas eleva a proporção da resposta dos cupins devido a mecanismos de tigmotaxia ou a síntese de outras substâncias produzidas no próprio pavé. Substâncias presentes na glândula salivare, quando depositadas sobre o recurso alimentar, provocaram em *N. corniger* uma ação fago-estimulante ou arrestante. Pesquisas futuras deverão ser orientadas para comprovar o papel químico e físico do pavé fecal no seguimento de trilha, e para determinar se substâncias presentes na saliva de *N. corniger* são capazes de participar do mecanismo de instalação de preferência por um determinado substrato alimentar.

## RESUMO E CONCLUSÕES

Experiências feitas com trilhas elaboradas artificialmente mediante o uso de pavé fecal, extratos de conteúdo intestinal, glândula esternal ou parafina permitiram comprovar que a orientação de *N.corniger* até uma fonte alimentar é essencialmente determinada pela presença do feromônio de trilha da glândula esternal. No entanto, constatou-se que parecem existir nas fezes estímulos adicionais que aumentam a resposta de seguimento de trilha nos cupins. Aparentemente estímulos físicos originados pelas irregularidades no relevo do pavé fecal, provocadas pelas fezes depositadas na trilha, seriam também utilizados na orientação mediante o fenômeno de tigmotaxia. Além disso, estímulos químicos produzidos na trilha depois da deposição das fezes também estariam envolvidos nesse processo de orientação. Substâncias produzidas pelas glândulas salivares de *N.corniger* modificaram o comportamento de exploração de uma fonte alimentar desencadeando através de uma ação arrestante ou fago-estimulante uma maior agregação de operários no substrato alimentar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDARA, C.; ISSA, S.; JAFFÉ, K. (2004) **Decision-making systems in recruitment to food for two Nasutitermitinae (Isoptera: Termitidae)**. Sociobiology, 44(1): 1-13.
- ARAB, A.; ISSA, S. (2000) **Breves observaciones sobre el comportamiento de forrajeo de dos especies de termitas (Termitidae: Nasutitermitinae) bajo condiciones de laboratorio**. Bol. Entomol. Venez. 15: 93–95.
- CARTER, F.L.; JONES, S.C.; MAULDIN, J.K.; CAMARGO, C.C.R. (1983) **Responses of *Coptotermes formosanus* Shiraki to extracts from five Brazilian hardwoods**. A. Angewandte Entomol., 95: 5-14.
- CONSTANTINO, R. (2002) **The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status**. J. Appl. Ent., 126:355-365.

- COSTA-LEONARDO, A.M. (2002) **Cupins-Praga: morfologia, biologia e controle**. Rio Claro: DIVISA. 128 p.
- DELLA LUCIA, T.M.C. (2001) Feromônios de Formigas Pragas *In*: Vilela, E.F, Della Lucia, T.M.C. (eds.). **Feromônios de insetos**. Viçosa: Hollos, p.73-82.
- DETHIER, V.G. (1954) **Evolution of feeding preferences in phytophagous insects**. *Evolution* 8: 33-54.
- FORSCHLER, B.T. (1998) Subterranean termite biology in relation to prevention and removal of structural infestation. *In*: **National Pest Control Association Publications** (NPCA research report on subterranean termites), Virginia, p.31-51.
- HALL, P.; TRANIELLO, J.F.A. (1985) **Behavioral bioassays of termite trail pheromones: Recruitment and orientation effects of Cembrene-A in *Nasutitermes costalis* (Isoptera: Termitidae) and discussion of factors affecting termite response in experimental contexts**. *J. Chem. Ecol.* 11: 1503-1513.
- KAIB, M.; ZIESMANN, J. (1992) **The labial gland in the termite *Schedorhinotermes lamanianus* (Isoptera: Rhinotermitidae): Morphology and communal food exploitation**. *Insectes soc.* 39: 373-384.
- REINHARD, J.; KAIB, M. (1995) **Interaction of pheromones during food exploitation by the termite *Schedorhinotermes lamanianus***. *Physiol. Entomol.* 20: 266-272.
- REINHARD, J.; KAIB, M. (2001) **Food exploitation in termites: indication for a general feeding-stimulating signal in labial gland secretion of Isoptera**. *J. Chemo. Ecol.* 27(1):189-201.
- REINHARD, J.; HERTEL, H.; KAI, M. (1997) **Feeding stimulating signal in labial gland secretion of the subterranean termite *Reticulitermes santonensis***. *J. Chem. Ecol.* 23: 2371-2381.
- SCHEFFRAHN, R.H.; KRECEK, J.; SZALANSKI, A.L.; AUSTIN, J.W. (2005) **Synonymy of neotropical arboreal termites *Nasutitermes corniger* and *N. costalis* (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae), with evidence from morphology, genetics, and biogeography**. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 98: 273-281.
- SUOJA, S.B.; LEWIS, V.R.; WOOD, D.L.; WILSON, M. (1999) **Comparisons of single and group bioassays on attraction and arrestment of *Reticulitermes* sp. (Isoptera: Rhinotermitidae) to selected cellulosic materials**. *Sociobiology* 33: 125-135.

- SWOBODA, L.E.; MILLER, D.M. (2004) **Laboratory Assays Evaluate the Influence of Physical Guidelines on Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae) Tunneling, Bait Discovery, and Consumption.** J. Econ. Entomol. 97:1404-1412.
- TRANIELLO, J.F.A. (1981) **Enemy deterrence in the recruitment strategy of a termite. Soldier organized foraging in *Nasutitermes costalis*.** Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 78: 1976-1979.
- TRANIELLO, J.F.A. (1982) **Recruitment and orientation components in a termite trail pheromone.** Naturwissenschaften 69: 343-344.
- TRANIELLO, J.F.A.; BUSHER, C. (1985) **Chemical regulation of polyethism during foraging in the neotropical termite *Nasutitermes costalis*.** J. Chem. Ecol. 11: 319-332.

### 3.5. OCORRÊNCIA DE CUPINS (ISOPTERA: TERMITIDAE) EM ÁREAS URBANAS DO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ

#### RESUMO

Este estudo foi realizado para verificar a diversidade de espécies de cupins que habitam áreas urbanas do município de Campos dos Goytacazes-RJ. Árvores presentes nas calçadas de 17 bairros do município foram inspecionadas. Cupins vivos foram coletados e logo identificados por espécie. As ruas amostradas foram categorizadas de acordo com a distância a áreas não urbanizadas em: I-até 500 m; II-501 a 1000 m; III-1001 a 2000 m; IV-a mais de 2000 m. Além disso, verificou-se mediante entrevistas a ocorrência de cupins em 1020 domicílios. As residências foram inspecionadas e amostras de cupins foram coletadas para identificar as espécies. Das 1307 árvores inspecionadas 17% estavam infestadas por cupins. As espécies identificadas foram: *Coptotermes gestroi* Wasmann (51% de ocorrência), *Nasutitermes corniger* Motschulsky (38%), *Cryptotermes* sp. (8%) e *Syntermes nanus* Constantino (0,4%). Além disso, foram encontradas duas espécies do gênero *Microcerotermes* denominadas *Microcerotermes* sp.a. (14%) e *Microcerotermes* sp.b. (0,4%)

e uma espécie do gênero *Nasutitermes* (*Nasutitermes* sp.a.) (1%). *C. gestroi* foi a espécie mais freqüente (teste de  $\chi^2 = 1172,93$ ; d.f.=6;  $p < 0,001$ ), seguida por *N. corniger*. A coexistência de espécies de cupins em uma mesma árvore foi verificada em 16% das árvores infestadas. As coabitações mais freqüentes foram *C. gestroi-N. corniger* (44% dos casos) e *C. gestroi-Microcerotermes* sp.a. (39% dos casos). *C.gestroi*, *N. corniger*, *Microcerotermes* sp.a. e *Cryptotermes* sp. foram encontradas tanto em áreas próximas, quanto distantes de espaços não urbanizados. *C. gestroi* manteve porcentagem de ocorrência similar nas quatro áreas consideradas. *N. corniger* foi a espécie de maior ocorrência nas áreas próximas a espaços não urbanizados (17%) (teste de  $\chi^2 = 642,53$ ; d.f.=6;  $p < 0,001$ ), mas a sua ocorrência diminuiu nas áreas mais urbanizadas. Das residências inspecionadas 26% apresentaram infestações por cupins. Três espécies de cupins provocaram danos em domicílios: *C.brevis* (49% de ocorrências), *C.gestroi* (29%), *N.corniger* (21%). Os danos provocados por *C.brevis* foram quase que exclusivamente aos mobiliários. Entretanto, os danos provocados por *C. gestroi* e *N. corniger* foram principalmente nas estruturas de construções.

#### ABSTRACT

This study was carried out to investigate the termites species diversity in urban areas of Campos dos Goytacazes city, State of Rio de Janeiro. Trees found in the sidewalk of 17 quarters of the city were inspected. Termites were collected of the infested trees and were identified by species. The sampled streets were categorized in accordance to the distance to wild land areas in: I- to 500 m; II-501 to 1000 m; III- 1001 to 2000 m; IV-more than the 2000 m. We interviewed proprietary of 1020 residences and when damages in the houses were detected termites were collected for identification. Seventeen percent or the 1307 inspected trees were infested by termites. We identified *Coptotermes gestroi* Wasmann (51% of occurrences), *Nasutitermes corniger* Motschulsky (38%), *Cryptotermes* sp. (8%) and *Syntermes nanus* Constantino (0,4%). Moreover, we found two species from the genus *Microcerotermes* called here *Microcerotermes* sp.a. (14%) and *Microcerotermes* sp.b. (0,4%)

and another one from the genus *Nasutitermes* (*Nasutitermes* sp.a.) (1% ). *C. gestroi* was the most frequent specie ( $\chi^2=1172,93$ ; d.f.=6;  $p<0,001$ ) followed by *N. corniger*. *Microcerotermes* sp.b. The coexistence of termites species in the same tree was verified in 16% of the infested trees. The cohabitations most frequent were: *C. gestroi-N. corniger* (44% of the cases) and *C. gestroi-Microcerotermes* sp.a. (39% of the cases). *C.gestroi*, *N.corniger*, *Microcerotermes* sp.a. and *Cryptotermes* sp. were found next and distant to wild land. *C. gestroi* showed a similar occurrence in the four different areas. *N. corniger* was the most important specie next to wild land areas ( $\chi^2 =642,53$ ; d.f.=6;  $p<0,001$ ), but decreased in the most urban areas. Twenty-six percent of inspected residences were infestated by termites. Three species caused damages in residences: *C.brevis* (49% of occurrences), *C.gestroi* (29%) and *N.corniger* (21%). *C.brevis* mainly damaged furnitures. Wood structures were almost exclusively damaged by *C.gestroi* and *N.corniger* .

## INTRODUÇÃO

Os cupins são insetos da Ordem Isoptera que ocorrem em regiões tropicais e temperadas entre os paralelos 52° N e 45° S. Existem mais de 2860 espécies de cupins descritas distribuídas em sete famílias. Nas Américas ocorrem 546 espécies pertencentes a 99 gêneros de cinco famílias. No Brasil, registraram-se cerca de 300 espécies que pertencem às famílias: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae. Este número de espécies é provavelmente subestimado, uma vez que em várias regiões brasileiras nunca foram feitos levantamentos de espécies (Constantino, 1998, 2002; Costa-Leonardo, 2002).

O alimento básico de todos os cupins é a celulose, mas a fonte de onde a celulose é obtida varia de acordo com a espécie de cupim (Vasconcellos, 1999). A maioria das espécies utiliza madeira nos mais variados estágios de decomposição. Outras espécies podem utilizar plantas herbáceas, gramíneas vivas, húmus, líquens, fezes de herbívoros ou fungos cultivados no interior de seus ninhos (Noirot e Noirot-Timotheé, 1969; Wood, 1978).

Do ponto de vista ecológico os cupins exercem um importante papel nos ecossistemas naturais. Decompõem matéria orgânica, promovem a ciclagem de nutrientes e aumentam a porosidade e aeração do solo (Adamson, 1943; Lafage e Nutting, 1978; Sands e Wood, 1978; Lee e Wood, 1971). No entanto, algumas espécies tornam-se pragas agrícolas, urbanas ou agrícolas e urbanas (Constantino, 2002).

A proporção de espécies de cupins consideradas pragas de áreas urbanas é pequena, mas os prejuízos que provocam são enormes (Fontes, 1995; Amaral, 2002). Edificações urbanas concentram grandes quantidades de madeira na maioria das vezes sem nenhum tratamento preventivo (Amaral, 2002). Além disso, as árvores da paisagem urbana constituem focos permanentes de infestação (Fontes, 1998).

A arborização urbana desempenha papel vital para o bem estar dos habitantes de áreas urbanizadas, pois reduz a poluição do ar e os efeitos da poluição sonora (Milano, 1988). No Brasil, a arborização urbana não segue preceitos adequados de plantio e manejo, o que transforma as árvores em locais de abrigo e alimentação de cupins (Fontes, 1995). Estimativas de danos causados por cupins à arborização não existem no país, mas nos Estados Unidos, uma única espécie de cupim (*Coptotermes formosanus* Shiraki, Isoptera: Rhinotermitidae) é responsável por danos anuais próximos a US\$ 6 milhões somente na cidade de Nova Orleans, (Freytag e Cink, 2001). Nas áreas urbanas do Sudeste do Brasil a maioria das espécies de cupins que causa prejuízo pertence às famílias Kalotermitidae e Rhinotermitidae (Eleotério e Berti Filho, 2000; Milano e Fontes, 2002), no entanto, nos últimos anos tem sido observada na região de Campos dos Goytacazes a ocorrência de cupins das espécies arborícolas nativas da família Termitidae. Neste trabalho procurou-se, mediante um levantamento realizado no município de Campos dos Goytacazes-RJ, determinar a diversidade de cupins que habitam áreas urbanas e estabelecer a ocorrência relativa das espécies de cupins-praga de área urbana.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi feito em 17 bairros da área mais habitada do município de Campos dos Goytacazes-RJ, de acordo com o mapa aerofotogramétrico digital da SEMUPLAN (Secretaria Municipal de Planejamento, Campos dos Goytacazes) atualizado em 2004.

Em cada bairro foram sorteadas oito ruas. Em cada uma destas foi percorrido aleatoriamente um trajeto de 200 metros. Durante este trajeto, todas as árvores presentes nas calçadas foram inspecionadas quanto à ocorrência de cupins vivos e dados da infestação foram registrados em planilhas. Na ocorrência de árvores infestadas, espécimes de cupins foram coletados em frascos de vidro contendo álcool 70%. A identificação posterior dos cupins foi feita sob microscópio estereoscópio com aumento de 63 vezes com base na chave para identificação de cupins que ocorrem no Brasil (Constantino, 1999).

As ruas amostradas foram categorizadas de acordo com a distância a áreas não urbanizadas (ex. áreas agrícolas, áreas não agrícolas ainda não loteadas, margens de canais, e áreas com vegetação silvestre). As categorias estabelecidas foram: I- até 500 m; II- 501 a 1000 m; III- 1001 a 2000 m; IV- a mais de 2000 m.

Em cada bairro também foram realizadas entrevistas com moradores e inspeções de residências localizadas nos quarteirões adjacentes a ruas amostradas. Foram entrevistados 12 moradores por quarteirão na razão de 5 quarteirões por bairro.

A proporção de árvores e de edificações infestadas por cada espécie de cupim foi comparada mediante teste de  $\chi^2$ . O nível de probabilidade a partir do qual uma comparação foi considerada significativa foi igual ao nível de probabilidade de risco de 5% dividido pelo número de comparações, ou seja  $p < 0.01$ .

## RESULTADOS

A ocorrência de cupins foi registrada em 66% das ruas amostradas (n=136). Do total de 1307 árvores inspecionadas 17% (228) estavam infestadas.

Nas 228 ocorrências de cupins registradas em árvores foram identificadas sete espécies: *Coptotermes gestroi* Wasmann, *Nasutitermes corniger* Motschulsky, *Cryptotermes* sp. e *Syntermes nanus* Constantino e duas espécies do gênero *Microcerotermes* e uma outra espécie do gênero *Nasutitermes*. Estas espécies são descritas no trabalho como *Microcerotermes* sp.a., *Microcerotermes* sp.b. e *Nasutitermes* sp.a.

A espécie mais freqüente foi *C.gestroi* (teste de  $\chi^2 = 1172,93$ ; d.f.=6;  $p < 0,001$ ) registrada em 51% das árvores infestadas. *Nasutitermes* sp.a. (1%), *Microcerotermes* sp.b. (0,4%) e *S. nanus* (0,4%) foram as espécies menos encontradas (Figura 1).

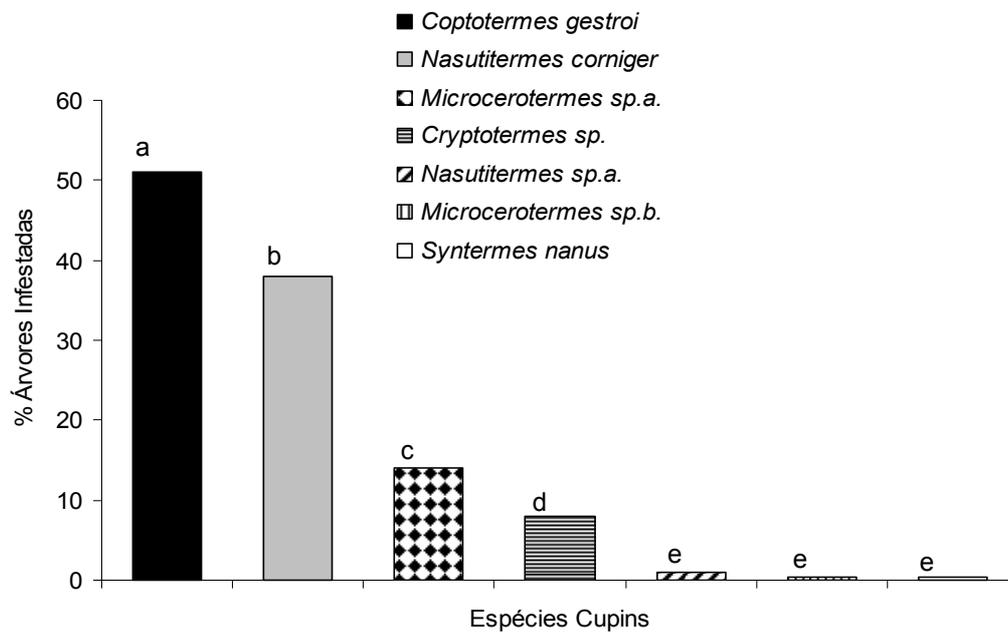


Figura 1. Porcentagem de árvores (n=228) infestadas por *Coptotermes gestroi*, *Nasutitermes corniger*, *Microcerotermes sp.a.*, *Cryptotermes sp.*, *Nasutitermes sp.a.*, *Microcerotermes sp.b.* e *Syntermes nanus*, nas ruas de 17 bairros de Campos dos Goytacazes-RJ (Teste  $\chi^2$ , letras distintas indicam diferença significativa  $p < 0,05$ ).

A coexistência de espécies de cupins em uma mesma árvore foi verificada em 16% das árvores infestadas. Em 15% dessas coabitações registraram-se duas espécies e em 1% três espécies. Em todos os casos *C. gestroi* participou destas coabitações. As coabitações *C. gestroi-N. corniger* (44% dos casos) e *C. gestroi-Microcerotermes sp.a.* (39% dos casos) foram mais freqüentes que as de *C. gestroi-Cryptotermes sp.*, *C. gestroi-Microcerotermes sp.a.-Microcerotermes sp.b.* e *C.gestroi-Cryptotermes sp.-Microcerotermes sp.a.* (teste de  $\chi^2 = 29,28$ ; d.f.=4;  $p < 0.001$ , Figura 2).

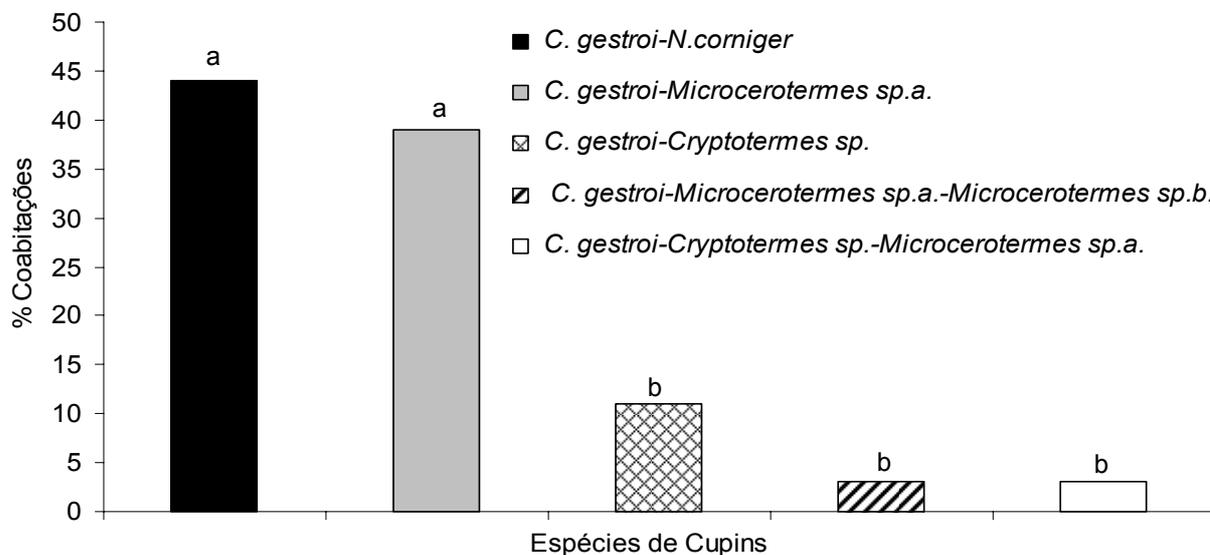


Figura 2. Porcentagem de coabitações de espécies de cupins em árvores de áreas urbanas do município de Campos dos Goytacazes-RJ (n=37). (Teste  $\chi^2$ , letras distintas indicam diferença significativa  $p < 0,05/5$ ).

Áreas mais próximas de espaços não urbanizados apresentaram a maior porcentagem de árvores infestadas por cupins (28%) (Figura 3).

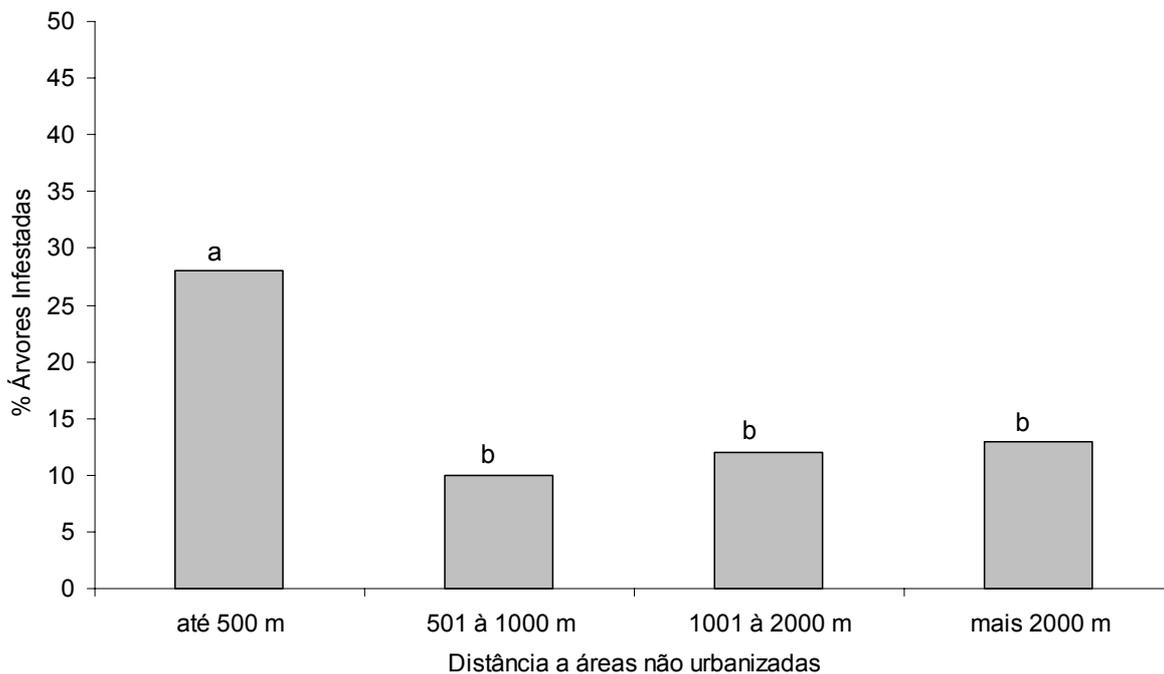


Figura 3. Porcentagem de árvores infestadas por cupins (n=1307) em áreas situadas a diferentes distâncias de espaços não urbanizados (Teste  $\chi^2$ , letras distintas indicam diferença significativa  $p < 0,05$ ).

As espécies *C. gestroi*, *N. corniger*, *Microcerotermes* sp.a. e *Cryptotermes* sp, foram encontradas tanto em áreas próximas quanto nas distantes de espaços não urbanizados. *Microcerotermes* sp.b. e *S.nanus* infestaram apenas árvores próximas de áreas não urbanizadas (até 500 m), entretanto, a espécie com maior ocorrência nestas áreas foi *N. corniger* presente em 17% dessas árvores (teste de  $\chi^2 = 642,53$ ; d.f.=6;  $p < 0,001$ ). Em áreas mais urbanizadas e distantes de espaços com vegetação natural ou silvestre a ocorrência de *N.corniger* diminuiu, e *C. gestroi*, que teve uma porcentagem de ocorrência similar nas quatro áreas, passou a ser a espécie dominante (Figura 4).

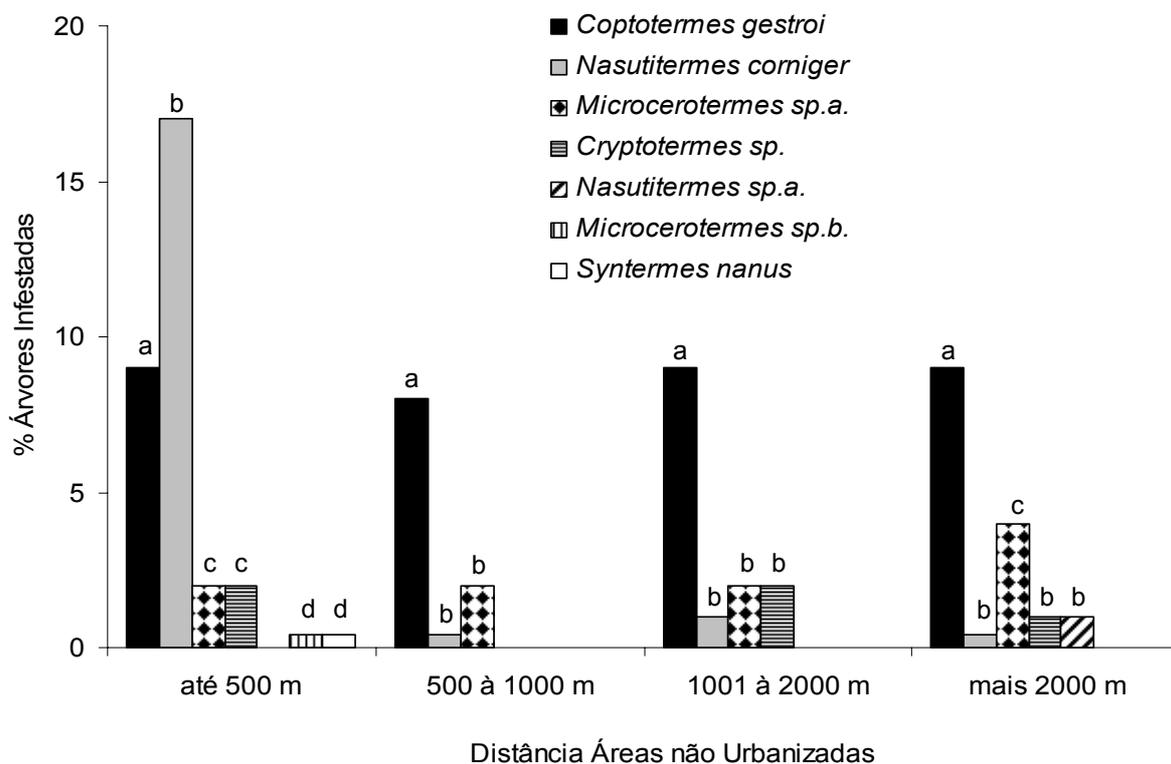


Figura 4. Porcentagem de árvores infestadas (n=1307) por *Coptotermes gestroi*, *Nasutitermes corniger*, *Microcerotermes sp.a.*, *Cryptotermes sp.*, *Nasutitermes sp.a.*, *Microcerotermes sp.b.* e *Syntermes nanus* em locais situados a distancias crescentes de áreas não urbanizadas. (Teste  $\chi^2$ , letras distintas na mesma área indicam diferença significativa  $p < 0,05$ ).

De acordo com as entrevistas e inspeções realizadas nos domicílios residenciais, constatou-se que dos 1020 domicílios inspecionados, 269 (26%) apresentaram infestações por cupins. Três espécies de cupins foram identificadas infestando estruturas ou mobiliários: *C.brevis* (49% de ocorrências), *C.gestroi* (29%), *N.corniger* (21%). Além disso, *Microcerotermes sp.a.* foi encontrada infestando árvores dentro das residências (0,4%) (Figura 5).

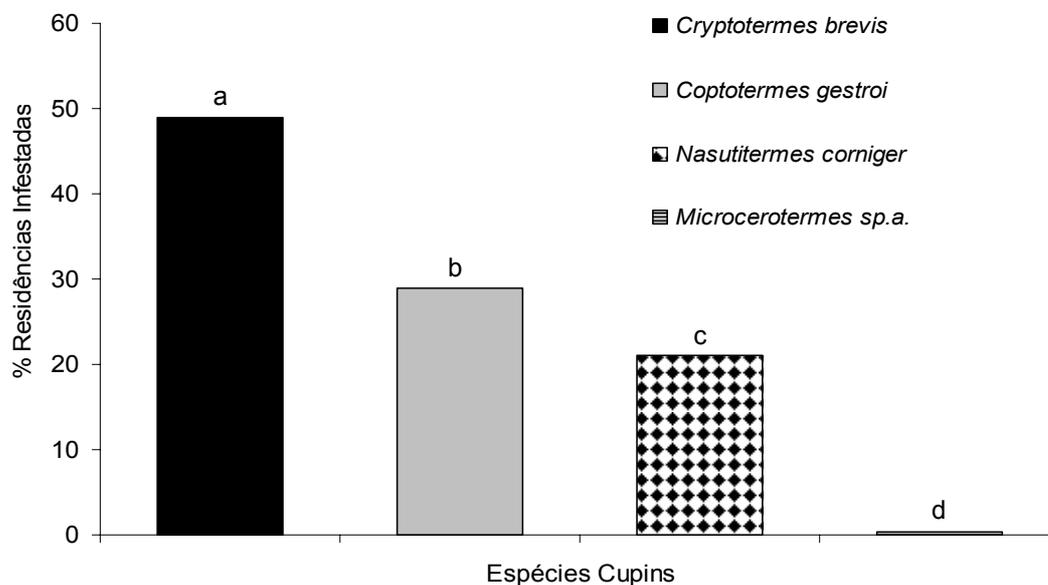


Figura 5. Porcentagem de residências (n=269) com infestações de cupins das espécies *Cryptotermes brevis*, *Coptotermes gestroi*, *Nasutitermes corniger* e *Microcerotermes sp.a.* sobre o total de infestações (n=269). (Teste  $\chi^2$ , letras distintas indicam diferença significativa  $p < 0,05$ ).

## DISCUSSÃO

A maior frequência do cupim asiático *C.gestroi* constatada neste trabalho demonstra a alta capacidade adaptativa desta espécie às condições urbanas do Brasil (Costa-Leonardo, 2007). Este cupim já foi indicado também como a espécie mais frequente em levantamentos feitos nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro (Amaral, 2002; Milano e Fontes, 2002; Costa-Leonardo, 2007). A sua adaptabilidade estaria relacionada à capacidade de suportar distintos tipos de solo e diferenças na temperatura e umidade do solo (Robinson, 1996; Costa-Leonardo, 2002).

A constatação do cupim nativo *N.corniger* como a segunda espécie mais freqüente na arborização urbana indica que esta espécie vem adquirindo importância crescente, uma vez que ela era observada principalmente em ambientes naturais. Isto pode ser consequência do aumento acelerado da urbanização. A destruição e a substituição parcial ou total da vegetação natural, que serve de alimento e abrigo a esses cupins, desencadeia um desequilíbrio ecológico no ecossistema natural adjacente às cidades (Canello *et al.*, 1998; Milano, 1998). Por outro lado, a presença freqüente de árvores nativas sem manejo apropriado nas áreas urbanas favorece a adaptação de *N.corniger* ao ambiente urbano. Estas árvores fornecem a estes cupins alimento e local de nidificação. Além disso, materiais de origem celulósica que fazem parte das edificações aumentam a oferta de alimento para *N. corniger* nestes locais. Fortes reduções de vegetação natural em áreas urbanas foram aparentemente responsáveis por aumentos na ocorrência de *N. corniger* na cidade de Recife (Milano e Fontes, 2002).

A ocorrência de cupins do gênero *Microcerotermes* é extremamente abundante em áreas naturais, mas também já foram encontrados atacando edificações urbanas no litoral do Estado de São Paulo, no Nordeste e na Amazônia (Costa-Leonardo, comunicação pessoal, Bandeira *et al.*, 1998). No presente trabalho, o cupim arborícola *Microcerotermes* sp.a. foi a terceira espécie mais freqüente em árvores, o que sugere que esta espécie vem adquirindo importância em áreas urbanas, provavelmente pelos mesmos motivos citados para *N.corniger*.

A espécie *Cryptotermes* sp. foi a quarta em importância quanto à freqüência de infestação de árvores. Entretanto, ao analisar as ocorrências de infestações domiciliares *C.brevis* aparece como a espécie mais freqüente (Bandeira *et al.*, 1998; Eleotério e Berti Filho, 2000). No entanto, as infestações de *C.brevis* são muitas vezes inadvertidas pelos proprietários pela não visibilidade do inseto. Quando estas são percebidas ignoram-se os prejuízos até que o dano ao mobiliário seja quase total. Estes fatores seguramente contribuem para maior freqüência de ocorrência de *C. brevis* frente às outras espécies. Apesar de *C.brevis* ser a espécie com maior ocorrência de infestações em residências, esta espécie atacou principalmente os mobiliários. Os danos estruturais às residências foram provocados essencialmente por *C. gestroi* e *N. corniger*.

A coabitação de espécies de cupins em uma mesma árvore provoca para as espécies que coabitam desafios em matéria de territorialidade a obtenção de recurso

alimentar. Entretanto, a coabitação sempre aconteceu com espécies de cupins que apresentam preferência alimentar por distintas partes da árvore. Isto reduz a possibilidade de competição por alimento. Jones e Trosset (1991) sugerem que a competição por local de nidificação e colonização é muito mais freqüente que a competição por alimento, mas espécies simpátricas que utilizam o mesmo recurso passam a competir quando estes recursos se tornam escassos (Thorne e Haverty, 1991). *C.gestroi* participou em todas as coabitações verificadas neste trabalho. Apesar desta espécie ser altamente competitiva na defesa do ninho e de seu território de forrageamento (Costa-Leonardo, 2002; Milano e Fontes, 2002), ela é a única que constrói ninho subterrâneo e ataca o cerne da árvore. Isto confere a esta espécie condições ideais para coabitar com as outras espécies.

A presença de *C.gestroi*, *N.corniger*, *Microcerotermes* sp.a. nas quatro áreas categorizadas indica maior adaptabilidade destas espécies, tanto para nidificar, quanto para procurar fontes de alimento. Em áreas menos urbanizadas a incidência de *N. corniger* é maior. Bandeira et al. (2003) e Vasconcellos et al. (2005) sugerem que locais não urbanizados vizinhos de áreas urbanas podem servir como sítios de construção de ninhos primários para *N.corniger*. Por outro lado, em áreas mais urbanizadas *C. gestroi* é a espécie mais importante e o nível de infestação mais constante nas distintas áreas indica que esta espécie é a mais adaptada a ambientes urbanos (Robinson, 1996; Costa-Leonardo, 2002).

Alguns autores verificaram que *S.nanus* e algumas espécies de *Microcerotermes* são pragas oportunistas que atacam madeiras de edificações a partir de colônias instaladas em áreas de transição adjacentes de áreas urbanas (Bandeira, 1998; Bandeira et al., 1998; Fontes, 1998). Isto explicaria a ocorrência de *Microcerotermes* sp.b. e *S. nanus* apenas em árvores próximas a áreas não urbanizadas.

Neste trabalho foi constatado que espécies de diversos gêneros de cupins são encontradas infestando árvores e residências da área urbana de Campos dos Goytacazes-RJ. O cupim subterrâneo *C.gestroi* e o cupim arborícola *N. corniger* foram as espécies mais freqüentes infestando árvores e estruturas de residências. Pesquisas futuras deveriam analisar a predisposição de espécies de árvores e de madeiras utilizadas na construção civil, ao ataque de cupins considerados praga. Este aspecto seria de grande relevância para a análise e elaboração de programas de prevenção e controle de danos causados por cupins.

## RESUMO E CONCLUSÕES

Na área urbana do Município de Campos dos Goytacazes foram constatadas em árvores as espécies *C.gestroi*, *N.corniger*, *Microcerotermes* sp.a., *Cryptotermes* sp., *Nasutitermes* sp.b., *Microcerotermes* sp.b. e *Syntermes nanus*. O cupim subterrâneo *C.gestroi* foi a espécie mais freqüente seguido do cupim arborícola *N.corniger*. *C.gestroi* teve distribuição homogênea em todas as áreas amostradas e *N. corniger* apesar de ter uma ocorrência relativa maior em áreas próximas à vegetação natural, também foi encontrada nas distintas áreas da cidade. *C. brevis* foi à espécie com maior número de registros de infestações domiciliares, mas a quase totalidade destas foram constatadas em mobiliários. O maior número de ataques às estruturas das moradias correspondeu às duas espécies que mais infestações provocaram na arborização urbana: *C.gestroi* e *N.corniger*. Estes resultados mostram que *N.corniger*, até recentemente descrita como relevante apenas em ambientes naturais, vem adquirindo importância crescente como praga urbana, tanto pela sua distribuição nas áreas urbanizadas, quanto pela freqüência em que provoca danos domiciliares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMSON, A.M. (1943) **Termites and the fertility of soils**. Tropical Agriculture, 20(6):107-202.
- AMARAL, R.D.A. M. (2002) **Diagnóstico da ocorrência de cupins xilófagos em árvores urbanas do bairro de Higienópolis, na cidade de São Paulo**. Dissertação de Mestrado, ESALQ/USP, Piracicaba, 71p.
- BANDEIRA, A.G. (1998) Danos causados por cupins na Amazônia brasileira *In*: FONTES, L.R.; BERTI FILHO, E. (eds.). **Cupins: O desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, p.87-98.

- BANDEIRA, A.G.; MIRANDA, C.S.; VASCONCELLOS, A. (1998) Danos causados por cupins em João Pessoa, Paraíba - Brasil. *In*: FONTES, L.R. e BERTI FILHO, E. (Eds.). **Cupins: O desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, .p. 75-85.
- BANDEIRA, A.G.; VASCONCELLOS, A.; SILVA, M.P.; CONSTANTINO, R. (2003) **Effects of habitat disturbance on the termite fauna in a highland humid forest in the Caatinga domain, Brazil**. *Sociobiology*, 42:117-127.
- CANCELLO, E.M.; ZORZENON, F.J.; POTENZA, M.R.; CAMPOS, T.B. (1998) Bioecologia e sistemática. *In*: ZORZENON, F.J.; POTENZA, M.R. (coords.). **Cupins: pragas em áreas urbanas**. São Paulo: Instituto Biológico. (Boletim Técnico, 10), p.8-20.
- COSTA-LEONARDO, A.M. (2007) **O cupim *Coptotermes gestroi*: uma realidade que veio para ficar**. *Vetores & Pragas*, 01 dez.
- COSTA-LEONARDO, A.M. (2002) **Cupins-Praga: morfologia, biologia e controle**. Rio Claro: DIVISA. 128 p.
- 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**. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 40(25):387-448.
- CONSTANTINO, R. (2002) **The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status**. *J. Appl. Ent.*, 126:355-365.
- ELEOTÉRIO, E.S.R.; BERTI FILHO, E. (2000) **Levantamento e identificação de cupins (Insecta: Isoptera) em área urbana de Piracicaba-SP**. *Ciência Florestal*, 10:125-139.
- FONTES, L.R. (1995) Cupins em áreas urbanas. *In*: BERTI FILHO, E.; FONTES, L.R. (eds.). **Alguns Aspectos Atuais da Biologia e Controle de Cupins**. Piracicaba: FEALQ, p.57-76.
- FONTES, L.R. (1998) Considerações sobre a complexidade da interação entre o cupim subterrâneo *Coptotermes havilandi*, e a arborização no ambiente urbano. *In*: FONTES, L.R.; BERTI FILHO, E. (eds.). **Cupins: o desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, p.109-124.
- FREYTAG, E.D.; CINK, J.H. (2001) **Field trials with premise (imidacloprid) termiticide for controlling formosan subterranean termites in trees in New Orleans, Louisiana**. *In*:

- International Symposium on *Coptotermes formosanus* in New Orleans, 2., Louisiana. Resumos. New Orleans: U.S Department of Agriculture, p.23.
- JONES, S.C.; TROSSET, M.W. (1991) **Interference competition in desert subterranean termites**. Entomol. Exp. Appl. 69:83-90.
- LAFAGE, J.P.; NUTTING, W.L. (1978) Nutrient dynamics of termites. *In*: Brian, M.V. (ed.). **Production Ecologia of Ants and Termites**. Cambridge: Cambridge University Press, 409p.
- LEE, K.E.; WOOD, T.G. (1971) **Termites and Soils**. London and New York, Academic Press, 251p.
- MILANO, M.S. (1988) **Avaliação quali-quantitativa e manejo da arborização urbana: exemplo de Maringá-PR**. Tese de Doutorado, UFP, Curitiba, 120p.
- MILANO, S. (1998) Diagnóstico e controle de cupins em área urbana. *In*: FONTES, L.R.; BERTI FILHO, E. (eds.). **Cupins: O desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, p.45-74.
- MILANO, S.; FONTES, L.R. (2002) **Cupim e Cidade: Implicações ecológicas e controle**, Conquista Artes Gráficas, São Paulo, 141p.
- NOIROT, C.; NOIROT-TIMOTHEÉ, C. (1969) The digestive system *In*: Krishna, K.; Weesner, F.M. (eds.). **Biology of Termites**, Vol. 1. New York and London: Academic Press, p.49-85.
- ROBINSON, W.H. (1996) **Urban entomology: Insect and mite pests in the human environment**. 1 ed. London: Chapman & Hall, 430p.
- SANDS, W.A.; WOOD, T.G. (1978) The role of termites in ecosystems. *In*: Brian, M.V. (ed.). **Production Ecology of ants Termites**. Cambridge: Cambridge University Press, p.245-292.
- THORNE, B.L.; HAVERTY, M.I. (1991) **Review of intracolony, intraspecific, and interspecific agonism in termites**. Sociobiology 19:115-145.
- VASCONCELLOS, A. (1999) **Estrutura e dinâmica de ninhos policíclicos de uma espécie de *Nasutitermes* (Isoptera: Termitidae) em Mata Atlântica e no meio urbano de João Pessoa, Paraíba, Brasil**. Dissertação de Mestrado, UFPB, João Pessoa, 84p.
- VASCONCELLOS, A.; MÉLO, A.C.S.; SEGUNDO, E.M.V.; BANDEIRA, A.G. (2005) **Cupins de duas florestas de restinga do nordeste brasileiro**. Iheringia - Série Zoologia, Porto Alegre, 95:127-131.

WOOD, T.G. (1978) Food and feeding habits of termites. *In*: Brian, M.V. (ed.). **Production Ecology of Ants and Termites**. Cambridge: Cambridge University Press, p.55-80.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Na área urbana do Município de Campos dos Goytacazes foi constatada a ocorrência de *Coptotermes gestroi*, *Nasutitermes corniger*, *Microcerotermes* sp.a., *Cryptotermes* sp., *Nasutitermes* sp.b., *Microcerotermes* sp.b. e *Syntermes nanus*. O cupim subterrâneo *C.gestroi* foi a espécie mais freqüente e o cupim arborícola *N.corniger* a segunda. *C.gestroi* teve uma distribuição homogênea em todas as áreas amostradas, e *N.corniger* apesar de ter uma ocorrência relativa maior em áreas próximas à vegetação natural também foi encontrada nas distintas áreas da cidade. *C. brevis* foi a espécie com maior número de registros de infestações domiciliares, mas quase a totalidade foi constatada em mobiliários. O maior número de ataques às estruturas das moradias correspondeu a *C.gestroi* e *N.corniger*. Estes resultados mostram que *N.corniger* que até recentemente era descrita como uma espécie relevante apenas em ambientes naturais vem adquirindo importância crescente como praga urbana, tanto pela sua distribuição nas áreas urbanizadas, quanto pela freqüência com que provoca danos domiciliares. Comprovou-se que a espécie *N.corniger* apresenta preferência alimentar por madeiras específicas. Processos de decomposição parecem provocar mudanças na composição química das madeiras que podem aumentar a preferência, mas isto acontece só até certo ponto a partir

do qual a decomposição pode reduzir a preferência pela madeira. Aparentemente, a preferência de *N. corniger* por uma madeira estaria influenciada pela densidade da madeira, mas substâncias químicas da mesma são responsáveis por essa preferência. Substâncias químicas de madeiras tanto sadias quanto decompostas permitiram aumentar a frequência e a intensidade de recrutamento de cupins a uma madeira. A orientação de *N. corniger* até uma fonte alimentar é essencialmente determinada pela presença do feromônio de trilha da glândula esternal. No entanto, constatou-se que nas fezes existem estímulos adicionais que aumentam a resposta de seguimento de trilha nos cupins. Aparentemente estímulos físicos originados pelas irregularidades provocadas pelas fezes depositadas na trilha seriam também utilizados na orientação mediante o fenômeno de tigmotaxia. Além disso, estímulos químicos produzidos no pavé depois da deposição das fezes estariam também envolvidos nesse processo de orientação. Substâncias produzidas pelas glândulas salivares de *N. corniger* modificaram o comportamento de exploração de uma fonte alimentar desencadeando através de uma ação arrestante ou fago-estimulante uma maior agregação de operários no substrato alimentar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMSON, A.M. (1943) **Termites and the fertility of soils**. Tropical Agriculture, 20(6):107-202.
- ADDOR, R. W. (1995) Insecticides. *In*: GODFREY, C.R.A. (eds.). **Agrochemicals from natural products**. New York: Marcel Dekker, . p.1-62.
- AGBOGBA, C.; NOEL, J.R. (1982) **L' attaque dès arbres par lês térmites dans la presquile du Cp-Vert (Senegal). III. Cãs du arc forestier de Dakar-Hann sur sables ogoliens**. Bull. Inst. Fond. Afr. Noire, A 44: 341-364.
- AMARAL, R.D.A. M. (2002) **Diagnóstico da ocorrência de cupins xilófagos em árvores urbanas do bairro de Higienópolis, na cidade de São Paulo**. Dissertação de Mestrado, ESALQ/USP, Piracicaba, 71p.
- AMBURGEY, T.L.; SMYTHE, R.V. (1977) **Factors influencing termite feeding on brown-rotted wood**. Sociobiology 3: 3-12.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. (ASTM D –1107) (1994) **Standard test method for alcohol-benzenesolubility of wood**. Annual Book of ASTMstandards: wood. Philadelphia: v.04 10,p. 189-190.

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. (ASTM D –1108) (1994) **Standard test method for dicloromethane solubles in wood.** Annual Book of ASTM standards: wood. Philadelphia: v.04 10,p. 191-192.
- ANDARA, C.; ISSA, S.; JAFFÉ, K. (2004) **Decision-making systems in recruitment to food for two Nasutitermitinae (Isoptera: Termitidae).** Sociobiology, 44(1): 1-13.
- ARAB, A.; ISSA, S. (2000) **Breves observaciones sobre el comportamiento de forrajeo de dos especies de termitas (Termitidae: Nasutitermitinae) bajo condiciones de laboratorio.** Bol. Entomol. Venez. 15(1): 93-95.
- ARAB, A.; COSTA-LEONARDO, A.M.; CASARIN, F.E.; GUARALDO, A.C.; CHAVES, R.C. (2005) **Foraging activity and demographic patterns of two termite species (Isoptera:Rhinotermitidae) living in urban landscapes in southeastern Brazil.** *Eur. J. Entomol.* 102: 691–697.
- AZEVEDO, V.C.R.; VINSON, C.C.; SILVA, V.P.; CIAMPI, A.Y. (2007) **Desenvolvimento e Aplicação de Marcadores Microssatélites em Maçaranduba *Manilkara huberi*.** Biotecnologia 1:5-19.
- BANDEIRA, A.G. (1998) Danos causados por cupins na Amazônia brasileira *In*: FONTES, L.R.; BERTI FILHO, E. (eds.). **Cupins: O desafio do conhecimento.** Piracicaba: FEALQ, p.87-98.
- BANDEIRA, A.G.; GOMES, J.I.; LISBOA, P.L.B.; SOUZA, P.C.S. (1989) **Insetos pragas de madeiras de edificações em Belém - Pará.** EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 101:1-25.
- BANDEIRA, A.G.; MIRANDA, C.S.; VASCONCELLOS, A. (1998) Danos causados por cupins em João Pessoa, Paraíba - Brasil. *In*: FONTES, L.R. e BERTI FILHO, E. (Eds.). **Cupins: O desafio do conhecimento.** Piracicaba: FEALQ, .p. 75-85.
- BANDEIRA, A.G.; VASCONCELLOS, A.; SILVA, M.P.; CONSTANTINO, R. (2003) **Effects of habitat disturbance on the termite fauna in a highland humid forest in the Caatinga domain, Brazil.** Sociobiology, 42:117-127.
- BEHR, E. A.; BEHR, C.T.; WILSON, L.F. (1972) **Influence of wood hardness on feeding by the Eastern subterranean termite, *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae).** Ann. Entomol. Soc. Am. 65: 457-460.

- BILLEN, J.; JOYE, L.; LEUTHOLD, R.H. (1989) **Fine structure of the labial gland in *Macrotermes bellicosus* (Isoptera: Termitidae)**. Acta Zool., 70: 37-45.
- BOSSHARD, H.H. (1984) **Holzkunde. Bd. 2. Zur Biologie, Physik und Chemie des Holzes**. 2.; uberarb. Auflage, Birkhauser Verlag, Basel etc., 312pp.
- BULTMAN, J.D.; SOUTHWELL, C.R. (1976) **Natural resistance of tropical woods to terrestrial wood-destroying organisms**. Biotropica 8: 71-95.
- BUSTAMANTE, N.C.R. (1993) **Preferências alimentares de 5 espécies de cupins *Nasutitermes* Dudley, 1980 (Termitidae: Isoptera) por 7 espécies de madeiras de várzea na Amazônia Central**. Dissertação de Mestrado, INPA/FUA, Manaus, 151p.
- CABRERA, B.J.; KAMBLE, S.T. (2001) **Effect of decreasing thermophotoperiod on Eastern subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae)**. Arquivos Instituto Biológico de São Paulo, vol.30 (2), p.166-167.
- CANCELLO, E.M.; ZORZENON, F.J.; POTENZA, M.R.; CAMPOS, T.B. (1998) Bioecologia e sistemática. *In*: ZORZENON, F.J.; POTENZA, M.R. (coords.). **Cupins: pragas em áreas urbanas**. São Paulo: Instituto Biológico. (Boletim Técnico, 10), p.8-20.
- CARTER, F.L.; SMYTHE, R.V. (1974) **Feeding and survival responses of *Reticulitermes flavipes* (Kollar) to extractives of woods from 11 coniferous genera**. Holzforschung 28: 41-45.
- CARTER, F.L.; JONES, S.C.; MAULDIN, J.K.; CAMARGO, C.C.R. (1983) **Responses of *Coptotermes formosanus* Shiraki to extracts from five Brazilian hardwoods**. A. Angewandte Entomol., 95: 5-14.
- CARTWRIGHT, K.S.T.G.; FINLAY, W.P.K. (1958) **Decay of timber and its prevention**. London: HER MAJESTY'S STATIONERY OFFICE. 332p.
- CLARKE, P.; GARRAWAY, E. (1994) **Development of nests and composition of colonies of *Nasutitermes nigriceps* (Isoptera: Termitidae) in the magroves of Jamaica**. Florida Entomologist. 77(2): 272-280.
- 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**. Papéis Avulsos de Zoologia, 40(25):387-448.

- CONSTANTINO, R. (2002) **The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status.** J. Appl. Ent., 126:355-365.
- CONSTANTINO, R.; CANCELLO, E.M. (1992) **Cupins (Insecta, Isoptera) da Amazônia brasileira: distribuição geográfica e esforço de coleta.** Rev. Brasileira Biol. 52: 401-413.
- CORNELIUS, M.L., GRACE, J.K., FORD, P.W., DAVIDSON, B.S. (1995) **Toxicity and repellency of semiochemicals extracted from a dolichoderine ant (Hymenoptera: Formicidae) to the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae).** *Environ. Entomol.* 24: 1263-1269.
- CORNELIUS, M.L.; DAIGLE, D.J.; CONNICK Jr., W.J.; PARKER, A.; WUNCH, K. (2002) **Responses of *Coptotermes formosanus* and *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae) to three types of wood rot fungi cultured on different substrates.** J. Econ. Entomol. 95: 121-128.
- CORNELIUS, M.L.; DAIGLE, D.J.; CONNICK Jr., W.J.; WILLIAMS, K.S.; LOVISA, M.P. (2003) **Responses of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) to wood blocks inoculated with lignin-degrading fungi.** *Sociobiology* 41: 513-525.
- CORNELIUS, M.L.; BLAND J. M.; DAIGLE, D.J.; WILLIAMS, K.S.; LOVISA, M.P.; CONNICK Jr, W. J.; LAX, A.R. (2004) **Effect of a lignin-degrading fungus on feeding preferences of formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) for different commercial lumber.** J. Econ. Entomol. 97: 1025-1035.
- COSTA-LEONARDO, A.M. (2007) **O cupim *Coptotermes gestroi*: uma realidade que veio para ficar.** *Vetores & Pragas*, 01 dez.
- COSTA-LEONARDO, A.M. (2002) **Cupins-Praga: morfologia, biologia e controle.** Rio Claro: DIVISA, 128 p.
- COSTA-LEONARDO, A.M.; THORNE, B.L. (1995) **Iscas e outras metodologias alternativas para o controle de cupins.** In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L.R. (eds.). **Alguns aspectos da biologia e controle de cupins.** Piracicaba: FEALQ, p.89-94.
- DELAPLANE, K.S.; LA FAGE; J.P. (1989) **Preference of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) for wood damaged by conspecifics.** J. Econ. Entomol. 82: 1363–1366.

- DELLA LUCIA, T.M.C. (2001) Feromônios de Formigas Pragas *In*: Vilela, E.F, Della Lucia, T.M.C. (eds.). **Feromônios de insetos**. Viçosa: Hollos, p.73-82.
- DETHIER, V.G. (1954) **Evolution of feeding preferences in phytophagous insects**. *Evolution* 8: 33-54.
- DRESCHER, R.; SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G.; QUEIROZ, F.L.C. (2001) **Artificial Form Factor of *Pinus elliottii* Engelm for the Region of "Serra do Sudeste", Rio Grande do Sul (BRAZIL)**. *Cienc. Rural* 31: 23-35.
- EDWARDS, R.; MILL, A.E. (1986) **Termites in buildings: Their biology and control**. Felcourt: Rentokil Ltda. 231p.
- ELEOTÉRIO, E.S.R.; BERTI FILHO, E. (2000) **Levantamento e identificação de cupins (Insecta: Isoptera) em área urbana de Piracicaba-SP**. *Ciência Florestal*, 10:125-139.
- EMERSON, A.E. (1925) **The termites from Kartabo, Bartica District, Guyana**. *Zoologica* 6: 291-459.
- EMERSON, A.E. (1938) **Termite nest. A study of the phylogeny of behavior**. *Ecol. Monogr.* 8: 247-284.
- ESENTER, G.R.; BEAL, R.H. (1979) **Termite control: decayed wood bait**. *Sociobiology* 4: 215-222.
- ESENTER, G.R.; ALLEN, T.C.; CASIDA, J.E.; SHENEFELT, R.D. (1961) **Termite attractant from fungus infected wood**. *Science* 1: 43-50.
- FONTES, L.R. (1995) Cupins em áreas urbanas. *In*: BERTI FILHO, E.; FONTES, L.R. (eds.). **Alguns Aspectos Atuais da Biologia e Controle de Cupins**. Piracicaba: FEALQ, p.57-76.
- FONTES, L.R. (1998) Considerações sobre a complexidade da interação entre o cupim subterrâneo *Coptotermes havilandi*, e a arborização no ambiente urbano. *In*: FONTES, L.R.; BERTI FILHO, E. (eds.). **Cupins: o desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, p.109-124.
- FONTES, L.R.; ARAUJO, R.L. (1999) Os cupins. *In*: MARICONI, F.A.M. (coord.). **Insetos e outros invasores de residências**, FEALQ, Piracicaba, p.35-90.
- FORSCHLER, B.T. (1998) Subterranean termite biology in relation to prevention and removal of structural infestation. *In*: **National Pest Control Association Publications** (NPCA research report on subterranean termites), Virginia, p.31-51.

- FREYTAG, E.D.; CINK, J.H. (2001) **Field trials with premise (imidacloprid) termiticide for controlling formosan subterranean termites in trees in New Orleans, Louisiana.** *In*: International Symposium on *Coptotermes formosanus* in New Orleans, 2., Louisiana. Resumos. New Orleans: U.S Department of Agriculture, p.23.
- GONZÁLEZ-COLOMA, A., ESCOUBAS, P., REINA, M., MIZUTANI, J. (1994) **Antifeedant and insecticidal activity of endemic Canadian Laurence.** *Appl. Entomol. Zool.* 29: 292-296.
- GRASSÉ, P-P. (1982) **Termitologia.** International Congress of IUSI. Paris, França. Masson, v. 1. 676p.
- HALL, P.; TRANIELLO, J.F.A. (1985) **Behavioral bioassays of termite trail pheromones: Recruitment and orientation effects of Cembrene-A in *Nasutitermes costalis* (Isoptera: Termitidae) and discussion of factors affecting termite response in experimental contexts.** *J. Chem. Ecol.* 11: 1503-1513.
- HEDLUNG, J.C.; HENDERSON, G. (1999) **Effect of available food size on search tunnel formation by the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae).** *J. Econ. Entomol.* 92:610–616.
- ISSA, S. (1995) **Alguma observaciones sobre el comportamiento de soldados de dos especies de *Nasutitermes* (Termitidae: Nasutitermitinae).** *Bol. Entomol. Venez.* 10(1): 119.
- JONES, S.C.; TROSSET, M.W. (1991) **Interference competition in desert subterranean termites.** *Entomol. Exp. Appl.* 69:83-90.
- JURD, L.; MANNERS, G.D. (1980) **Wood extractives as models for the development of new types of pest control agents.** *J. Agr. Food Chem.* 28: 183-188.
- KÄÄRIK, A.A. (1974) Decomposition of wood. *In*: C. H. Dickinson, G. J. F. (Eds.): **Biology of plant litter decomposition**, Academic Press, London & New York. pp 129-174.
- KAIB, M.; ZIESMANN, J. (1992) **The labial gland in the termite *Schedorhinotermes lamanianus* (Isoptera: Rhinotermitidae): Morphology and communal food exploitation.** *Insectes soc.* 39: 373-384.
- KENNEDY, J.S. (1978) **The concepts of olfactory ‘arrestment’ and ‘attraction.’** *Physiol. Entomol.* 3: 91-98.
- KRISHNA, K. (1969) Introduction. *In*: Krishna, K.; Weesner, F. (eds.). **Biology of Termites.** New York and London: Academic Press. Vol II, 598p.

- LAFAGE, J.P.; NUTTING, W.L. (1978) Nutrient dynamics of termites. *In*: Brian, M.V. (ed.). **Production Ecologia of Ants and Termites**. Cambridge: Cambridge University Press, 409p.
- LEE, K.E.; WOOD, T.G. (1971) **Termites and Soils**. London and New York, Academic Press, 251p.
- LELIS, A.T. (1994) **Termite problem in São Paulo City - Brazil**. Resumo no XII
- LELIS, A.T. (2001) **Manual de biodeterioração de madeiras em edificações**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), São Paulo, 54p.
- LENZ, M.; RUYOOKA, D.B.A.; HOWICK, C.D. (1980) **The effect of brown and white rot fungi on wood consumption and survival of *Coptotermes lacteus* (Froggatt) (Isoptera: Rhinotermitidae) in a laboratory setting**. *Z. Angew. Entomol.* 89: 344-362.
- LENZ, M.; AMBURGEY, T.L.; ZI-RONG, D.; MAULDIN, J.K.; PRESTON, A.F.; RUDOLPH, D.; WILLIAMS, E.R. (1991) **Inter-laboratory studies on termite-wood decay fungi associations: II. Response of termites to *Gloeophyllum trabeum* grown on different species of wood (Isoptera: Mastotermitidae, Termopsidae, Rhinotermitidae, Termitidae)**. *Sociobiology* 18: 203-254.
- LEWIS, V.R. (1997) **Alternative Control Strategies for Termites**. *Journal of Agricultural Entomology* 14:291-307.
- LIGHT, S.F. (1933) **Termites of western Mexico**. *Univ. Calif. Publ. Entomol.* 6: 79-164.
- MARCHIORI, J.N.C.; SOBRAL, M. (1997) **Dendrologia das Angiospermas - Myrtales**. Santa Maria: Ed UFSM, BR.
- MARICONI, F.A.M.; FONTES L.R.; ARAÚJO, R.L. (1999) Os cupins. *In*: MARICONI, F.A. M.; FONTES L.R.; ARAÚJO, R.L. (eds.). **Insetos e outros invasores de residências**. V.6. Piracicaba: FEALQ, p.35-90.
- MATTHEWS, R.W.; MATTHEWS, J.R. (1978) **Insect behavior**. Wiley, New York.
- MCCMAHAN, A.E. (1966) **Studies of termite Wood-Feeding Preferences**. *Haw. Entomol. Soc.* 19: 239-250.
- MILANO, M.S. (1988) **Avaliação quali-quantitativa e manejo da arborização urbana: exemplo de Maringá-PR**. Tese de Doutorado, UFP, Curitiba, 120p.
- MILANO, S. (1998) Diagnóstico e controle de cupins em área urbana. *In*: FONTES, L.R.; BERTI FILHO, E. (eds.). **Cupins: O desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, p.45-74.

- MILANO, S.; FONTES, L.R. (2002) **Cupim e Cidade: Implicações ecológicas e controle**, Conquista Artes Gráficas, São Paulo, 141p.
- MILL, A.E. (1991) **Termites as structural pest in Amazonia, Brazil**. *Sociobiology*, 19(2): 339-348.
- MORALES-RAMOS, J.A.; ROJAS, M.G. (2003) **Nutritional ecology of the formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae): Growth and survival of incipient colonies feeding on preferred wood species**. *J. Econ. Entomol.* 96: 106-116.
- MURADIAN, R.; ISSA, S.; JAFFÉ, K. (1998) **Energy consumption of termites colonies of *Nasutitermes ephratae* (Isoptera: Termitidae)**. *Physiology & Behavior*, 66(5): 731-735.
- NAGNAN, P.; CLEMENT, J.L. (1990) **Terpenes from the maritime pine *Pinus pinaster*: toxins for subterranean termites of the genus *Reticulitermes* (Isoptera: Rhinotermitidae)**. *Biochem. Syst. Ecology* 18: 13-16.
- NOIROT, C. (1969) Glands and secretions, , *In*: Krishna, K.; Weesner, F. (eds.). **Biology of the termites**, Vol. 1. New York and London: Academic Press, p.89-123.
- NOIROT, C. (1970) The nests of termites. *In*: Krishna, K.; Weesner, F. M. (eds.). **Biology of Termites**, , Vol. 2. New York and London: Academic Press, p.73-125.
- NOIROT, C.; NOIROT-TIMOTHEÉ, C. (1969) The digestive system *In*: Krishna, K.; Weesner, F.M. (eds.). **Biology of Termites**, Vol. 1. New York and London: Academic Press, p.49-85.
- NUÑEZ, J. (1982) **Foraging pressure and its annual variation: a method of evaluation using artificial food sources**. *J.Apic.Res.* 21:134-138.
- OHMURA, W.; TOKORO, M.; TSUNODA, K. YOHIMURA, T.; TAKAHASHI, M. (1995) **Termite trail-following substances produced by brown-rot fungi**. *Mater. Org.* 29: 133-146.
- OLIVEIRA, A.M.F.; LELIS, A.T.; LEPAGE, E.; CARBALLERA LOPEZ, G.A.; SAMPAIO OLIVEIRA, L.C.; CAÑEDO, M.D.; MILANO, S. (1986) Agentes destruidores da madeira. *In*: LEPAGE, E.S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras**, v1. São Paulo: IPT. I, p.99-278.
- PEARCE, M.J. (1997). **Termites: Biology and Pest Management**, CAB International, New York, 172p.

- PERALTA, R.C.G.; MENEZES, E.B.; CARVALHO, A.G.; AGUIAR-MENEZES, E.L. (2004) **Wood consumption rates of forest species by subterranean termites (Isoptera) under field conditions.** *Jornal SIF* 283:289.
- PRICE, P. W. (1984) **Insect Ecology.** 2. Ed. New York, Wiley, 607pp.
- REINHARD, J.; KAIB, M. (1995) **Interaction of pheromones during food exploitation by the termite *Schedorhinotermes lamanianus*.** *Physiol. Entomol.* 20: 266-272.
- REINHARD, J.; KAIB, M. (2001) **Food exploitation in termites: indication for a general feeding-stimulating signal in labial gland secretion of Isoptera.** *J. Chemo. Ecol.* 27(1):189-201.
- REINHARD, J.; HERTEL, H.; KAI, M. (1997) **Feeding stimulating signal in labial gland secretion of the subterranean termite *Reticulitermes santonensis*.** *J. Chem. Ecol.* 23: 2371-2381.
- RIPA, R.; CASTRO, L.; SU, N.-Y.; PALMA, P. (2002) **Laboratory estimate of wood consumption rates by *Reticulitermes* sp. (Isoptera: Rhinotermitidae) in Chile.** *Sociobiology* 39: 285–290.
- ROBINSON, W.H. (1996) **Urban entomology: Insect and mite pests in the human environment.** 1 ed. London: Chapman & Hall, 430p.
- ROISIN, Y.; PASTEELS, J.M. (1986) **Reproductive mechanisms in termites: polycalism and polygyny in *Nasutitermes polygynus* and *N. costalis*.** *Insectes Sociaux*, 33 (2): 149-167.
- ROJAS, M.G.; MORALES-RAMOS, J.A. (2001) **Bait matrix delivery of chitin synthesis inhibitors to the formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae).** *J. Econ. Entomol.* 2:506-510.
- ROMAGNANO, L.F.T. di; NAHUZ, M.A.R. (2006) **Controle de cupins subterrâneos em ambientes construídos.** *Téchne* 114: 48-53.
- RUST, M.K.; HAAGSMA, K.; NYUGEN, J. (1996) **Enhancing foraging of western subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) in arid environments.** *Sociobiology* 28: 275-286.
- SANDS, W.A.; WOOD, T.G. (1978) The role of termites in ecosystems. *In*: Brian, M.V. (ed.). **Production Ecology of ants Termites.** Cambridge: Cambridge University Press, p.245-292.

- SCHEFFRAHN, R.H.; DARLINGTON, J.P.E.C.; COLLINS, M.S.; KRECEK, J.; SU, N.-Y. (1994) **Termites (Isoptera: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Termitidae) of the West Indies**. Sociobiology 24: 213-238.
- SCHEFFRAHN, R.H.; CABRERA, B.J.; KERN, W.H. JR.; SU, N.-Y. (2002) ***Nasutitermes costalis* (Isoptera: Termitidae) in Florida: First record of a non-endemic establishment by a higher termite**. Fla. Entomol. 85: 273-275.
- SCHEFFRAHN, R.H.; KRECEK, J.; SZALANSKI, A.L.; AUSTIN, J.W. (2005) **Synonymy of neotropical arboreal termites *Nasutitermes corniger* and *N. costalis* (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae), with evidence from morphology, genetics, and biogeography**. Ann. Entomol. Soc. Am. 98: 273-281.
- SERPA, P.N.; VITAL, B.R. (2004) **Propriedades da madeira de *Pinus elliottii***. Revista da Madeira 86: 86-96.
- SMYTHE, R.V.; CARTER, F.L. (1969) **Feeding responses to sound wood by the eastern subterranean termite, *Reticulitermes flavipes***. Ann. Entomol. Soc. Am. 62: 335-337.
- SNYDER, T.E. (1956) **Termites of the West Indies, the Bahamas, and Bermuda**. J. Agric. Univ. Puerto Rico 40: 189-202.
- SPURR, S.H.; HYVARINEN, M.J. (1954) **Wood fiber length as related to position in tree and growth**. The Botanical Rev. 20:561-575.
- SU, N.-Y. (1994) Field evaluation of hexaflumuron bait for population suppression of subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). J. Econ. Entomol. 87: 389-397.
- SU, N.-Y. (2005) **Directional change in tunneling of subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) in response to decayed wood attractants**. J. Econ. Entomol. 98: 471-475.
- SU, N.-Y.; SCHEFFRAHN, R.H. (1993) **Laboratory evaluation of two chitin synthesis inhibitors, hexaflumuron and diflubenzuron, as bait toxicants against the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae)**. J. Econ. Entomol. 86:1453-1457.
- SUOJA, S.B.; LEWIS, V.R.; WOOD, D.L.; WILSON, M. (1999) **Comparisons of single and group bioassays on attraction and arrestment of *Reticulitermes* sp. (Isoptera: Rhinotermitidae) to selected cellulosic materials**. Sociobiology 33: 125-135.
- SUPRIANA, N. (1985) **Notes on the resistance of tropical woods against termites**. IRG, Working Group Ib, Doc. N° IRG/WP/1249. 9pp.

- SWOBODA, L.E.; MILLER, D.M. (2004) **Laboratory Assays Evaluate the Influence of Physical Guidelines on Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae) Tunneling, Bait Discovery, and Consumption.** J. Econ. Entomol. 97:1404-1412.
- THORNE, B.L. (1982) **Polygyny in termites: multiple primary queens in colonies of *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) (Isoptera: Termitidae).** Insects Sociaux, 29(1): 102-117.
- THORNE, B.L. (1984) **Polygyny in the Neotropical termite *Nasutitermes corniger*: life history consequences of queen mutualism.** Behavioral Ecology and Sociobiology, 14:117-136.
- THORNE, B.L. (1985) **Numerical and biomass caste proportions in colonies of termites *Nasutitermes corniger* and *N. ephratae* (Isoptera: Termitidae).** Insectes Soc. 32: 411-426.
- THORNE, B.L.; HAVERTY, M.I. (1991) **Review of intracolony, intraspecific, and interspecific agonism in termites.** Sociobiology 19:115-145.
- THORNE, B.L.; COLLINS, M.S.; BJORNDAL, K.A. (1996) **Architecture and nutrient analysis of arboreal carton nest of two neotropical *Nasutitermes* species (Isoptera: Termitidae) with notes on embedded nodules.** Fla. Entomol. 79: 27-37.
- THORNE, B.L.; HAVERTY, M.I. (2000) **Nest growth and survivorship in three species of neotropical *Nasutitermes* (Isoptera: Termitidae).** Environ. Entomol. 29(2): 256-264.
- TRANIELLO, J.F.A. (1981) **Enemy deterrence in the recruitment strategy of a termite. Soldier organized foraging in *Nasutitermes costalis*.** Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 78: 1976-1979.
- TRANIELLO, J.F.A. (1982) **Recruitment and orientation components in a termite trail pheromone.** Naturwissenschaften 69: 343-344.
- TRANIELLO, J.F.A.; BUSHER, C. (1985) **Chemical regulation of polyethism during foraging in the neotropical termite *Nasutitermes costalis*.** J. Chem. Ecol. 11: 319-332.
- TUMLINSON, J.H.; SILVERSTEIN, R.M.; MOSER, J.C.; BROWNLEE, R.G.; RUTH, J.M. (1972) **A volatile trail pheromone of the leaf-cutting ant *Atta texana*.** J. Insect Physiol. 18: 809-814.

- VASCONCELLOS, A. (1999) **Estrutura e dinâmica de ninhos policálicos de uma espécie de *Nasutitermes* (Isoptera: Termitidae) em Mata Atlântica e no meio urbano de João Pessoa, Paraíba, Brasil.** Dissertação de Mestrado, UFPB, João Pessoa, 84p.
- VASCONCELLOS, A.; MÉLO, A.C.S.; SEGUNDO, E.M.V.; BANDEIRA, A.G. (2005) **Cupins de duas florestas de restinga do nordeste brasileiro.** Iheringia - Série Zoologia, Porto Alegre, 95:127-131.
- VASCONCELLOS, A.; BANDEIRA, A.G. (2006). **Populational and reproductive status of a polycalic colony of *Nasutitermes corniger* (Isoptera, Termitidae) in the urban area of João Pessoa, NE Brazil.** Sociobiology, Chicago, 47:165-174.
- WALLER, D.A.; LA FAGE, J.P. (1987) Nutritional ecology of termites. *In*: SLANSKY, F.; RODRIGUEZ, J.G. (Eds.). **Nutritional ecology of insects, mites, and spiders.** New York: WILEY. p. 487-532.
- WALLER, D.A.; JONES, C.G.; LA FAGE, J.P. (1990) **Measuring wood preferences in termites.** Entomol. Exp. Appl. 56: 117-123.
- WATANABE, T., CASIDA, J.E. (1963) **Response of *Reticulitermes flavipes* to fractions from fungus-infected wood and synthesis chemicals.** J. Econ. Entomol. 56: 300-307.
- WILSON, E.O. (1971) **The Insects Societes.** Cambridge and Massachussetts, Havard University Press. 548p.
- WOLCOTT, G.N. (1957) **Termite-repellent wood extractives.** J. Agr. Univ. Puerto Rico 37: 224-227.
- WOOD, T.G. (1978) Food and feeding habits of termites. *In*: Brian, M.V. (ed.). **Production Ecology of Ants and Termites.** Cambridge: Cambridge University Press, p.55-80.
- ZORZENON, F.J.; POTENZA, M.R. (1998) **Cupins: pragas em áreas urbanas.** Bol. Técn. Inst. Biol., São Paulo, nº 10, 40p.

## ANEXO 1

Coletor: \_\_\_\_\_

Mapa nº: \_\_\_\_\_.

Bairro: \_\_\_\_\_

Quadra: \_\_\_\_\_

**Planilha de Diagnóstico das Árvores**

Árvore	Indicadores Externos											
	0	1	2			3			4		5	
			A	B	C	A	B	C	V	M	V	M
			a	b	a	b	a	b				
			A	B	C	A	B	C	V	M	V	M
			a	b	a	b	a	b				
			A	B	C	A	B	C	V	M	V	M
			a	b	a	b	a	b				
			A	B	C	A	B	C	V	M	V	M
			a	b	a	b	a	b				

0. Sem Ninho aparente

1. Com Ninho aparente

2. Sem Túneis

A. Casca

B. Entre Casca

3. Com Túneis

C. No Solo junto a Base

a. Sem Cupins Vivos

b. Com Cupins Vivos

4. Sem Oco V. Árvore Viva

5. Com Oco M. Árvore Morta

## ANEXO 2

Observador: \_\_\_\_\_

Bairro: \_\_\_\_\_

Quadra: \_\_\_\_\_

Nome da Rua: \_\_\_\_\_ Edificação

nº: \_\_\_\_\_

Nome do Morador: \_\_\_\_\_

## Questionário

1. Tipo de Edificação: ( ) Residencial; ( ) Comercial

2. Idade da Edificação? \_\_\_\_\_

3. Material utilizado na Edificação: ( ) Alvenaria; ( ) Madeira; ( ) Alvenaria e Madeira

4. Ocorrência de pontos de Umidade: ( ) Não; ( ) Sim

Locais: \_\_\_\_\_

5. Histórico de infestação de cupins na Edificação: ( ) Não; ( ) Sim , A quanto tempo?

\_\_\_\_\_. Locais

Infestados? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_. Espécies: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_. Realizou Desinsetização? ( ) Não; ( ) Sim A quanto tempo?

\_\_\_\_\_.

6. Presença de Cupins na Edificação: ( ) Não; ( ) Sim Locais Infestados? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_. Espécies \_\_\_\_\_

Tipo de Material atacado? \_\_\_\_\_