

**ASPECTOS COMPORTAMENTAIS,
TAXA DE CONSUMO E MARCAÇÃO DO
CUPIM SUBTERRÂNEO *Coptotermes havilandi*
Holmgren, 1911 (Isoptera: Rhinotermitidae)
EM ÁREA RESIDENCIAL**

ALIM DA COSTA BICALHO

2000

49520

MFN 34832

ALIM DA COSTA BICALHO

**ASPECTOS COMPORTAMENTAIS, TAXA DE CONSUMO E
MARCAÇÃO DO CUPIM SUBTERRÂNEO *Coptotermes havilandi*
Holmgren, 1911 (Isoptera: Rhinotermitidae)
EM ÁREA RESIDENCIAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Entomologia, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador
Prof. Américo Iorio Ciociola

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2000

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Bicalho, Alim da Costa

Aspectos comportamentais, taxa de consumo e marcação do cupim subterrâneo
Coptotermes havilandi Holmgren, 1911 (Isoptera: Rhinotermitidae) em área
residencial / Alim da Costa Bicalho. -- Lavras : UFLA, 2000.

82 p. : il.

Orientador: Américo Iorio Ciociola.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Comportamento. 2. Marcação. 3. Cupim. 4. *Coptotermes havilandi* I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-595.736

ALIM DA COSTA BICALHO

**ASPECTOS COMPORTAMENTAIS, TAXA DE CONSUMO E
MARCAÇÃO DO CUPIM SUBTERRÂNEO *Coptotermes havilandi*
Holmgren, 1911 (Isoptera: Rhinotermitidae)
EM ÁREA RESIDENCIAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Entomologia, para obtenção do título de “Mestre”.

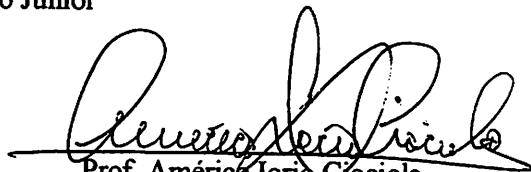
APROVADA em 31 de março de 2000.

Prof. Jair Campos de Moraes

UFLA

Prof. Alcides Moino Junior

UFLA


Prof. Américo Iório Cíociola
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2000

Primeiramente ao Senhor Deus por ter me dado o dom da vida

À minha querida mãe Maria Alves Bicalho, ao meu irmão gêmeo Alan da Costa Bicalho, ao meu sobrinho Guilherme Bicalho Pereira e a todos da minha família, o meu muito obrigado

DEDICO

À querida Roberta Jimenez de Almeida, em especial, pelo carinho, dedicação e constante paciência.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Deus eterno, imortal, invisível, mas real...

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de realização do mestrado em Entomologia.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro.

Ao professor Dr. Américo Iorio Ciociola pela orientação, constante amizade e conhecimentos transmitidos.

Ao professor Dr. Eurípedes Barsanulfo Menezes (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ) pelas valiosas contribuições e profundos conhecimentos a mim transmitidos sobre a ordem ISOPTERA, que nos tem fascinado a cada dia. À pesquisadora Elen de Lima Aguiar-Menezes (EMBRAPA Agrobiologia) pelo constante apoio e ajuda durante as avaliações.

Aos professores do DEN-UFLA pela experiência e ensinamentos transmitidos.

Aos pesquisadores do Centro de Milho e Sorgo (Embrapa), pelas amizades conquistadas e ensinamentos transmitidos.

Ao amigo e professor Dr. Jair Campos de Moraes.

Ao pesquisador Dr. Jan Krecek (Universidade da Flórida) pela identificação dos insetos.

Aos estudantes de graduação em Agronomia (UFRRJ) Eduardo Luiz Jacintho, Gustavo Tupper de Araújo, José Idelfonso de Souza e Luiz Henrique.

Aos servidores do DEN-UFLA, Nazaré A. M. Vitorino, Marli Aparecida de Barros, Edvaldo Rodrigues de Souza e Fábio Pereira Carriço.

Aos funcionários da biblioteca, José Maria dos Santos e Waldomiro Sebastião da Silva “Finquinho”.

Às amizades construídas durante a realização do curso, que permanecerão para sempre: Marcus Vinícius, Gerson, Amilcar, Nélio, Keila, Alysson, André, Simone, Ana, Leila, Katia, Valdirene e Wilson.

Aos meus amigos Mirko G. Rojas-Cortéz, Fábio Veríssimo, Alessandro Zacaroni, Marcus Vinícius Alves Correa, Carlos Zarden, Júlio César G. Munhõs e Haroldo de Souza Gomes.

Ao amigo do peito Paulo Henrique Costa.

Ao inesquecível amigo e parceiro Valmir Jacinto da Silva.

VALEU GALERA!

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1 Ocorrência e distribuição geográfica de cupins subterrâneos.....	03
2.2 Aspectos biológicos e comportamentais.....	05
2.3 Danos e prejuízos em áreas agrícolas e urbanas.....	07
2.4 Taxa de consumo de madeira.....	18
2.5 Método triplo de marcação-recaptura.....	20
2.6 Controle de cupins subterrâneos em áreas urbanas.....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1 Caracterização da área de estudo.....	25
3.2 Localização dos focos de <i>Coptotermes havilandi</i>	26
3.2.1 Levantamento da ocorrência de infestação das residências por cupins subterrâneos.....	26
3.2.2 Levantamento da ocorrência de infestação no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.....	28
3.2.3 Preparação e instalação das estacas.....	29
3.2.4 Inspeção das estacas e levantamento das espécies.....	29
3.3 Determinação da área de forrageamento.....	29
3.4 Utilização de corantes (marcadores).....	33
3.5 Determinação da taxa de consumo da madeira (g/estação/dia).....	34
3.6 Determinação de dados demográficos da população coletada de <i>Coptotermes havilandi</i>	35
3.7 Comportamento de forrageamento de <i>Coptotermes havilandi</i> frente ao ataque deste às estacas de madeira.....	36
3.8 Delineamento estatístico.....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1 Ocorrência de infestação das residências por cupins subterrâneos.....	38
4.2 Avaliação das estacas e identificação da espécie.....	40
4.3 Área de forrageamento.....	40
4.4 Corantes.....	41
4.4.1 Avaliação da mortalidade de operárias de cupins subterrâneos <i>Coptotermes havilandi</i> , após 96 horas de estudos.....	45
4.5 Taxa de consumo de madeira.....	49
4.6 Avaliação do comportamento de <i>Coptotermes havilandi</i> em estacas de madeira.....	53
5 CONCLUSÕES.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61

RESUMO

Bicalho, Alim da Costa. Aspectos comportamentais, taxa de consumo e marcação do cupim subterrâneo *Coptotermes havilandi* Holmgren, 1911 (Isoptera: Rhinotermitidae) em área residencial. Lavras: UFLA, 2000. 82p. (Dissertação – Mestrado em Entomologia)*

Embora se conheça mundialmente a importância econômica dos cupins em ambiente urbano, a Ordem Isoptera no Brasil, carece de estudos básicos de comportamento e ecologia, principalmente no que diz respeito à estimativa populacional, hábitos de forrageamento e capacidade de danos. Neste sentido, o presente trabalho foi conduzido com os objetivos de (1) avaliar, em laboratório, o efeito de mortalidade dos corantes Vermelho Sudão 7B e Azul do Nilo A para uso na marcação de operárias de *Coptotermes havilandi* Holmgren, 1911 (Isoptera Rhinotermitidae); (2) determinar, em condições de campo, a área de forrageamento de suas populações, através do método triplo de marcação e recaptura, com o uso de armadilhas (estações de monitoramento), para coleta e monitoramento das atividades de forrageamento; (3) determinar a taxa de consumo de madeira, e (4) avaliar os aspectos de comportamento dessa espécie, em ambientes residenciais diversos. Os estudos de corantes na marcação de *C. havilandi* foram conduzidos no laboratório do CIMP “CRG”/UFRRJ, Seropédica, RJ. Azul do Nilo A e Vermelho Sudão 7B foram testados nas concentrações de 0,05 , 0,25 , 0,50 e 0,75%. Verificou-se que Vermelho Sudão 7B, na concentração menor (0,05%), é o mais indicado para marcação de *C. havilandi*, seguido do Azul do Nilo A, na mesma concentração. Os estudos de campo foram conduzidos no bairro residencial da UFRRJ (Ecologia), contendo quatorze residências para a condução dos experimentos. Estacas de pinho foram utilizadas para se determinar a presença de colônias. Uma vez que se constatou a infestação, instalaram-se as estações de monitoramento. Cada estação foi constituída de um tubo de PVC contendo um bloco de madeira e coberto com uma tampa de PVC. A taxa de consumo de madeira por essa espécie foi estimado em 1,03 a 6,90 g/estação de monitoramento/dia. Essa espécie foi mais agressiva no verão (dezembro a janeiro). Nesse período do ano, verificou-se maior número de estacas infestadas, sendo favorecidas pelas condições climáticas adequadas (pluviosidade, temperatura e umidade relativa altas) e pelo sombreamento. Constatou-se, também, que em ambientes residenciais, *C. havilandi* apresenta comportamento de forrageamento muito peculiar. A busca de alimento por suas operárias, na área de forrageamento, sempre foi realizada em sentido ascendente, o que diferencia *C. havilandi* de outros cupins subterrâneos pertencentes ao mesmo gênero (por exemplo, *C. formosanus*).

*Orientador: Américo Iorio Ciociola – UFLA

ABSTRACT

Bicalho, Alim da Costa. Behavioral aspects, wood-consumption rate and marking of the subterranean termite *Coptotermes havilandi* Holmgren, 1911 (Isoptera: Rhinotermitidae) in residential area. Lavras: UFLA, 2000. 82p. (Dissertation-Magister Science in Entomology)*

Although the economic importance of subterranean termites in urban environments is well known throughout the world there is a lack of basic studies on the Order Isoptera in Brazil on behavior and ecology, mainly on population estimate, foraging behavior and damage capacity. In this context, the present work was carried out with the aim of (1) evaluating the mortality effect of the dye markers Sudan Red 7B and Nile Blue A for marking *C. havilandi* workers under laboratory conditions; (2) determining the foraging territory of its population under field conditions, through the method of triple mark-recapture, using trap (monitoring station) for collecting and monitoring the foraging activities; (3) determining the wood-consumption rate; and (4) evaluating the behavioral aspects of this species in different residential environments. The studies of dyes on the marking of *C. havilandi* were carried out at the CIMP "CRG"/ UFRRJ laboratory in Seropedica city, Rio de Janeiro (Brazil). Nile Blue A and Sudan Red 7B were tested at the concentrations of 0.05, 0.25, 0.50 and 0.75%. It was observed that the Sudan Red 7B at the lower concentration (0.05%) was more adequate for marking *C. havilandi*, followed by Nile Blue A at the same concentration. The field studies were performed in the residential area of the UFRRJ (Ecologia) containing fourteen residences for performing the experiments. Pine stakes were used to determine the presence of colonies. When found infested by termites, the monitoring stations were installed, which were composed of a PVC tube containing a wooden block and covered by a PVC lid. The wood-consumption rate recorded for this species ranged from 1.03 to 6.90 g wood/ station/ day. This species was more aggressive in the summer (December to January). In this period of the year, the highest number of the infested stakes was observed, favored by the suitable climatic conditions (high rainfall, temperature and relative humidity) and shade. It was also observed that in residential environments, *C. havilandi* has a peculiar foraging behavior. The search for food by the workers in the foraging territory was always made in upward direction, *C. havilandi* afferring from other subterranean termites belonging to the same genus (e. g., *C. formosanus*).

*Adviser: Américo Iorio Ciociola – UFLA

1 INTRODUÇÃO

Os térmitas ou cupins constituem, atualmente, uma das pragas de maior problema em áreas urbanas, suburbanas e rurais.

A ordem Isoptera ocorre nas áreas tropicais e temperadas do mundo, entre os paralelos 52° N e a 45° S. Esta ordem abrange mais de 2000 espécies descritas. Existem, nas Américas, cupins que representam, excluindo os fósseis, 84 gêneros em cinco famílias, com 514 espécies (Araújo, 1977; Fontes, 1983).

De acordo com Fontes (1995), o Brasil tem cerca de 200 espécies descritas. Segundo o autor, este número é seguramente subestimado, visto que existem espécies já descritas e ainda não assinaladas no país, além daquelas que ainda não foram descritas.

A grande maioria das espécies de cupins não causa quaisquer prejuízos ao ser humano; entretanto, os prejuízos causados por algumas espécies são altamente significativos. De acordo com Edwards e Mill (1986), estudos conduzidos em 1983, pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), permitiram estimar que 46 milhões de dólares são gastos anualmente, em todo o país, devido ao ataque de cupins em áreas urbanas e suburbanas.

É sabido que sem a presença de cupins, brocas, fungos e outros decompositores, as árvores e a grande maioria da vegetação terrestre seriam incapazes de sobreviver. Os cupins que se alimentam de árvores vivas e mortas e na Floresta Amazônica desempenham um papel fundamental, contribuindo com a biomassa no ecossistema. Segundo Fittkau e Klinge (1973), a região amazônica possui uma grande população de térmitas que, sem dúvida alguma, contribui para o aumento da biomassa total. De acordo com Constantino (1999), em todo o mundo existem 2750 espécies térmitas descritas.

Com o banimento dos organoclorados, o controle de térmitas em áreas

agrícolas e urbanas, que já era precário, tornou-se ainda mais crucial.

Segundo Forti e Andrade (1995), a abundância de cupins de montículo no país é extremamente prejudicial porque dificulta o manejo das gramíneas e obviamente compete com os animais domésticos. O cupim construtor de montículo é, nas pastagens, na realidade, mais uma “praga estética”, combatida pelo incômodo que sua presença traz ao homem do campo, do que uma praga de fato (Fontes et al., 1998). De acordo com De Souza (1995), a implantação de agricultura de larga escala produz o mosaico de mancha de vegetação natural imerso num “mar” de plantações. Esse processo conhecido como “fragmentação de ecossistemas”, também pode se originar de causas naturais, como inundações, erosões, etc. Segundo o autor, dentre os cupins que fazem parte desta fragmentação e que forrageiam a superfície, destacam-se as espécies pertencentes ao gênero *Syntermes* Holmgren, 1910 (Isoptera: Termitidae) que são tidas como pragas em potencial de gramíneas.

A cana de açúcar é uma das gramíneas cultivadas que mais sofre em consequência do ataque de cupins, existindo registros de ataque da praga a essa cultura em todo o mundo. Na Índia, por exemplo, já foram assinaladas perdas de produção de até 33%.

Com raras exceções, os cupins sempre se alimentam de alguma forma de material de origem vegetal, variando de madeira dura até húmus. Em virtude do seu hábito alimentar e quando notoriamente seu ambiente natural é modificado, alterado, ou então destruído, os térmitas tornam-se pragas na agricultura, em florestamentos, em pastagens e em construções residenciais e comerciais dos grandes centros urbanos e suburbanos.

Embora se conheça mundialmente a importância dos cupins, no que tange a fauna das regiões neotropicais, pouca atenção ou quase nenhuma tem sido dada no sentido de estimar numericamente suas populações e hábitos de comportamento (forrageamento). Estudos referentes à biologia, à ecologia e

dinâmica populacional têm sido conduzidos em quase todo o mundo; entretanto, o nosso país (um dos maiores locais de ocorrência da ordem Isoptera) carece de estudos básicos e aplicados, pois muito pouco se sabe a respeito dos cupins.

Neste sentido, o presente trabalho foi conduzido com os objetivos de 1) avaliar, em laboratório, o efeito de mortalidade dos corantes Vermelho Sudão 7B e Azul do Nilo A para uso na marcação de operárias de *Coptotermes havilandi* Homgren, 1911 (Isoptera: Rhinotermitidae); 2) determinar, em condições de campo, a área de forrageamento de suas populações, através do método triplo de marcação e recaptura, com uso de armadilhas (estações de monitoramento) para coleta e monitoramento das atividades de forrageamento; 3) determinar a taxa de consumo de madeira e; 4) avaliar os aspectos de comportamento dessa espécie em ambientes residenciais diversos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Ocorrência e distribuição geográfica de cupins subterrâneos

Existem aproximadamente 550 espécies descritas de cupins nas Américas, todavia, pouco mais de 200 ocorrem no Brasil. Segundo Fontes (1998), apenas 10% da fauna termítica interfere negativamente nas atividades econômicas humanas, impondo prejuízos nas áreas agroflorestais, pastoris e urbanas. De acordo com Constantino (1999), o Brasil, com sua vasta extensão territorial e grande diversidade ecológica, tem uma das termitofaunas mais diversas do mundo, com registro de cerca de 290 espécies.

Em nosso país, a infestação urbana por cupins tem se mostrado bem conhecida no sudeste e quase ou totalmente incógnita em outras regiões. A demanda de conhecimento sobre esta ordem, abundante e pouco estudada no

Brasil, foi motivo para organização de um primeiro Seminário abordando o assunto ocorrido na ESALQ/USP (Piracicaba – SP) em 1986 (Berti Filho e Fontes, 1995). Duas espécies, ambas exóticas, são consideradas pragas em áreas urbanas. O "cupim de madeira seca", *Cryptotermes brevis* Walker, 1853 (Isoptera: Kalotermitidae), ocorre do Sul ao Nordeste do Brasil e em alguns estados mais centrais, como Minas Gerais e Goiás. Essa espécie é estritamente sinantrópica e infesta apenas as madeiras protegidas nas edificações, não atacando árvores (vivas ou mortas) e tampouco madeiras abandonadas no exterior de edificações em obras ou não. O "cupim subterrâneo" asiático *Coptotermes havilandi*, muito comum nos Estados do Sudeste, vem gradualmente ampliando seu território rumo ao Nordeste e Oeste. É encontrado infestando grandes centros urbanos como Rio de Janeiro, Santos, São Paulo e cidades como Campinas, Piracicaba, Rio Claro, entre outras (Fontes, 1998). Sua presença já foi contatada em Belém (PA), Vitória (ES), Governador Valadares (MG), Itabira (MG) e Recife (PE).

C. havilandi é de origem asiática e pouco se sabe a respeito do seu comportamento e biologia, tida como exótica nas Ilhas Maurício, Marquesas, Reunião, Barbados, na Jamaica e no Brasil (Krishna e Weesner, 1970).

Segundo Su e Scheffrahn (1990), das 45 espécies de cupins encontradas nos Estados Unidos, 30 delas têm sido mencionadas como pragas, enquanto 5 são consideradas como a grande ameaça para estruturas de madeira, *C. brevis*, *Incisitermes minor* Hagen, 1858 (Isoptera: Kalotermitidae), *Coptotermes formosanus* Shiraki, 1909 (Isoptera: Rhinotermitidae), *Reticulitermes flavipes* Kollar, 1837 (Isoptera: Rhinotermitidae) e *R. hesperus* Banks e Snyder, 1920 (Isoptera: Rhinotermitidae). A distribuição global destas espécies contribui para causar grande impacto no país.

Araújo (1958) constatou que Costa Lima foi um dos primeiros entomologistas a identificar *C. havilandi* em nosso país, todavia como *C.*

vastator. Estudos mais recentes demonstraram que esta espécie já tinha sido introduzida em nosso país muito antes de 1936. Ao que tudo indica, a introdução desta espécie exótica ocorreu na cidade do Rio de Janeiro (RJ) e na cidade de Santos (SP), nas décadas de 20 e 30. Foi constatado que *C. havilandi* também foi introduzido em North Miami, ao Sul da Flórida (Su et al., 1997).

2.2 Aspectos biológicos e comportamentais

Diferentemente dos cupins de montículo, os cupins subterrâneos fazem suas colônias em locais inacessíveis e forrageiam no subsolo. Ainda assim, Howard et al., (1982) estimaram a abundância, distribuição e tamanho de uma colônia de *Reticulitermes* spp. na região sul do estado do Mississippi. Segundo os autores, essa espécie pode conter até 200.000 indivíduos numa única colônia.

Cupins alados são os fundadores em potencial de novas colônias (Su e Scheffrahn, 1987). Segundo Nutting (1969), um grande número de alados faz enxameamento periodicamente. Todavia, boa parte é devorada pela enorme biodiversidade de predadores oportunistas, incluindo vários artrópodes e vertebrados (Darlington, Sands e Pomeroy, 1977). De cada 30.000 alados que emergem de uma colônia de *Odontotermes assmuthi*, cerca de menos de 0,5% estabelecem novas colônias (Basalingappa, 1970).

A produção de alados varia entre as diferentes espécies ou colônias. Entretanto, quanto maior for a colônia, maior será a produção de alados (Su e Scheffrahn, 1987). De acordo com Gay e Greaves (1940) mais de 66.000 alados foram contados em uma colônia de *C. lacteus* que continha cerca de um milhão de indivíduos. Sands (1965) estimou que 950 alados foram obtidos de uma colônia de *Trinervitermes ebenerianus*, contendo cerca de 19.000 a 520.000 espécimes. Su e Scheffrahn (1987), observando a população de alados de uma colônia de *C. formosanus*, estimaram um total de 68.729 indivíduos (577g)

coletados durante os cinco dias de enxameamento. A proporção sexual dos alados encontrada foi de 3 fêmeas para 1 macho.

De acordo com Costa-Leonardo e Barsotti (1998), a revoada de *C. havilandi*, na região de Rio Claro (SP), geralmente ocorre sincronizada no mês de agosto, entretanto, podem ocorrer vôos isolados (poucos indivíduos) em outros meses. Segundo os autores, a revoada desta espécie ocorre ao entardecer e sempre após as dezoito horas.

Segundo Su e Scheffrahn (1990), mesmo sendo classificado como um cupim subterrâneo que causa grandes prejuízos, *C. formosanus* apresenta problema de controle, já que em ataques mais agressivos, sua tendência é formar “infestações aéreas” – uma infestação estrutural sem estar em contato com o solo. No sudeste da Flórida, as infestações aéreas representam 25% das infestações estruturais por *C. formosanus* (Su e Scheffrahn, 1986); entretanto, estas infestações representam mais de 50% em Waikiki e Honolulu, no estado do Hawai (Tamashiro et al., 1973).

Williams (1973) e Beesley (1978) comentam que as avaliações quanto à preferência alimentar dos cupins subterrâneos à madeira são normalmente realizadas utilizando-se testes de laboratório, em pequena proporção, e testes de campo em larga escala, porém, segundo Becker (1969) e Williams (1973), ambos são geralmente considerados limitados. Esses mesmos autores afirmam que os testes de campo, em larga escala, são rigorosos, caros, consomem um tempo maior e muitas vezes não são monitorados e interpretados de maneira rápida e adequada, tal como é realizado em um laboratório. Basicamente, não é possível comparar testes de campo e de laboratório em estudos de preferência alimentar para cupins subterrâneos devido aos hábitos e aos aspectos de comportamento social dos cupins.

A presença de cupins subterrâneos forrageadores em áreas abertas e em florestas tem sido detectada utilizando-se armadilhas de papel higiênico (La

Fage, Nutting e Haverty, 1973; La Fage, Haverty e Nutting, 1976; Johnson e Whitford, 1975; Haverty, Nutting e La Fage, 1975; French e Robinson, 1980; De Souza, 1995) e iscas de papelão corrugado (Almeida e Alves, 1995).

Williams (1973), Usher e Ocloo (1975) desenvolveram testes de campo para avaliar a suscetibilidade de madeiras ao ataque de cupins durante três meses. Seus resultados mostraram que informações rápidas e razoavelmente corretas puderam ser obtidas destes testes em contraste com alguns utilizados em larga escala.

2.3 Danos e prejuízos em áreas agrícolas e urbanas

Nos trópicos, os danos causados pelos cupins na agricultura têm se mostrado surpreendentemente pequenos porque ninguém se importa com sua presença. Em muitos casos, os prejuízos passam despercebidos, principalmente quando o produtor não avalia o quanto poderia ter sido colhido naquela área específica caso o cupim não estivesse presente (Harris, 1971).

As perdas ocasionadas na produção de cana-de-açúcar provocadas pelo ataque de cupins, foram avaliadas em 3.5 a 19.7 t/ha/ano, com média de 10 t/ha/ano (Novaretti, 1985). De acordo com Pizano (1995), o gênero *Heterotermes* sp. é o de maior importância no Estado de São Paulo devido à alta dispersão e aos danos que provoca durante todo o ciclo da cana-de-açúcar.

De acordo com Wyniger (1962), os cupins, como consumidores primários de celulose, preferem plantas idosas (maduras, velhas, etc.) ou até mesmo plantas jovens, quando estas estão fracas, doentes ou murchas. Segundo o autor, plantas como cafeeiro, cacaueteiro, seringueira, erva-mate, não são atacadas por cupins (mesmo que sejam abundantes no local) quando crescem em condições ótimas de solo e de tratamento fitossanitário. Entretanto, de acordo com Harris (1971) e Menezes (1994),¹ isto não é verdade porque plantas jovens

e saudáveis também são atacadas.

O cupim *C. testaceus* Linnaeus, 1758 (Isoptera: Rhinotermitidae), foi encontrado causando danos à seringueira em Mato Grosso (Silvestri, 1903), e de acordo com Harris (1971), essa espécie também causa danos à seringueira no Chile, Suriname, Venezuela e Ilhas Ocidentais.

Observou-se que *Microtermes* sp. destrói pelo menos 20% das plantas de cacau em viveiro, na Nigéria (Sands, 1962). Bondar (1939) observou *Neotermes* sp. causando danos ao cacau na Bahia. *C. truncatus* é praga do coqueiro (*Cocos nucifera*) nas Ilhas de Seychelles e *Nasutitermes rippertii* Rambur, 1842 (Isoptera: Termitidae), constitui praga ocasional dessa palmácea (Harris, 1971).

A cana-de-açúcar é uma cultura de grande importância econômica e como tal é cultivada quase em todo o mundo. Na Índia, segundo Avasthy (1967), pelo menos 40% das gemas são destruídas pelos cupins e a perda anual de produção gira em torno de 33%. Os cupins estão distribuídos em toda a cultura canavieira em nosso país, ocasionando danos em cana-planta e soca. Quando se faz um plantio e não se usam inseticidas devidamente recomendados (nos sulcos de cultivo), os cupins atacam os toletes recém-plantados, danificando as gemas e trazendo como consequência, falhas na germinação (Pizano, 1995).

Macedo (1995) observou que *Heterotermes tenuis* Hagen, 1858 (Isoptera: Rhinotermitidae), *H. longiceps* Snyder, 1924 (Isoptera: Rhinotermitidae) e *Procornitermes triacifer* Silvestri, 1901 (Isoptera: Termitidae) são as espécies encontradas com maior frequência causando danos à lavoura canavieira no Brasil. *C. formosanus*, de acordo com Harris (1971), é considerada uma espécie extremamente prejudicial à lavoura canavieira na China, Taiwan e Hawaí. O mesmo autor relata que, *C. havilandi* foi introduzido acidentalmente na Ilha de Maurício, onde ataca soqueiras de cana após a colheita.

¹Comunicação Pessoal

A produção de trigo, na Índia, sofre perdas em torno de 6% em virtude do ataque de *M. obesi*, que se alimenta das raízes de plantas jovens, além de permitir a entrada de fitopatógenos (Patel, 1962). Segundo Gonçalves e Silva (1962), lavouras de trigo são danificadas por *P. triacifer* em nosso país.

A lavoura arroeira, em várias partes do mundo, está sujeita ao ataque de cupins subterrâneos, os quais destroem as raízes das plantas jovens.

No Brasil, *Procornitermes araujo* Emerson, 1952 (Isoptera: Termitidae), e *Syntermes molestus* Burmeister, 1839 (Isoptera: Termitidae), são as duas espécies encontradas com maior frequência atacando perfilhos dessa gramínea (Harris, 1971).

Um número considerável de térmitas se alimenta quase que exclusivamente de gramíneas, principalmente pastagens. Nas pastagens formadas na Austrália, *Drepanotermes* sp. e *Tumulitermes* sp. são encontrados com certa frequência e sempre localizadas. Entretanto, *Amitermes* sp. Silvestri, 1901 (Isoptera: Termitidae), é abundante e espalhada. Todas as espécies agravam a situação dos pastos porque competem com o gado e com os cangurus, principalmente a espécie *A. neogermanos* (Harris, 1971).

No Brasil, Amante (1962) encontrou densidade de ninhos de *C. cumulans* que variavam de 3,4 a 6,6 colônias/ha. Forti e Andrade (1995) observaram termiteiros de *C. cumulans* ao longo de uma transecção de 70 km, na Rodovia Rondon (Botucatu, SP), e verificaram maior densidade de ninhos em determinadas áreas. De acordo com os autores, estudos sobre fatores limitantes para a ocorrência de termiteiros ainda são poucos no Brasil. Segundo Redford (1984), os ninhos desta espécie são mais abundantes onde o pastoreio pelo gado é mais intenso.

De acordo com Parry (1956), os cupins, entre outras pragas, causam sérios prejuízos em viveiros de plantas florestais no continente africano. Na Índia, danos em raízes de plantas jovens (em torno de três anos de idade) são

mencionados por Beeson (1941), que observou *Odontotermes feae* atacando *Eucalyptus*, *Shorea*, *Tamarix*, *Tectona* e *Terminalia*. Kaisohoven (1963) encontrou *C. curvignathus* atacando essências florestais na Indonésia. No Japão, segundo Nakajima e Shimizu (1959), *C. formosanus* é uma praga do cedro *Cryptomeria japonica*. Segundo os autores, 53% das árvores com mais de 25 anos de idade tinham o cerne totalmente destruído. As florestas naturais não apresentam surtos expressivos de insetos (Gray, 1972; Berti Filho, 1995). De acordo com Mill (1992) *H. tenuis*, *N. costalis* Holmgren, 1910 (Isoptera:Termitidae), e *C. niger* Snyder, 1922 (Isoptera: Rhinotermitidae) são potencialmente pragas primárias na Amazônia, porque atacam árvores que fazem parte de um ecossistema natural estável. Segundo Berti Filho (1993), sob o ponto de vista ecológico, surto se refere ao aumento inusitado e explosivo na população de uma espécie de inseto num período de tempo relativamente curto.

Os danos causados pelos cupins não se restringem tão somente a áreas agrícolas e florestais, estando presentes em centros urbanos e suburbanos, principalmente nas grandes cidades. Os térmitas atacam madeiras em quaisquer edificações, desde o subsolo até a cobertura. As operárias de cupins subterrâneos vêm do solo, entram diretamente na madeira que está em contato com o mesmo. Entram também através de outros meios, tais como: conduítes, canos d'água, de esgotos, etc. Deste modo, atingem todos os andares dos prédios.

Uma colônia secundária de *Coptotermes* sp. (provavelmente *C. havilandi*) foi localizada em um prédio de apartamentos (Hotel Equatorial) na sauna instalada no 19º andar, na cidade de Belém (PA), em 1988. Ao que tudo indica, a infestação primária estava no subsolo da estrutura e a secundária foi feita através dos conduítes da fiação elétrica do edifício (Menezes e Ferreira, 1988)². O atual número de prédios atacados por cupins não é conhecido e varia muito de local para local (Edwards e Mill, 1986). Segundo Cassens (1978), em

² Comunicação Pessoal

uma pequena área do Estado da Louisiana, onde 54.000 proprietários ocupavam residências próprias, pelo menos 22% de 562 residências, escolhidas ao acaso, tinham sido danificadas por cupins até 1975.

De acordo com Mauldin (1984), em média, o tratamento de solo contra cupins, nos Estados Unidos, custa em torno de US\$ 500,00. Entretanto, uma simples atitude do proprietário (como fazer um controle preventivo) faz com que o mesmo não venha a gastar milhares de dólares, no futuro, com reparos e tratamento curativo em sua propriedade.

Em São Paulo, um surto de *Coptotermes* sp., ocorrido em 1975/76, fez com que 3.300 apartamentos, em 97 prédios residenciais, fossem tratados com inseticidas. Uma equipe de 25 técnicos executou o trabalho em oito meses. O custo total para controlar cupins subterrâneos e cupins de madeira seca, em 514 prédios no Estado de São Paulo, ficou em torno de US\$ 800,000 no período de 1974 a 1978 (Cavalcante, 1976; Lelis, 1978).

Postes de madeira que são usados para sustentação de cabos de baixa e alta tensão estão sempre em contato com o solo e, conseqüentemente, sujeitos a ataques de cupins. Fungos decompositores de madeira facilitam o trabalho dos mesmos ao iniciar o processo de deterioração dos postes. Esses são feitos de árvores que levaram de 10 a 15 anos para crescer, porém, os cupins não gastariam mais que dois anos para tombá-los (Edwards e Mill, 1986).

Até postes tratados estão sujeitos ao ataque de cupins. De acordo com Usher e Barnacle (1974), *Ancistrotermes* sp. causou danos em poste tratado, duas semanas após sua instalação, na região Nordeste de Ghana (África). Na Austrália existem cerca de 5,5 milhões de postes em serviços, mas apenas 45% receberam tratamento de prevenção contra cupins (Greaves, 1983).

Os dormentes das linhas férreas estão sempre em contato com o solo. A camada de brita entre o solo e os dormentes não constitui uma barreira contra o ataque de cupins. O Norte da Austrália, ao que tudo indica, é o local de maior

problema em virtude do ataque de cupins em dormentes de madeira, principalmente por *Mastotermes darwiniensis* (French, 1983).

De acordo com Josephson (1979), um dormente tratado e instalado custava US\$ 34,50 em 1978. Mesmo assim, esse valor era mais econômico do que o custo do dormente de concreto (US\$ 60,50). Entretanto, como se gastam menos dormentes de concreto por linha, o custo anual de troca de todos os 48.000 km que compõem o sistema seria de 30 milhões de dólares para os de madeira e 19,8 milhões para os de concreto. Ainda assim, o custo com os dormentes de madeira tratados era menor do que a substituição pêlos de concreto.

Menezes (1991) realizou trabalho de consultoria para a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) e, posteriormente, orientou o serviço de descupinização e prevenção em toda a rede ferroviária do Porto de Tubarão, em Vitória (ES). Suas observações permitiram detectar o ataque dessa praga nos cabos subterrâneos e nas “casamatas” de sinalização automática (sistema computadorizado) de mudança de linha (“alternate track”). O piso das “casamatas”, feito de aglomerado de madeira, mostrou ser um material extremamente atrativo aos cupins.

Cabos subterrâneos em áreas infestadas sofrem considerável risco de ataque por cupins (Edwards e Mill, 1986; Sens, Menezes e Ferreira, 1987 e 1989; Nakano e José, 1995). Plásticos e borracha que cobrem fios condutores de eletricidade ou fios de telefone são marcados por bandas de cores diferentes (exigência do mercado). Esses locais racham com facilidade e tornam-se vulneráveis à entrada de umidade, que acaba sendo um ponto atrativo para cupins (Menezes et al., 1991). De acordo com French (1983), *Coptotermes* spp. e *M. darwiniensis* são cupins que causam esses tipos de danos na Austrália.

Várias espécies da família Rhinotermitidae causam prejuízos significativos em estruturas e produtos de madeira. De acordo com Hamer

(1985), as perdas anuais e custos de controle de cupins subterrâneos (*Reticulitermes* spp.) foram estimados em US\$ 579 milhões, em nove diferentes estados do Sudeste americano, em 1983. Deste montante, pelo menos US\$ 474 milhões destinaram-se ao controle de térmitas subterrâneos.

Nos Estados Unidos, gastos associados a prejuízos causados por cupins e seu controle foram estimados entre US\$ 10 milhões a 3,4 bilhões anualmente (Lund, 1967; Ebeling, 1968; Insect..., 1974).

Willians e Smythe (1978) estimaram em US\$ 169 milhões a prevenção e controle de cupins em 11 estados do Sudeste americano no ano de 1976. Esse valor foi utilizado pela Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos para estimar que US\$ 471 milhões são gastos em todo o país, anualmente (Comparative..., 1981).

Mais tarde, Mauldin (1982) pormenorizou e sugeriu uma cifra US\$ 735 milhões, e esta que também foi utilizada pelo Agencia de Proteção Ambiental (EPA). É uma estimativa mais real e expressa o impacto econômico causado pelo ataque de cupins, nos Estados Unidos, em 1981. Edwards e Mill (1986) extrapolaram dados obtidos por Pinto (1981) e concluíram que US\$ 1,02 bilhões foram gastos em todo o país em 1986.

O USDA divulgou uma estimativa do ataque de *C. formosanus*. De acordo com o órgão, o cupim causa um prejuízo em torno de US\$ 3 milhões em Honolulu (Hawai), anualmente (Damage..., 1966). Esses valores têm crescido de US\$ 15-30 milhões por ano nos últimos dez anos (Fuji, 1975; Lai, 1977; Higa, 1981). Baseando-se no grande número de indivíduos nas colônias dessa espécie no Hawai, foi estimado um custo de controle em torno de US\$ 50 milhões em 1984 e US\$ 60 milhões em 1985. A primeira estimativa anual de custos para o controle de *C. formosanus* nos Estados Unidos foi elaborada por Hamer (1985), estimando um gasto em torno de US\$ 4 milhões na Louisiana e US\$ 1 milhão na Flórida, em 1983.

Estudos realizados por Vasconcellos et al. (1998), na cidade de João Pessoa (PB), permitiram verificar que em 21 prédios situados na "cidade nova", 82% estavam atacados por cupins. *Nasutitermes* sp. e *Cryptotermes* sp. têm sido os mais prejudiciais, sendo encontrados em torno de 68 e 61% dos imóveis, respectivamente. Os autores constataram ainda que os danos econômicos são da ordem de US\$ 6,573 em média para cada imóvel. Esse gasto exacerbado se deve à irresponsabilidade de empresas que realizam descupinizações inadequadas.

Estudos realizados na cidade de Manaus (AM) mostraram que das 70 residências inspecionadas, 95% estavam infestadas por *Nasutitermes* sp. Os mesmos foram coletados nos postes de fiação elétrica, localizados próximos às residências. As demais espécies, *H. tenuis*, *C. testaceus* e *Rhinotermes marginalis* Linnaeus, 1758 (Isoptera: Rhinotermitidae), também foram coletadas utilizando rolos de papel higiênico a 40 cm abaixo da superfície do solo nas áreas laterais e atrás das residências (Ribeiro, Silva e Leão, 1998).

Os prejuízos causados pelos cupins em patrimônios históricos no Brasil têm-se caracterizado pela alta incidência de cupins de madeira seca, principalmente *C. brevis*; entretanto, diferentes espécies também têm sido relatadas, principalmente de *Nasutitermes*. Segundo Araújo et al. (1998), trabalhos conduzidos na cidade do Rio de Janeiro constataram danos causados por cupins de madeira seca e cupins subterrâneos em patrimônio histórico. De acordo com os autores, as diversas reformas feitas no local, com madeiras de má qualidade ("mole"), contribuíram para que as populações de *C. brevis* se mantivessem constantes.

O Museu do Açude, patrimônio histórico cultural localizado em meio à Floresta da Tijuca, no Alto da Boa Vista, RJ, foi infestado por *Nasutitermes* sp. Seus ninhos principais foram localizados em árvores adjacentes ao prédio e isto permitiu o forrageamento no interior do mesmo (Rojas-Cortéz et al., 1998).

Bicalho et al. (1998) observaram que duas espécies distintas estavam

destruindo o “Catetinho” ou “Palácio de Tábuas” (patrimônio histórico) em Brasília, DF. A primeira, *C. brevis* é uma praga encontrada com frequência em associação com as construções feitas pelo homem, e a segunda *H. tenuis* (cupim subterrâneo), está restrita às gramíneas, principalmente em cana de açúcar. O ataque de *H. tenuis* às madeiras manufaturadas do "Catetinho" evidencia sua capacidade de utilizar como alimento tanto a madeira viva como a morta (seca ou úmida) como alimento. Os danos causados por este cupim, juntamente com *C. brevis*, exigiram a substituição de quase todas as peças do prédio, que estavam praticamente destruídas.

C. brevis é uma das espécies de cupins que mais ataca peças de madeiras manufaturadas, principalmente móveis e estruturas de sustentação de telhados de casas, igrejas etc, não existindo madeiras menos ou mais resistentes, tanto que Menezes et al. (1998), durante a restauração da Fazenda Resgate (construída em 1817 e tombada pelo Patrimônio Histórico), constataram que todas as peças de madeiras tidas como resistentes (Massaranduba, Cedro e Ipê), encontradas na sede, foram atacadas por *C. brevis*. Essa espécie, embora possua colônias pequenas, apresenta uma grande capacidade de destruição em virtude do seu comportamento peculiar ao construir galerias ("criptas") coalescentes, causando a formação de enormes cavidades no interior da madeira.

Peralta et al. (1998) relataram a presença do cupim arbóreo *Nasutitermes* spp. causando danos em madeiramento de construções antigas, o que para os autores é algo incomum. Todavia, seus estudos permitiram constatar os danos em diversas residências tombadas pelo Patrimônio Histórico, na cidade de Vassouras (RJ), causados por diferentes espécies de *Nasutitermes*.

C. havilandi é a principal praga em áreas urbanas do Sudeste do Brasil, construindo ninhos policíclicos, ocultos nos vãos estruturais das edificações, nos troncos e nos sistemas radiculares de árvores (vivas ou mortas). Os ninhos também podem estar instalados nos andares superiores (cobertura) dos grandes

edifícios, mesmo sem estar em contato direto com o solo. Fontes e Veiga (1998), trabalhando no Nordeste, registraram pela primeira vez a presença de *C. havilandi* em Recife (PE), em 1997. De acordo com os mesmos, os focos entre as duas infestações distavam entre si 18 km. Nos dois prédios atacados, encontraram prateleiras, armários de madeira, livros, caixas de papelão e papéis em geral, totalmente destruídos. Nas paredes de alvenaria foram observados túneis e, entre os caixotes e os livros, constataram a presença de estruturas cartonadas que lembravam ninhos. Este registro de *C. havilandi* no Nordeste é de grande importância porque está a 2.300 km do foco mais próximo (Rio de Janeiro, RJ).

Xavier et al. (1998) estudaram a isopterofauna do "campus" da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e de seus bairros adjacentes. Para tal foram utilizadas estacas de madeira mole (20 cm de comprimento e 9 cm² de área transversal) em 15 estações de coleta, sendo 20 estacas ao redor de cada estação. Do total de 15 estações estudadas, cinco estavam infestadas. As amostras coletadas incluíam espécimes de termitídeos (*Nasutitermes* sp.), e de rhinotermitídeos (*Coptotermes* sp.).

C. havilandi chama a atenção pela sua peculiaridade em atravessar os espaços na argamassa de concreto, através de túneis construídos por suas operárias, dando a sensação de que "comem" o próprio concreto. Soares et al. (1998) observaram este comportamento ao detectar a construção de túneis embaixo ou no meio do reboco da parede de adobe. A população da colônia era tão expressiva que foi capaz de perfurar o adobe e ocupar quase que totalmente a edificação.

Antunes et al. (1998) constataram a ocorrência de *C. havilandi* com a cochonilha *Dysmicoccus* sp (Pseudococcidae) em palmáceas (*Roystonea regia*), comprometendo em até 60% as raízes das mesmas. Embora ocupando núcleos distintos, ambas as pragas foram localizadas nas raízes da palmeira, constituindo

colônias significativas em tamanho e número.

A maioria das espécies do gênero *Nasutitermes* (Termitidae) constrói ninhos arbóreos ("cabeça de negro") a uma altura considerável do solo, em matas, florestas, caatingas, cerrados, campos abertos (cultivados ou não), parques, etc. Este comportamento significa um sinônimo de evolução e especialização.

Poucas são as espécies de *Nasutitermes* que nidificam no solo, entretanto, Ribeiro et al. (1998) observaram que uma colônia de *N. macrocephalus* construiu seu ninho nas vigas do telhado, mais precisamente na extremidade da cumeeira de um dos prédios da UFRRJ (alojamento da Pós-Graduação). Certamente, este comportamento é resultado da invasão de seu habitat pelo homem. Esse, ao destruir o ecossistema natural para construção de casas e edifícios, propicia que fontes de alimento, normalmente mais adequadas, tornem-se facilmente disponíveis ao cupim, que passa a forragear no interior das edificações, acabando por danificá-las sensivelmente.

Ataques de *Nasutitermes* sp. e *Heterotermes* sp. (espécies xilófagas) em áreas urbanas vêm sendo freqüentemente registrados.

De acordo com Canello et al. (1998) a invasão dos habitats naturais destas espécies pelo homem, seja na construção de casas e edifícios, ou na destruição da flora natural, permite que as fontes alimentares disponíveis (principalmente as madeiras macias encontradas nas construções e nos móveis), sejam facilmente atacadas por cupins.

É muito comum ouvir dizer que os cupins estão invadindo as cidades. Isto é verdadeiro em parte, principalmente quando se tratam de espécies exóticas; porém, o mesmo não se pode afirmar para as espécies nativas, porque a invasão só ocorre em consequência da interferência do homem.

Pinto et al. (1998) identificaram três diferentes espécies de cupins causando prejuízos significativos ao madeiramento da sede do Iate Clube em

Angra do Reis (RJ). A presença de *C. havilandi* foi detectada em raízes de árvores vivas, principalmente em *Casuarina* spp. Quase todos os armários embutidos do apartamento estavam infestados por essa espécie, bem como por *C. brevis*. Além disso, colônias de *Nasutitermes* spp. foram encontradas nidificando inúmeras árvores vivas (abacateiro, amendoeira, casuarina, mangueira e eucalipto). De acordo com os autores, muitas dessas árvores encontradas nas proximidades das edificações são verdadeiras ameaças às mesmas.

2.4 Taxa de consumo de madeira

Segundo Wood e Sands (1978), a atividade de alimentação dos cupins constitui um importante componente do ecossistema no que diz respeito aos nutrientes e energia, especialmente em ecossistema tropical, nos quais são encontrados abundantemente

Em experimentos laboratoriais, a mortalidade e o consumo de madeira são variáveis extremamente importantes. Ambas são afetadas por inúmeros fatores intrínsecos e extrínsecos, incluindo temperatura (Becker, 1969; Haverty e Nutting, 1974), umidade (Gay et al., 1955; Esenther, 1977; Lenz, Barret e Williams, 1982) tamanho do grupo (Gay et al., 1955; Lenz e Williams, 1980) e hábitos alimentares (Butterworth, Kay e Nulty, 1966; McMahan, 1966).

A taxa de consumo de madeira é expressa pelo peso da mesma, retirada pelos cupins (biomassa) durante um determinado tempo (Smythe e Carter, 1970; Mannesmann, 1973; Watson et al., 1978; Wood, 1978; Lenz et al., 1982). A madeira retirada é determinada através da diferença do peso inicial e final, considerando-se um período de alimentação que não exceda de quatro a oito semanas (28 a 56 dias).

Segundo Wilson (1971), apesar de os cupins em condições naturais

viverem por muito tempo, tem-se observado uma mortalidade considerável durante oito semanas (56 dias). Esse período tem sido utilizado em experimentos de laboratório (Su e La Fage, 1984).

De acordo com Smythe e Carter (1970) as principais espécies que ocorrem nos Estados Unidos consomem diariamente cerca de duas a três vezes o seu peso vivo em madeira. Dentre os fatores que favorecem ou limitam o consumo, deve-se mencionar o ambiental, o tamanho do indivíduo (cupim) e sua população.

Uma colônia do cupim subterrâneo *R. flavipes* contém, em média, 60.000 operárias, e de *C. formosanus*, 350.000. Sob condições ideais, estas colônias chegam a consumir de 5 a 31 gramas de madeira por dia, respectivamente. Uma colônia de cupim subterrâneo, *R. flavipes*, em condições normais, poderia consumir, em 118 dias, um bloco de pinho de 10 x 5 x 2,5 cm, enquanto para *C. formosanus*, o mesmo consumo chegaria a apenas 19 dias, uma vez que essa espécie é a mais destrutiva de todas as existentes nos Estados Unidos.

Haverty et al. (1999), trabalhando com o comportamento de forrageamento do cupim *Reticulitermes* spp. em dois ecossistemas diferentes, área urbana e área silvestre, indicam que as porcentagens de dano nas estações de monitoramento são de 81,2 – 93,5% e 76,7 – 89,3%, respectivamente. Os autores ainda indicam que o consumo de madeira diminuiu durante o inverno e aumentou lentamente na primavera e no início do verão. O consumo de madeira alcançou 0,8 g/dia/estação em área urbana e 1,1 – 1,3 g/dia/estação em área silvestre.

De acordo com Haverty et al. (1999), o número de cupins em uma estação não pode ser tomado como indicação de atividade extensa tal como é o consumo de madeira. Contar o número de cupins coletados representa apenas o equivalente a uma fotografia da atividade a um tempo especial de coleta. Medir

consumo de madeira representa uma atividade contínua entre as coletas, bem como representa o equivalente em alimentação em outros locais usados pela colônia.

Entender o ciclo de alimentação é muito importante para a instalação de iscas e quando se espera obter resultados ideais. Isto também auxilia os pesquisadores a entender quando a colônia sucumbiu ou diminuiu sua atividade.

2.5 Método triplo de marcação-recaptura

King e Spink (1969) foram os primeiros a estudar a área de forrageamento de *C. formosanus* através do método de cavar e seguir galerias que saíam do ninho central.

Chen e Henderson (1994) verificaram que as técnicas de marcação são extremamente valiosas para se obter a relação de alimentação, interação entre colônias e o território de forrageamento de cupins subterrâneos.

Segundo Su e Scheffrahn (1988), as escavações destroem as colônias, e isto não permite monitorar continuamente a dinâmica populacional de cupins subterrâneos. A alternativa seria usar a amostragem através da técnica de marcação-recaptura, sugerida por Baroni-Urbani et al. (1978).

Esta metodologia foi aplicada por Lai (1977), Su e Scheffrahn (1986) e Esenther (1980) para estudos de *C. formosanus* e de *R. flavipes*. Esse método exige que a marcação permaneça por um longo período de tempo, que deve variar de duas a quatro semanas (14 a 28 dias) (Su et al., 1988).

Esenther e Copel (1964) foram os pioneiros a usar iscas atrativas para captura de cupins. A marcação de indivíduos é fundamental para estudos de campo com populações de cupins. Os cupins devem ser alimentados continuamente com corantes (pelo menos uma semana) para se obter uma marcação adequada e o marcador necessita ficar retido nos indivíduos o tempo

suficiente que permita obter resultados específicos (Chen e Henderseon, 1994; Su et al., 1983).

Os corantes, infelizmente, têm suas limitações. Por exemplo, o Vermelho Sudão 7B é relatado como supressor de alimentação de cupins e dos protozoários simbióticos (Delaplane et al., 1988; Delaplene e La Fage, 1989). Visto que o Vermelho neutro é um poderoso mutagênico para os vertebrados, o mesmo deve ser manipulado com extremo cuidado (Chen e Henderson, 1994).

Ao testar nove marcadores, Lai et al. (1983) constataram que o Vermelho Sudão 7B (marcador solúvel em óleo) mostrou-se promissor e menos tóxico para *C. formosanus*. De acordo com Lai (1977), esse marcador tem sido usado com sucesso para estimar tamanho de populações de *C. formosanus* em condições de campo.

Su et al. (1983), trabalhando com *C. formosanus*, verificaram que a quantidade de Vermelho Sudão 7B ingerida pelos indivíduos de uma colônia poderia ser quantificada usando-se um espectrofotômetro e correlacionando o tempo de exposição do marcador no alimento a ser marcado.

De acordo com Su, Scheffrahn e Ban (1988), o marcador Vermelho Sudão 7B é o mais apropriado para estimar o tamanho de populações de *C. formosanus*, principalmente quando se aplica o método de múltipla-marcação e o período de marcação-recaptura estende-se a até seis semanas (42 dias); entretanto, não é apropriado para marcação de *R. flavipes* quando o método de marcação-recaptura estender-se por mais de duas semanas (14 dias).

Doze marcadores biológicos foram avaliados por Su, Ban e Scheffrahn (1991) em estudos de populações de *C. formosanus* e *R. flavipes*. De acordo com os autores, em concentração e tempo adequados, os marcadores Azul do Nilo A e Vermelho Neutro permaneceram visíveis por um período de pelo menos 15 dias e não causam mortalidade significativa em ambas as espécies. Vermelho Sudão 7B e Preto Sudão B são excelentes marcadores para *C. formosanus* (com

pequena toxicidade); todavia causaram mortalidade significativa em *R. flavipes*.

Haagsma e Rust (1993), trabalhando com a espécie *R. hesperus*, verificaram que Vermelho Neutro e Azul do Nilo A continuaram visíveis entre 11 e 15 semanas (77 a 105 dias). De acordo com os autores, o Vermelho Sudão 7B e o Sudão IV foram considerados inadequados, uma vez que a coloração desapareceu em menos de 18 dias.

De acordo com Grace e Abdalliay (1989) os marcadores são úteis para se estudar populações de cupins subterrâneos, em condições de campo, porém as dosagens devem ser determinadas, bem como o período de exposição, principalmente quando se tratar de espécies diferentes. Segundo os autores, baixas concentrações de Vermelho Sudão 7B são rapidamente excretadas por *R. flavipes*. Grandes períodos de exposição resultam em mortalidades altas, e para essa espécie, se o período de exposição não exceder cinco dias, pode-se utilizar o Vermelho Sudão 7B até 2% por um período que ultrapasse 15 dias. Radioisótopos também apresenta sua limitação, sendo não somente difícil de se trabalhar no campo, mas os cupins podem ser sensíveis aos efeitos da radiação (Chen e Henderson, 1994).

De acordo com os mesmos autores, é premente o uso de um marcador seguro e não tóxico para facilitar estudos com cupins subterrâneos. Assim sendo, um marcador deverá conter as seguintes características: 1) permanecer retido nos indivíduos o tempo suficiente que permita obter resultados específicos; 2) em nenhuma hipótese a presença do marcador deve alterar o comportamento dos indivíduos marcados ou não; 3) o marcador deve ser aplicado com facilidade e ser relativamente simples de ser detectado e, 4) deve ser tão seguro que permita o seu uso no experimento.

A metodologia de marcação-recaptura para estimar população de insetos sociais no campo é impossível de ser aplicada sem a utilização de armadilhas de solo ("pitfalls") (Ayre, 1962). Su et al. (1984) constataram que colônias de *C.*

formosanus forrageiam ao acaso. Assim sendo, indivíduos marcados e não-marcados têm probabilidades idênticas de serem capturados após um período de reassimilação.

Equipamentos de monitoramento que visam estudar atividades de cupins subterrâneos têm sido instalados na superfície do solo (La Fage, Nutting e Haverty, 1973; Tamashiro et al., 1973). Su e Scheffrahn (1986) desenvolveram uma versão diferente instalando-a no subsolo com o objetivo de monitorar populações de *C. formosanus* no Sul da Flórida. Posteriormente, Grace (1989), ao estudar *Reticulitermes* spp. em Ontário (Canadá), acabou por modificá-la.

O monitoramento do subsolo (através de pontos determinados) deve ser bem discreto e sem chamar a atenção em virtude do espírito de vandalismo do homem em áreas urbanas super-populosas (Su e Scheffrahn, 1986; Grace, Abdallay e Farr, 1989). Su, Ban e Scheffrahn (1993), em busca de aperfeiçoamento do monitoramento de populações de cupins subterrâneos, criaram um novo modelo que se mostrou ser mais adequado e mais atrativo para *R. flavipes*.

O uso de isca, em que se utiliza um hormônio inibidor de síntese de quitina (hexaflumuron), mostrou alto potencial na eliminação de populações de cupins subterrâneos. A utilização dessa metodologia induz a eliminação da colônia, criando uma zona livre da mesma durante muitos anos (Su, 1994). De acordo com Su et al. (1995) um programa de monitoramento é necessário sempre que uma colônia é eliminada ou até mesmo quando se detecta um casal reprodutor nidificando (Su, 1994). Um protótipo comercial de monitoramento (tipo isca) foi desenvolvido e serve para detectar, atrair e eliminar populações de *C. formosanus* e *R. flavipes* nas proximidades das estruturas dos edifícios, em zonas rurais e urbanas.

Su, Scheffrahn e Ban (1996) desenvolveram uma nova técnica que visa monitorar populações de cupins subterrâneos acima do solo. Atualmente, ela

vem sendo usada em vários pontos nas cidades de Hallandale, Fort Lauderdale e North Miami (Flórida). Trata-se de uma caixa de plástico contendo um bloco de madeira, coberta por uma espuma de proteção. Menezes (1996)³ relata que esta técnica permite estudar as atividades de infestação por térmitas em árvores e prédios, principalmente *Reticulitermes* sp. e *Coptotermes* sp.

2.6 Controle de cupins subterrâneos em áreas urbanas

Esenther e Beal (1974), visando o controle de *Reticulitermes* spp., usaram blocos de madeira embebidos em dodecacloro.

La Fage, Nutting e Haverty (1973) impregaram rolos de papel higiênico como isca para captura de *Gnathamitermes perflexus* e de *H. aureus* no Estado do Arizona. Mais tarde, French e Robinson (1981) usaram o mesmo procedimento em seus estudos com *H. ferox*, *C. acinaciformis* e *C. frenchi*, na Austrália.

Esse método acabou sendo modificado e substituído por tábuas de aglomerado de madeira (Esenther, 1980; French e Robinson, 1985). Produtos, tais como rolo de papel higiênico ou aglomerado, desintegram com facilidade em condições desfavoráveis de temperatura e umidade relativa alta. Desse modo, Su e Scheffrahn (1986) desenvolveram um método para localizar, capturar e monitorar populações de *C. formosamus* em áreas urbanas. Segundo os autores, mais de 10.000 indivíduos foram atraídos e capturados em uma armadilha, que foi utilizada com este objetivo.

Uma das estratégias que visa melhorar o controle de cupins subterrâneos é a utilização de uma metodologia a longo prazo, usando-se um produto (“slow activity”) não repelente, porém tóxico e que atue como isca (Su, Tamashiro e Haverty, 1982). Essa estratégia baseia-se na premissa de que uma colônia pode

³ Comunicação Pessoal

ser totalmente destruída, mesmo que apenas uma pequena parte venha a ser tratada. Isso funciona porque o produto empregado é distribuído em toda a colônia, através das interações sociais (“trofalaxia” e “grooming”) realizadas pelas operárias (Su et al., 1987).

Su e Scheffrahn (1988), visando o controle de *C. formosanus* ao empregarem a metodologia acima mencionada, verificaram que a mesma funciona perfeitamente. Os resultados obtidos demonstraram que o território de forrageamento, localizado no subsolo abaixo do concreto e do asfalto, varia de 162 a 3.571 m² por colônia. De acordo com os autores em estudos realizados, uma simples colônia é capaz de infestar um prédio inteiro, dentro dos seus limites de forrageamento.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi conduzido no bairro residencial da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), conhecido como Ecologia, e pertencente ao Município de Seropédica (RJ) (Figura 1).

As coordenadas geográficas do local são 22°46' S de latitude, 43°41' W de longitude e 33 metros de altitude (Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro, 1990), tido como infestado por cupins subterrâneos. Os estudos de laboratório foram conduzidos no *Centro Integrado de Manejo de Pragas "Cinccinato Rory Gonçalves"* (CIMP "CRG") da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e os trabalhos foram executados no período de julho de 1997 a janeiro de 2000.

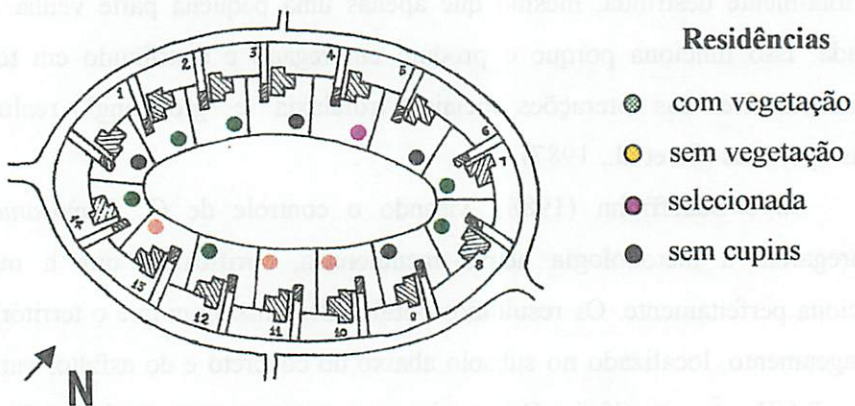


FIGURA 1 Croqui do bairro residencial da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ.

3.2 Localização dos focos de *Coptotermes havilandi*

3.2.1 Levantamento da ocorrência de infestação das residências por cupins subterrâneos

Inicialmente, realizou-se um levantamento prévio, junto aos moradores do bairro, com o objetivo de detectar infestações por cupins subterrâneos, em suas residências. A execução do estudo contou com a colaboração de moradores de 14 residências.

Uma vez detectadas as infestações, estacas de madeira foram enterradas no solo visando a identificação dos sítios de ocorrência e o levantamento das espécies de cupins no local.

As estacas utilizadas foram feitas com madeira mole (pinho) nas seguintes dimensões: 28 x 5 x 5 cm, com uma das extremidades pontiaguda para facilitar a sua introdução no solo (Figuras 2A, B e 3).



(A)



(B)

FIGURA 2 (A) Estacas de pinho (28 x 5 x 5 cm). (B) Estaca de madeira enterrada na área experimental.

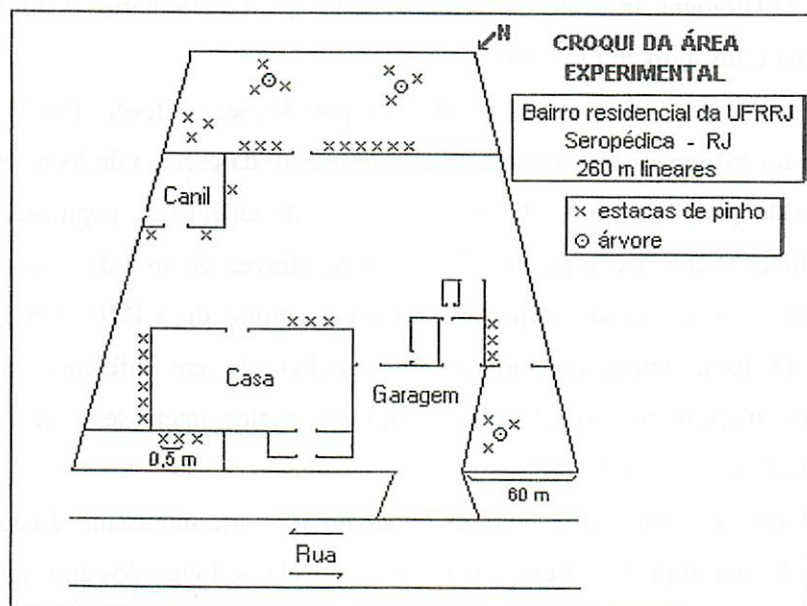


FIGURA 3 Croqui da área experimental, localizada no bairro residencial da UFRRJ, no município de Seropédica, com 260 m lineares, apresentando área de estaqueamento.

3.2.2 Levantamento da ocorrência de infestação no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Os prédios da UFRRJ, tombados pelo Patrimônio Histórico Nacional, vêm sofrendo o ataque de cupins subterrâneos há bastante tempo. Em face disso, foram realizadas inspeções nos mesmos para levantamento da ocorrência de cupins, tanto no seu interior como nas áreas ao redor.

Para tal, foram colocadas vinte estacas (descritas na seção 3.2.1) ao redor de cada uma das 15 localidades de coleta: Departamento de Geologia, Instituto de Tecnologia, Instituto de Zootecnia, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Prédio do Instituto de Ciências Exatas, Alojamento Masculino e Feminino, Prédio da Administração Central (Reitoria), Biblioteca, Residência do Reitor, Instituto de Biologia, Instituto de Veterinária, Hospital Veterinário, Instituto de Agronomia e Instituto de Florestas.

Esse estudo vem sendo conduzido por Menezes desde 1985. Essa atividade foi extremamente significativa no momento da escolha de local para a condução do presente estudo. O sistema de monitoramento de populações de cupins subterrâneos, em especial *C. havilandi*, através do uso de estacas de pinho tem sido de grande importância para a equipe do CIMP "CRG" da UFRRJ. O local acima mencionado foi subdividido em diferentes áreas, permitindo mapear com detalhes os pontos de maior interesse e de maior ocorrência de *C. havilandi*.

Pouco se conhece a respeito de *C. havilandi*, e mesmo assim são apenas menções de literatura. Experiência pessoal, adquirida ao longo dos anos através de trabalhos práticos conduzidos sob a orientação de Menezes e colaboradores, permite-nos afirmar que a mesma foi fundamental para executar o presente estudo. *C. havilandi* é extremamente prejudicial em áreas urbanas porque infesta estruturas de alvenaria, utiliza-se das passagens de até 0,5 mm de espessura no

concreto, juntas de dilatação, vias elétricas e hidráulicas em busca de qualquer material de origem vegetal, principalmente madeiras manufaturadas.

3.2.3 Preparação e instalação das estacas

Antes de serem levadas para o campo, as estacas foram acondicionadas em baldes plásticos e submersas em água destilada durante 12 horas, no laboratório do CIMP "CRG". Uma vez determinado o local (através de informações visuais e pessoais), elas foram enterradas verticalmente, com a extremidade superior tangenciando a superfície do solo. A fim de facilitar sua introdução, um trado do tipo "rosca" foi utilizado. As estacas foram instaladas aleatoriamente ao redor das residências e espaçadas de 0,50 m, em pontos previamente determinados.

3.2.4 Inspeção das estacas e levantamento das espécies

Objetivando verificar a presença de cupins nas estacas, estas foram retiradas do solo com o auxílio de um alicate e inspecionadas quinzenalmente. Na ocasião, espécimes foram coletados com o auxílio de uma pinça e de um pincel. Em seguida, foram acondicionados em frascos de vidros contendo álcool 85%. Posteriormente, o material coletado foi identificado quanto à espécie.

3.3 Determinação da área de forrageamento

Para o estudo da área de forrageamento da população de cupim em apreço, utilizou-se armadilha de coleta (modificada) baseando-se no estudo de Tamashiro et al. (1973). Cada armadilha foi composta de um tubo de PVC (15 cm de diâmetro x 15 cm de altura) com tampa de PVC contendo, em seu

interior, um bloco de madeira (pinho), formado por sete pedaços no tamanho de 7 x 5 x 5 cm, vasados de 1 cm espessura (Figura 4 A e B). No interior de cada bloco foram colocadas quatro ripas dispostas paralelamente e, entre as mesmas, dois pinos roliços de madeira visando manter os espaços entre as ripas (Figura 4 B) (Wooden Applicator Sticks, Fisherbrand, Fisher Scientific), totalizando seis pinos. O espaço entre as ripas teve como finalidade não causar nenhum tipo de traumatismo nos indivíduos coletados.



FIGURA 4 (A) Estação de monitoramento antes de ser introduzida na área experimental. (B) Bloco de madeira contendo pinos roliços de madeira sendo introduzido na estação de monitoramento.

As armadilhas foram colocadas em locais previamente determinados. Em cada sítio foram colocadas três armadilhas, dispostas em forma de triângulo (Figura 5). Para a colocação das armadilhas, fez-se um buraco de 15 cm de profundidade no solo, utilizando-se uma cavadeira do tipo "boca de lobo". A tampa da armadilha tangenciava a superfície do solo.

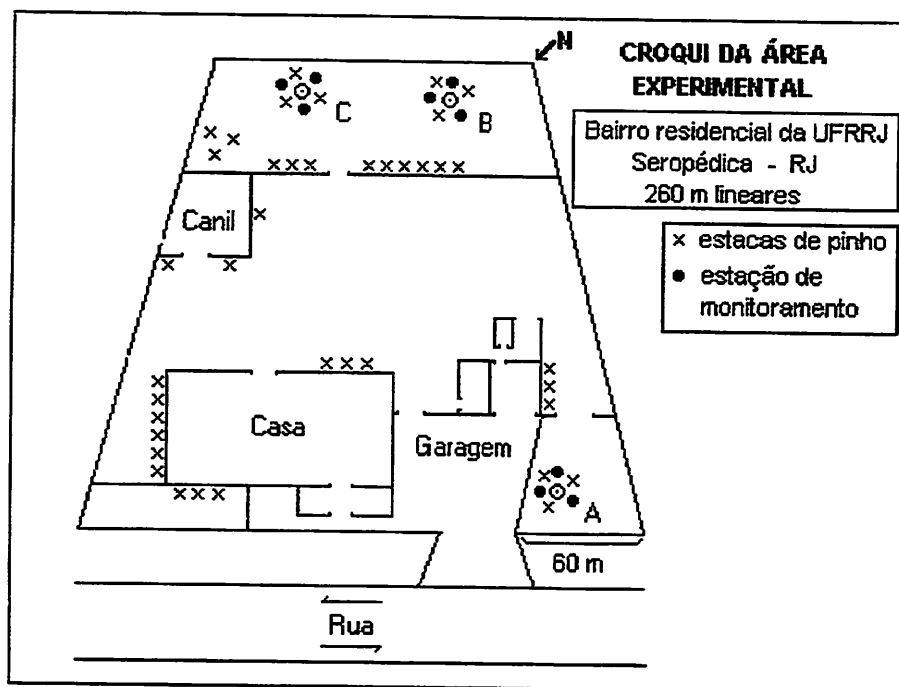


FIGURA 5 Croqui da área experimental, localizada no bairro residencial da UFRRJ, no município de Seropédica, RJ, apresentando estações de monitoramento.

As inspeções foram realizadas quinzenalmente, removendo-se apenas a tampa, de modo que se permitisse verificar sinais de infestação.

Em seguida, populações de cupins foram coletadas, retirando-se apenas o bloco de madeira infestado, colocadas em balde plástico e levadas para o laboratório. No laboratório os cupins foram separados do bloco de madeira e retirados utilizando-se pincel, pinça, um succionador manual, técnica laboratorial e acondicionado em bandejas plástica e metálica (30 x 18 x 7 cm) contendo papel toalha umedecido com água destilada. Durante sete dias, a população foi alimentada e assim mantida à temperatura média de 25 ± 1 °C e umidade relativa média de 68%, visando sua adaptação.

Para facilitar a separação dos cupins da sujeira e da madeira do bloco, utilizou-se a metodologia desenvolvida por Nan-Yao Su da Universidade da Flórida.

A técnica laboratorial consistiu em retirar o bloco de madeira infestado da armadilha para posterior pesagem e determinação da taxa de consumo. Operárias e soldados foram depositados em uma bandeja metálica (30 x 18 x 7 cm) em meio à terra, sujeiras e outros materiais vindos do campo com as armadilhas.

As bandejas foram colocadas próximas uma da outra em níveis diferentes e, através de palitos retangulares de madeira, induzindo o cupim a passar de área suja (inferior) para uma área limpa (superior). A bandeja limpa (acima) conteve, em seu interior, ripas de madeira (10 x 8 x 1 cm), separadas por pinos roliços (semelhantes aos utilizados anteriormente) previamente umedecidos. Para criar uma ponte entre elas, foram utilizados palitos retangulares de madeira (chamados de “abaixadores de língua”), também umedecidos, para que os cupins pudessem passar de uma área para outra. Desta forma, após 12 horas, a maioria dos cupins atravessou a “ponte” de madeira até a zona livre de sujeira, a fim de se evitar a manipulação dos cupins com pinças e outros materiais, pois os mesmos demonstram ser extremamente sensíveis quando manuseados (Figura 6).

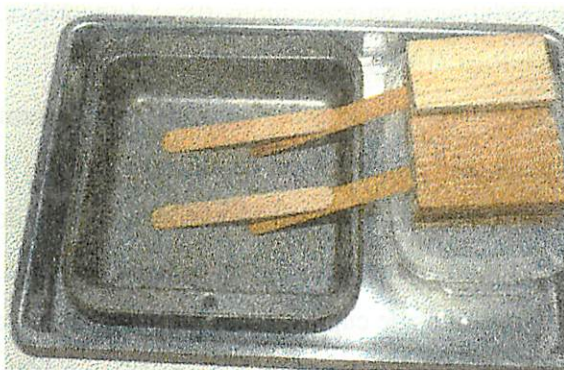


FIGURA 6 Esquema de separação e limpeza de cupins coletados em blocos de madeira.

3.4 Utilização de corantes (marcadores)

Para se determinar a área de forrageamento de colônias de *C. havilandi*, foi utilizada a técnica de marcação-recaptura, sendo os indivíduos alimentados com corantes específicos (marcadores).

Dois corantes histológicos foram utilizados, o Azul do Nilo A (Científica Comércio & Equipamentos Ltda; Referência nº 12705) e o Vermelho Sudão 7B (Aldrich Chemical Company, Milwaukee, WI), com a finalidade de avaliar o percentual de mortalidade dos indivíduos marcados e o seu tempo de retenção.

Os cupins a serem marcados foram obtidos através de armadilhas de coleta, descritos no item 3.3 .

As operárias foram separadas dos soldados e das formas jovens com a ajuda de um succionador manual e alimentadas com papel toalha, umedecido com água destilada, durante 7 dias, à temperatura média de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa média de 68%.

O corante Azul do Nilo A foi diluído em etanol (ETOH – 95%) e o Vermelho Sudão 7B em acetona (95%), ambos em diferentes concentrações,

(0,05 , 0,25 , 0,50 e 0,75%) além da testemunha (0%) de acordo com o que foi proposto por Haagsma e Rust (1993) e Lai et al. (1983).

As soluções de corantes e o solvente puro (acetona) foram vertidos em placas de Petri (9,0 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura) sobre um disco de papel de filtro (Whatman nº 1, 0,9/cm de diâmetro). A evaporação total do solvente foi de 24h. Posteriormente, foram adicionados 0,5 ml de água destilada.

Em seguida, 50 operárias de cupins foram introduzidas em cada placa de Petri, e acondicionadas em câmara climática a $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $\pm 97\%$ de umidade relativa (UR).

Depois de 24 horas de alimentação, 30 operárias marcadas foram transferidas para as placas de Petri, contendo apenas um disco de papel de filtro umedecido. Estes eram também umedecidos com 0,5 ml de água destilada sempre que fosse necessário, uma vez que eram a principal fonte de alimento das operárias. As placas foram mantidas em câmara climática, nas mesmas condições descritas anteriormente.

As operárias foram observadas durante 7 dias, com intervalos de 24, 48, 72, 96, 120, 144 e 168 horas, após a transferência para as placas de Petri. O número de operárias mortas e o número de operárias que sobreviveram e permaneceram coradas foi anotado. A partir desses dados, calculou-se a porcentagem de mortalidade e a porcentagem daqueles que estavam corados.

3.5 Determinação da taxa de consumo de madeira (g/estação/dia)

O total de madeira removida de cada estação de monitoramento foi usado como indicador de atividade de forrageamento de *C. havilandi*. Os blocos de madeira descritos na seção 3.3 ainda úmidos foram pesados, antes de serem colocados nas estações.

Após a separação dos cupins obtidos nas estações de monitoramento, o

que restou dos blocos foi novamente pesado. Pregos e outros materiais inicialmente utilizados na confecção dos blocos e pesados foram também incluídos nas medições finais. A alteração do peso úmido da madeira, antes e após a colocação na estação de monitoramento, representa a atividade de forrageamento da colônia do cupim na estação. O número de dias em que a estação ficou exposta à atividade termítica foi anotado e utilizado para calcular a taxa de consumo, em gramas de madeira removida/estação/dia. Isto pode ser exemplificado de acordo com a fórmula:

$$Tc = \frac{Pi - Pf}{d} \text{ onde,}$$

Tc	- taxa de consumo (g/estação/dia)
Pi	- peso inicial (g/estação)
Pf	- peso final (g/estação)
d	- número de dias de exposição (dia)

3.6 Determinação de dados demográficos da população coletada de *Coptotermes havilandi*.

Baseado no procedimento para levantamento da população de cupins subterrâneos desenvolvido e adaptado por Nan-Yao Su, da Universidade da Flórida, este estudo foi realizado determinando-se a média de peso corporal de cada casta (operárias e soldados). Foram pesados cinco grupos de 10 indivíduos de cada casta de cada estação de monitoramento. Para contagem dos indivíduos, foi utilizado um succionador manual.

Para a determinação do número total de indivíduos, utilizou-se o somatório do peso total de n grupos de uma casta (g) dividido pela média de peso individual de cada grupo (g), segundo a fórmula abaixo.

Número total de indivíduos = $\Sigma_n (PT / PI_n)$ onde,

n – grupos de 10 indivíduos em cada casta,

PT – peso total dos *n* grupos,

PI_{*n*} – média de peso individual de cada grupo de 10 indivíduos.

3.7 Comportamento de forrageamento de *Coptotermes havilandi* frente ao ataque deste às estacas de madeira

No período de outubro de 1999 a janeiro de 2000, um teste, foi conduzido nas quatorze residências utilizadas para levantamento da população de *C. havilandi*, a fim de observar o comportamento de forrageamento na presença de estacas de pinho descritas na seção 3.2.1 .

Todos os locais do teste foram localizados dentro de cada área em cada residência por conter previamente infestações por cupins (pré-teste), exceto as de número 1, 4, 6 e 9, por apresentarem vegetação diferenciada.

Um ambiente foi caracterizado por possuir vegetação rasteira dominante, mesmo apresentando solo exposto em algumas áreas (residências 10,11 e 13), enquanto no outro, além da vegetação gramada, predominaram árvores como mangueira (*Mangifera indica*), casuarina (*Casuarina spp*), jaqueira (*Artocarpus integrifolia*) e angico branco (*Anadenanthera colubina*), ambos com declive entre 2 e 5% (residências 07, 08, 03, 02, 12 e 14) (Figura 1).

A área experimental tem um clima tropical com uma temperatura média diária máxima de 32 °C no mês mais quente (dezembro) e uma temperatura média diária mínima de 24 °C (novembro), sendo intenso o calor neste período de verão.

O espaçamento entre as estacas foi de 1 metro, formando um quadrado de 5 x 5 m, totalizando 25 estacas e uma área de 25 m² em cada sítio. Cada estaca foi devidamente identificada, sendo as inspeções realizadas

semanalmente, observando-se a proporção de danos para cada área (Figura 7).

As categorias adotadas, e modificadas, por Beesley (1978) foram: 1 – sem dano; 2 – madeira visitada por cupins; 3 – madeira ingerida por cupins; 4 – dano leve; 5 – dano moderado; 6 – dano severo.

Os dados obtidos foram comparados com áreas em que não houve infestação (categoria 1 ou 2) e com aquelas que, de alguma forma, apresentaram danos ocasionados pela alteração da integridade da estaca (categoria 3 ou mais). Observou-se o sentido da progressão da infestação nas 25 estacas a fim de averiguar o ataque ascendente do cupim, visto que este comportamento é visivelmente detectado em edifícios situados em áreas urbanas.

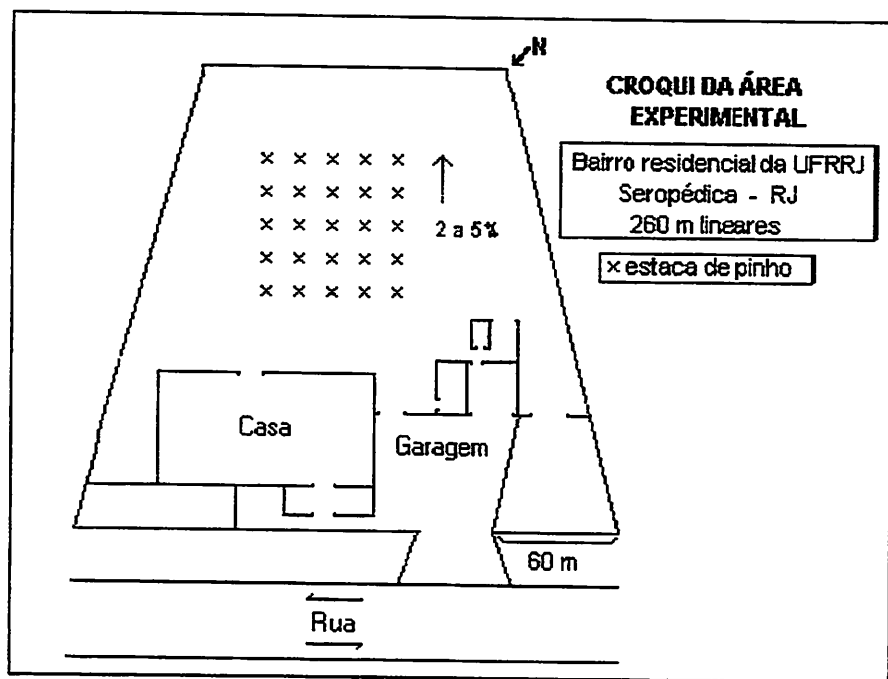


FIGURA 7 Croqui da área experimental, em um modelo quadriculado, no bairro residencial da UFRRJ, no município de Seropédica, RJ.

3.8 Delineamento estatístico

Objetivando avaliar os corantes utilizados na marcação de *C. havilandi* em laboratório, empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5 com três repetições. Portanto, dois tipos de corantes (Azul do Nilo A, Vermelho Sudão), cinco concentrações (0 0,05 0,25 0,50 0,75%), o que representa dez tratamentos, com três repetições, totalizando 30 parcelas experimentais.

O estudo de correlação entre as variáveis preconizada por Costa Neto (1977) foi utilizado para comparar o comportamento entre taxa de consumo de madeira, estimativa do tamanho da população e peso médio das operárias.

Ao analisar dados de uma amostra onde se estudou o comportamento diferenciado de *C. havilandi* em ambientes urbanos, foram observadas algumas diferenças, ocasionadas por características próprias da amostra, por isso optou-se em interpretá-los utilizando-se uma representação gráfica oriunda de uma distribuição de frequência de dados quantitativos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ocorrência de infestação das residências por cupins subterrâneos

A inspeção minuciosa em todas as 14 residências, objeto de nosso estudo, permitiu verificar que todas estavam ou foram infestadas por *C. havilandi*, ao longo dos anos, desde que foram construídas pelo governo federal, na década de 40. Entretanto, a residência de número cinco destacava-se das demais em virtude dos sinais evidentes de grandes infestações. A confirmação dessas infestações foi obtida através das estacas de pinho estrategicamente

instaladas e observadas durante 25 dias.

Assim que se constatou a infestação, outras estações foram colocadas nas proximidades visando aumentar a concentração da população de *C. havilandi* na área. Este procedimento permitiu verificar (ainda que visualmente) uma maior concentração de cupins no local. Nas condições em que o estudo foi conduzido, *C. havilandi* gastou em média 25 dias para atacar estacas de pinho.

As estações de monitoramento (três em cada local) foram instaladas 35 dias após e identificadas como área "A", "B" e "C". A área "C" foi descartada, já que não se constatou a presença de *C. havilandi* nas estações 65 dias após a instalação das estacas (Figura 8).

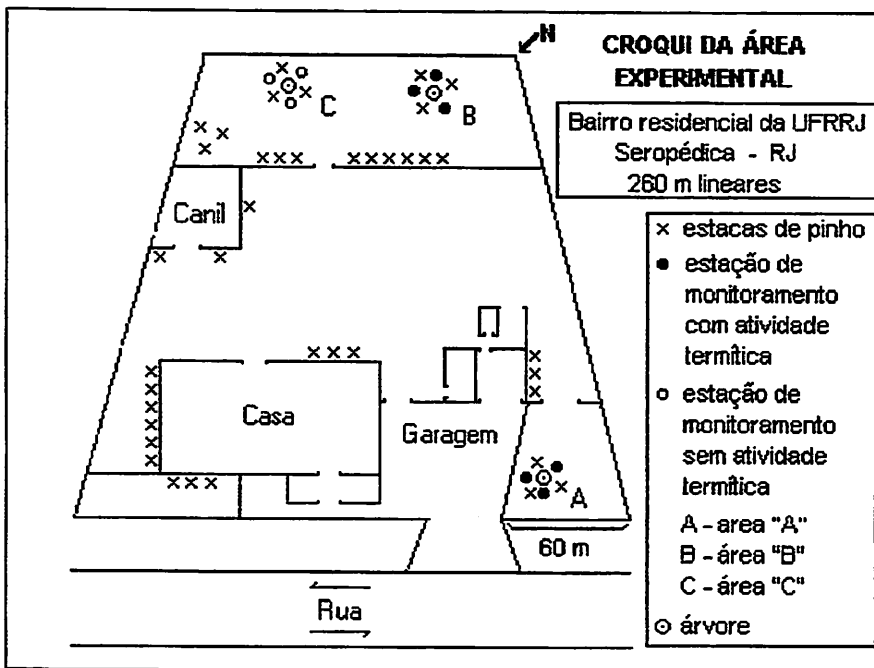


FIGURA 8 Croqui experimental das estações de monitoramento com e sem atividade termítica.

4.2 Avaliação das estacas e identificação da espécie

Durante o período de monitoramento das estacas, procedeu-se sistematicamente a amostragem do material em questão com o objetivo de se proceder a identificação da espécie. O material era transferido para o laboratório da UFRRJ (Centro Integrado de Manejo de Pragas “Cincinato Rory Gonçalves” – CIMP/CRG) e identificado pelo Dr. Jan Krecek, da Universidade da Flórida (Fort Lauderdale Research and Education Center). Dr. Krecek confirmou os estudos de Araújo (1958) e identificou o material coletado como sendo *C. havilandi* Holmgren, 1911 (Isoptera: Rhinotermitidae) (Figura 9).

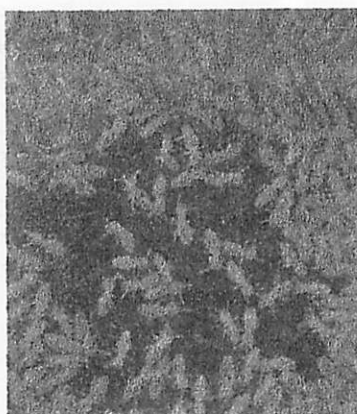


FIGURA 9 *Coptotermes havilandi* Holmgren, 1911 (Isoptera: Rhinotermitidea).

4.3 Área de forrageamento

Quando se tem em mente realizar estudos de comportamento de cupins subterrâneos com o objetivo de determinar a área de forrageamento, é necessário

que se tenha um marcador, capaz de permanecer no corpo do inseto durante o período que for necessário para o estudo (Su, Scheffrahn e Ban, 1988). O marcador deve permanecer retido nos indivíduos o tempo suficiente para se obter os resultados específicos (Chen e Henderson, 1994).

C. formosanus retém a marcação por no mínimo 42 dias após serem corados com 1% de Vermelho Sudão 7B (Su e Scheffrahn, 1988). Su et al. (1983) verificaram que qualquer marcador usado para traçar a atividade subterrânea de *C. formosanus* deve permanecer nos indivíduos durante o período de estudo; entretanto, os resultados obtidos no presente estudo não foram suficientes para se ter uma resposta mais conclusiva no que diz respeito ao forrageamento de *C. havilandi*. Embora estes estudos tenham sido bastante preliminares, diferiram daqueles conduzidos por Haagsma e Rust (1993) para *R. hesperus* e para *C. formosanus* (Su, Scheffrahn e Ban, 1988). Ao que tudo indica, *C. havilandi* é muito mais sensível do que *C. formosanus* e *R. hesperus* quando o seu habitat natural é modificado (transferência do campo para o laboratório). É possível que *C. havilandi* ainda não esteja tão “domesticado” quanto *C. formosanus* e *R. hesperus*, espécies que há tempo vêm sendo estudadas em diversas partes do mundo.

Através das Tabelas de 1 a 4 e das Figuras de 10 a 17, é possível visualizar o percentual de mortalidade dos indivíduos marcados e o período de retenção dos corantes.

4.4 Corantes

Quatro dias após o consumo do papel de filtro (tingido) pelas operárias de *C. havilandi*, verificou-se que a mortalidade das mesmas foi próxima de 100%. As Tabelas de 1 a 4, apresentadas no item 4.5, confirmam esta tendência após 96 horas.

Ainda que apresentem as características de um bom marcador para diferentes cupins subterrâneos (Su et al., 1988), os corantes Azul do Nilo A e Vermelho Sudão 7B não se mostraram promissores para *C. havilandi* nas condições em que o estudo foi conduzido. Ambos não permanecem tempo suficiente e necessário para se determinar o tamanho da colônia.

Mesmo adotando todas as técnicas recomendadas para marcação de cupins subterrâneos, os resultados obtidos deixaram a desejar, em virtude da alta sensibilidade de *C. havilandi* quando transferido para condições artificiais. A metodologia usada na criação de *C. havilandi* é idêntica à utilizada para *C. formosanus* em Fort Lauderdale, Flórida (Menezes, 1999)⁴. Entretanto, *C. havilandi* mostrou-se muito mais sensível do que *C. formosanus*, quando se transfere parte de uma colônia do campo para o laboratório, modificando seu habitat natural.

⁴ Comunicação Pessoal

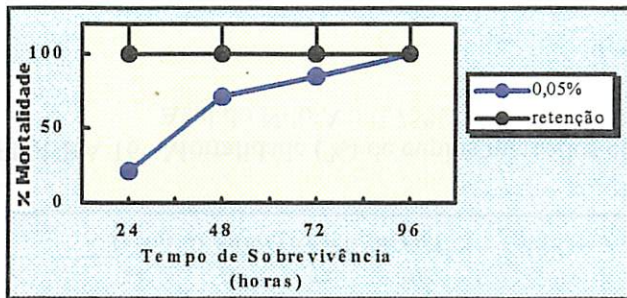


FIGURA 10 Mortalidade (%) de cupins marcados com Azul do Nilo A a 0,05%.

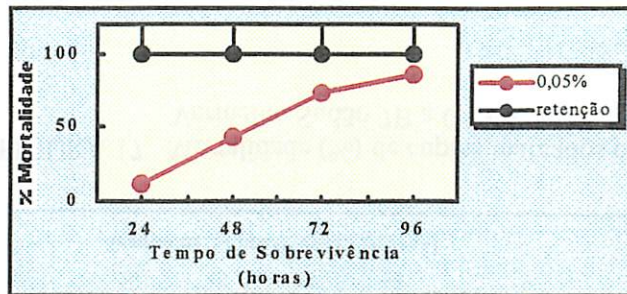


FIGURA 11 Mortalidade (%) de cupins marcados com Vermelho Sudão 7B a 0,05%.

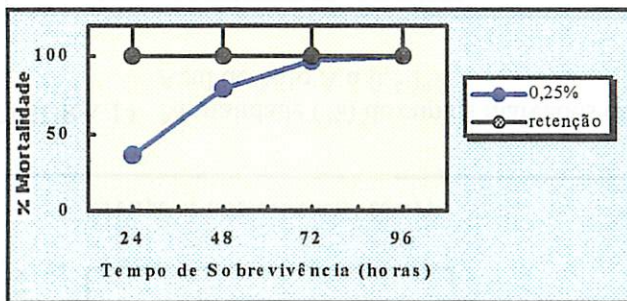


FIGURA 12 Mortalidade (%) de cupins marcados com Azul do Nilo A a 0,25%.

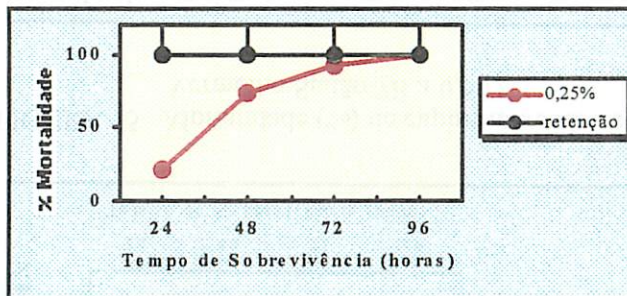


FIGURA 13 Mortalidade (%) de cupins marcados com Vermelho Sudão 7B a 0,25%.

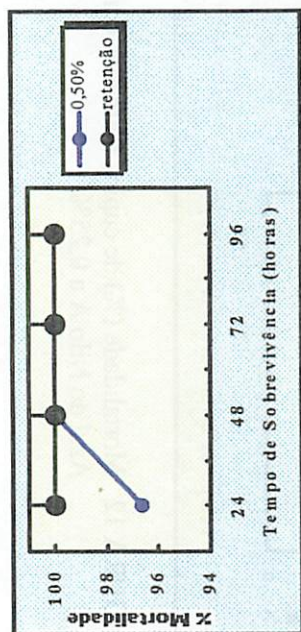


FIGURA 14 Mortalidade (%) de cupins marcados com Azul do Nilo A a 0,50%.

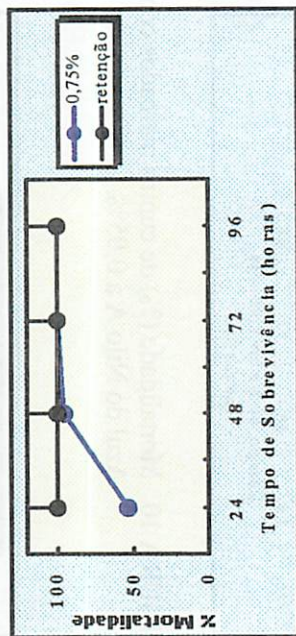


FIGURA 16 Mortalidade (%) de cupins marcados com Azul do Nilo A a 0,75%.

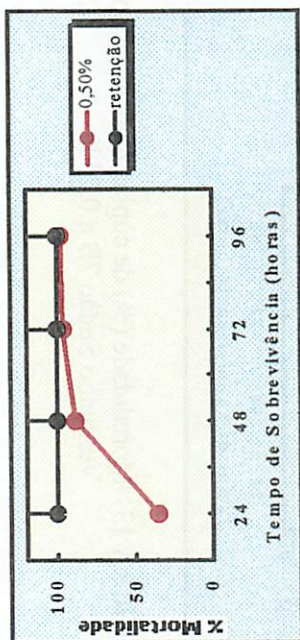


FIGURA 15 Mortalidade (%) de cupins marcados com Vermelho Sudão 7B a 0,50%.

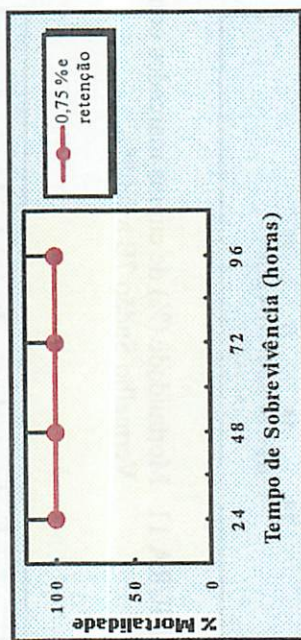


FIGURA 17 Mortalidade (%) de cupins marcados com Vermelho Sudão 7B a 0,75%.

4.4.1 Avaliação da mortalidade de operárias de cupins subterrâneos *Coptotermes havilandi*, após 96 horas de estudos

Todas as operárias de *C. havilandi* retêm, visivelmente, a coloração de Azul do Nilo A em todas as concentrações. A concentração 0,05% causou menor mortalidade de operárias, comparada com a testemunha (Tabelas 1 a 4). Os resultados obtidos são semelhantes aos trabalhos conduzidos por Su e Scheffrahn (1991) e por Haagsma e Rust (1993).

As operárias expostas ao Vermelho Sudão 7B também mostraram 100% de retenção do corante, independente do grau de mortalidade durante o tempo em que o estudo foi conduzido. Os resultados obtidos são igualmente semelhantes aos de Su, Ban e Scheffrahn (1991) e Haagsma e Rust (1993).

Após a transferência para as placas de Petri, procedeu-se a observação do comportamento das operárias, em laboratório, depois de 24, 48, 72 e 96 horas. Este procedimento permitiu obter a taxa de mortalidade e o tempo de retenção do corante. Os valores médios de mortalidade de operárias de *C. havilandi* permitem constatar que as mesmas não sobrevivem como se esperava, levando-se em conta os estudos de Su et al. (1991) e Haagsma e Rust (1993).

A sobrevivência de indivíduos marcados não foi além de quatro dias, quando comparados com a testemunha (Tabela de 1 a 4). Em virtude de a mortalidade ter sido de 100% após 96 horas, as observações foram encerradas.

TABELA 1 Porcentagem média de mortalidade de cupins, marcados com corantes, em diferentes concentrações, após 24 horas Seropédica, RJ, 1999.

Concentração (%)	Corante		Média
	Azul	Vermelho	
Testemunha	2,00 b	1,33 b	1,66 b
0,05	6,67 b	3,67 b	5,17 b
0,25	11,00 b	6,67 b	8,83 b
0,50	29,00 a	10,67 b	19,83 a
0,75	16,00 b	30,00 a	23,00 a
Média	12,93 A	10,46 B	

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Através dos dados da Tabela 1 é possível observar que o corante Vermelho Sudão 7B foi o de menor mortalidade, independente da concentração adotada.

As concentrações menores (0,05% e 0,25%) apresentaram mortalidade mais discreta, quando comparadas com as maiores (0,50% e 0,75%), independente do corante após a alimentação das operárias durante 24 horas e 48 horas (Tabela 1 e 2).

Isso nos permite dizer que através do teste Tukey, a 5% de probabilidade, o corante Vermelho Sudão 7B, em concentrações que variam de 0,05% e 0,25%, foi o que apresentou menor mortalidade de indivíduos. A porcentagem de mortalidade na testemunha sempre foi menor quando comparada com os dois corantes nas diferentes concentrações (Azul do Nilo A e Vermelho Sudão 7B) (Tabela 2).

TABELA 2 Porcentagem média de mortalidade de cupins, marcados com corantes, em diferentes concentrações, após 48 horas Seropédica, RJ, 1999.

Concentração (%)	Corante		Média
	Azul	Vermelho	
Testemunha	4,33 b	2,33 c	3,33 c
0,05	21,33 a	13,00 b	17,16 b
0,25	24,00 a	22,00 ab	23,00 ab
0,50	30,00 a	26,67 a	28,33 a
0,75	28,67 a	30,00 a	29,33 a

Médias seguidas da mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Após 72 horas foram observados, na Tabela 3, menores valores de mortalidade nas concentrações de 0,05% e 0,25%, quando comparados com as de 0,50% e 0,75%.

TABELA 3 Porcentagem média de mortalidade de cupins, marcados com corantes, em diferentes concentrações, após 72 horas Seropédica, RJ, 1999.

Concentração (%)	Corante		Média
	Azul	Vermelho	
Testemunha	8,33 b	4,66 c	6,50 c
0,05	25,67 a	22,00 b	23,83 b
0,25	29,33 a	27,67 ab	28,50 ab
0,50	30,00 a	29,00 ab	29,50 a
0,75	30,00 a	30,00 a	30,00 a

Médias seguidas da mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 4 Porcentagem média de mortalidade de cupins, marcados com corantes, em diferentes concentrações, após 96 horas Seropédica, RJ, 1999.

Concentração (%)	Corante		Média
	Azul	Vermelho	
Testemunha	15,33 b	9,33 c	12,33 c
0,05	30,00 a	25,67 b	27,83 b
0,25	30,00 a	30,00 a	30,00 a
0,50	30,00 a	29,33 a	29,67 ab
0,75	30,00 a	30,00 a	30,00 a
Média	27,06 A	24,86 B	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os valores contidos na Tabela 4, demonstram que o Vermelho Sudão 7B apresentou menor mortalidade quando comparado com Azul do Nilo A, após 96 horas, independente da concentração adotada, assim como foi demonstrado na Tabela 1. Verificou-se que as concentrações 0,05% e 0,50% destacaram-se das demais, através do teste Tukey a 5% de probabilidade, apresentando menor mortalidade, independente do corante. Portanto, é possível observar que o corante Vermelho Sudão 7B nas concentrações 0,05% e 0,50% foi o melhor indicador na obtenção da menor mortalidade de indivíduos durante o desenvolvimento deste experimento.

Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Su et al. (1991) e Haagsma e Rust (1993). Entretanto, diferem dos resultados obtidos por Grace e Abdalliay (1989) que fizeram uso de Vermelho Sudão 7B a 2% (durante 15 dias) ao estudar *R. flavipes*. De acordo com os autores, é possível marcar *R. flavipes* com Vermelho Sudão 7B, em concentrações que variam de 0,5 a 2%, por um período de até 15 dias, entretanto, não há como comparar os resultados obtidos pelos que testaram um corante diferente em um cupim completamente diferente

de *C. havilandi*. Isto demonstra que dosagens devem ser determinadas, em cada caso, bem como o período de exposição, principalmente quando se trata de espécie diferente, como é o nosso caso. Portanto, esta situação certamente merece estudos adicionais. Em matéria de estudos de cupins subterrâneos, e até mesmo em outros insetos de hábitos crípticos, pode-se afirmar com segurança que cada caso é um caso, e que situações semelhantes não devem ser generalizadas.

4.5 Taxa de consumo de madeira

Os blocos de madeira foram retirados após 60 dias, tendo ou não quaisquer sintomas de forrageamento nas estações (Figura 18). Observou-se consumo mais significativo nos blocos que estavam cobertos por terra em virtude da atividade da colônia. Ocorreu variação na taxa de consumo de 1,03 a 6,90 g/estação/dia (Tabela 5).

As estações I e II da área "A" foram observadas simultaneamente. A estação I, em condições de campo, apresentou maior taxa de consumo (6,90 g/estação/dia) (Tabela 5), apesar de não se conseguir determinar seus dados demográficos (Tabela 6), pois aos 60 dias os cupins haviam abandonado o bloco de madeira já consumido na estação de monitoramento, não sendo possível coletar qualquer indivíduo. Este comportamento também se repetiu na estação II da área "B", porém com um menor consumo de madeira (1,03g/estação/dia). Na estação III da área "B" não houve nenhum consumo de madeira após 60 dias.



FIGURA 18 Estação de monitoramento com sintomas de forrageamento após 60 dias de campo.

A taxa de consumo de madeira foi calculada para cada estação, utilizando-se um método descrito por Su e La Fage (1984), sendo submetida, a posteriori, a uma análise de correlação.

A taxa de consumo entre as estações da área "A" variou de 5,14 a 6,90 g/estação/dia, e entre as estações da área "B", de 1,03 a 3,43 g/estação/dia. Isto nos indica que o consumo de madeira (atividade de forrageamento) de *C. havilandi* na área "A" foi mais intenso, quando comparado com a área "B", distantes uma da outra cerca de 50 metros lineares (Tabela 5). Wood (1978), ao estudar 21 espécies de cupins, listou a taxa de consumo de madeira, que variou de 2,0 a 90,8 mg/g de operária/dia.

Entretanto, algumas variáveis influenciam este comportamento. Entre elas destacam-se o tamanho da colônia, peso do indivíduo (cupim) e condições ambientais que favorecem o seu desenvolvimento (Smythe e Carter, 1970).

TABELA 5 Taxa de consumo de madeira (g/estação/dia) do cupim subterrâneo *Coptotermes havilandi* nas áreas "A" e "B", após 60 dias, em blocos de madeira.

Área	Estação	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Taxa De Consumo (g/estação/dia)
A	I	470	55,79	6,90
	II	435	40,93	6,56
	III	475	166,33	5,14
B	I	452	245,62	3,43
	II	460	398,00	1,03
	III	468	468,00	-

A Tabela 6 permite observar que quando a estimativa do número de indivíduos possui valores maiores, o peso médio das operárias é menor e vice-versa. Verifica-se, também, que quanto menor o peso dos grupos de operárias, maior é a estimativa de suas populações e maior é a taxa de consumo de madeira. Esse comportamento é observado através dos valores médios da área "A", nas estações II e III.

A média de peso das operárias na área "A", estação II, variou de 0,012 a 2,914 g e estação III de 0,945 a 2,032 g. Na área "B", estação I, variou de 0,851 a 2,919 g (Tabela 6). O maior peso de operárias se deu na área "B", estação I (2,919 g) e o menor peso de operárias foi obtido na área "A", estação II (0,012 g).

TABELA 6 Valores médios de peso de operárias, estimativa do número de indivíduos e taxa de consumo de madeira (g/estação/dia) em três estações experimentais do cupim subterrâneo *C. havilandi* em Seropédica, RJ, 1999.

Área	Estação	Peso médio de operárias (g)		Número de Indivíduos	Taxa de Consumo
		X (g)*	± EP		
A	II	0,013		3.917,69	
		2,129		23,29	
		0,025		2.067,20	
		2,914		17,47	
		0,012		4.244,16	
TOTAL		5,093	0,626	10.240,44	6,56
A	III	1,160		65,73	
		1,563		48,78	
		1,952		39,61	
		0,945		80,68	
		2,032		37,52	
TOTAL		7,625	0,213	272,32	5,14
B	I	1,224		59,50	
		1,324		55,00	
		0,959		75,94	
		2,919		24,95	
		0,851		85,58	
TOTAL		7,283	0,376	300,97	3,43

* Média de peso de cinco grupos contendo 10 indivíduos cada.

É possível observar um comportamento de alimentação peculiar aos cupins. A pequena quantidade de alimento ingerida por uma operária é o suficiente para suprir suas necessidades diárias e ainda permitir com que ela realize a trofalaxia para alimentar os indivíduos mais jovens. Diferente do que ocorre em ecossistema estável, *C. havilandi* em ambiente urbano apresenta uma menor competição e um gasto menor de energia. Os dados obtidos por Haverty et al. (1999) para a espécie *Reticulitermes* spp. demonstram que a porcentagem de dano nas armadilhas em área urbana é maior; entretanto, o consumo de madeira tende a ser menor.

4.6 Avaliação do comportamento de *Coptotermes havilandi* em estacas de madeira

O presente estudo indicou que *C. havilandi* apresentou um comportamento ascendente em relação à aclividade do terreno (Figura 19).

C. havilandi necessita de condições favoráveis para sua infestação e, neste experimento, foi possível observar que a aclividade do terreno (2 a 5%) foi um fator importante na contribuição do ataque ascendente, e que características do solo areno-argiloso é um fator que favorece sua infestação.

Trabalhos de controle de *C. havilandi* em áreas urbanas, em que o seu ataque em edifícios têm sido uma constância, demonstram que o comportamento ascendente é extremamente comum. A tendência de construir colônias secundárias induz os indivíduos a buscarem ambientes favoráveis (disponibilidade de alimento, temperatura e umidade relativa adequadas).

Este tipo de ambiente é muito comum em nosso país, quando a edificação tem comumente uma cisterna no subsolo, para armazenamento de água que chega da rua, e uma caixa d'água no topo, para onde a mesma é bombeada antes de ser distribuída em todos os andares. O sistema hidráulico do edifício torna-se, então, uma via de fácil acesso para a colônia, localizada no subsolo, até o topo do mesmo, onde a água é armazenada e redistribuída em todos os apartamentos.

O ataque de *C. havilandi* é mais intenso durante os meses mais quentes e úmidos do ano, principalmente quando a pluviosidade se mostra mais intensa. Haverty et al. (1999), em seus estudos com *R. flavipes* na Califórnia, também constataram este comportamento.

A infestação foi muito mais significativa em locais em que o sombreamento era intenso em virtude da presença de árvores (residências de número 7, 3, 2 e 8). Porém, aquelas residências (13, 10, 11) em que o

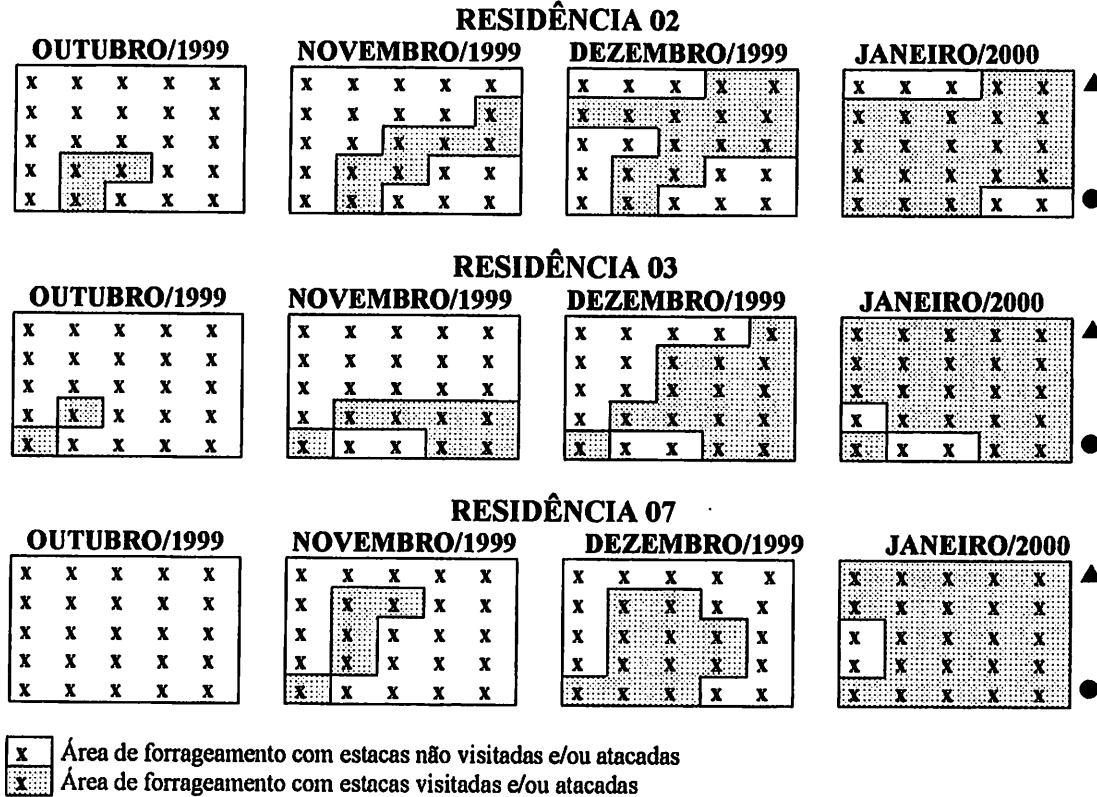
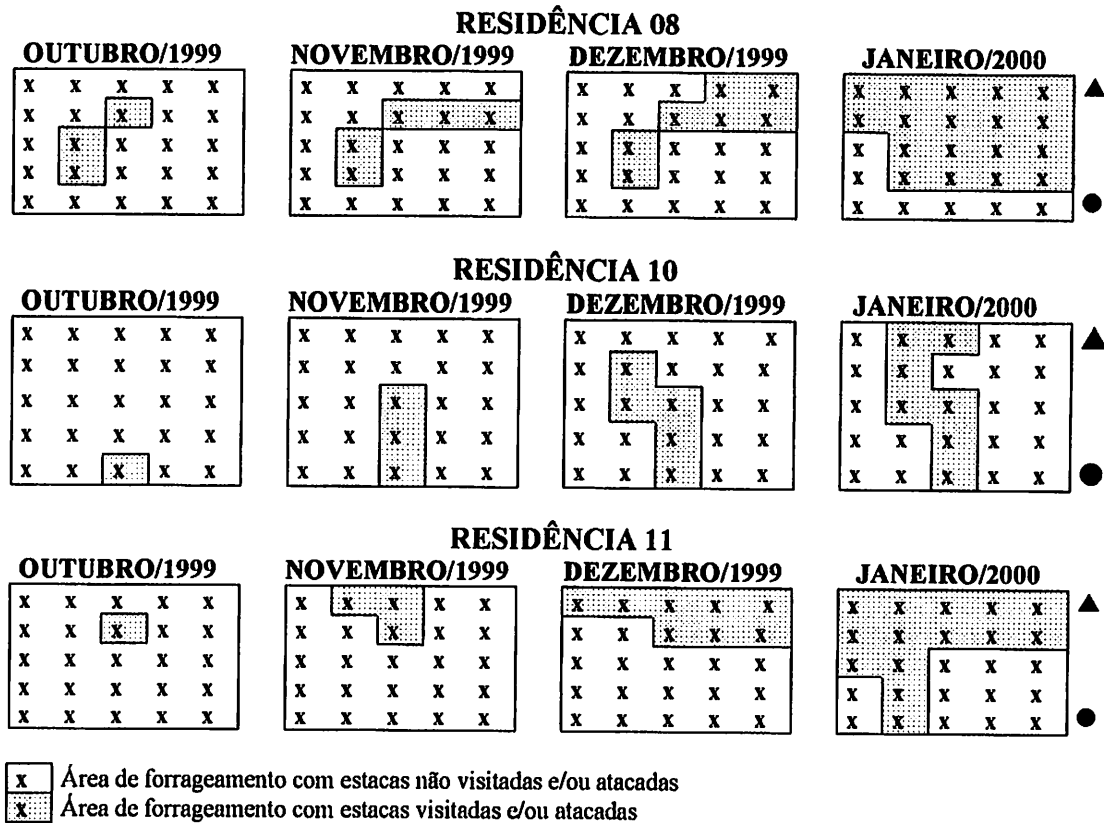
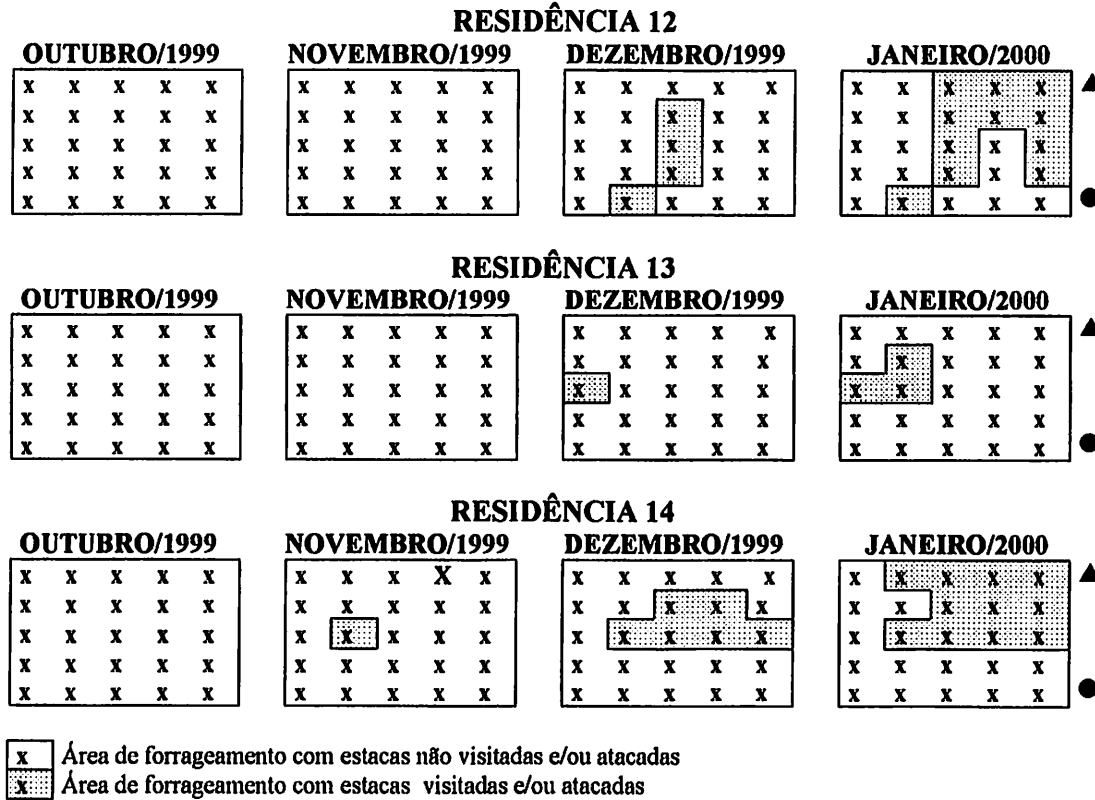


FIGURA 19 Esquematisação do comportamento de forrageamento de *Coptotermes havilandi* em área experimental. Progressão da infestação da parte inferior (●) para a parte superior (▲) da área experimental.



“FIGURA 19, Cont.”



“FIGURA 19, Cont.”

sombreamento era menor (maior incidência de luz), com vegetação rasteira ou solo nu, a infestação foi sempre menor (menor que 70%). Apesar de estarem em áreas sombreadas, nas residências de número 12 e 14 a infestação mostrou-se menor.

O estudo conduzido na área residencial mencionada permitiu observar que o maior percentual de infestação por *C. havilandi* ocorreu na residência de número 3 (56%) e um pouco menor (52%) na de número 2, em dezembro de 1999. Entretanto, esta infestação tornou-se muito mais significativa no mês seguinte (janeiro de 2000) nas residências de número 7, 3 e 2 (92, 88, 80% respectivamente).

As menores infestações de *C. havilandi* foram observadas nas residências 2 e 8 (12%), 3 (8%), 10 e 11 (4%) e 7, 12, 13, 14 (0%), em outubro de 1999, 30 dias após a instalação do experimento. Nesse mesmo período, não se observou a presença ou sinais de danos de *C. havilandi* nas estacas instaladas nas residências 7, 12, 13 e 14 (Figuras 19 e 20).

Foi possível constatar que a presença de fruteiras no local é fundamental no aumento da infestação de *C. havilandi* porque estas favorecem sua população em virtude da abundância de raízes (disponibilidade de alimento), além de propiciar um ambiente favorável (temperatura e umidade). Estas condições permitiram maior incidência de ataque às estacas.

De maneira geral, os resultados revelam que nessa área experimental os cupins apresentam aspectos de comportamento semelhantes ao encontrados em ambientes urbanos complexos de grandes cidades, nas quais as infestações ocorrem de colônias inicialmente originadas do subsolo, em decorrência da presença de alimento disponíveis para o início da formação das colônias.

É premente e necessário o uso da marcação de cupins subterrâneos para estudos da área de forrageamento, utilizando a técnica de marcação-recaptura; porém, é determinante a escolha de corantes ou marcadores que permaneçam

retidos o tempo suficiente para se obter resultados específicos. Sem essa técnica, não é possível obter conclusões sobre o tamanho de uma população de cupins subterrâneos, assim como estabelecer a relação de alimentação de espécies consideradas pragas, relacionadas com o ambiente em que vivem.

A espécie *Coptotermes havilandi*, sendo de origem asiática, vem progressivamente encontrando condições favoráveis a sua infestação, aumentando sua área de ação e causando prejuízos incalculáveis. Assim sendo, é necessário repensarmos o tipo de construções que são feitas em ambientes urbanos, nos quais se deixa uma grande quantidade de resíduos da obra, servindo de alimento para essas populações.

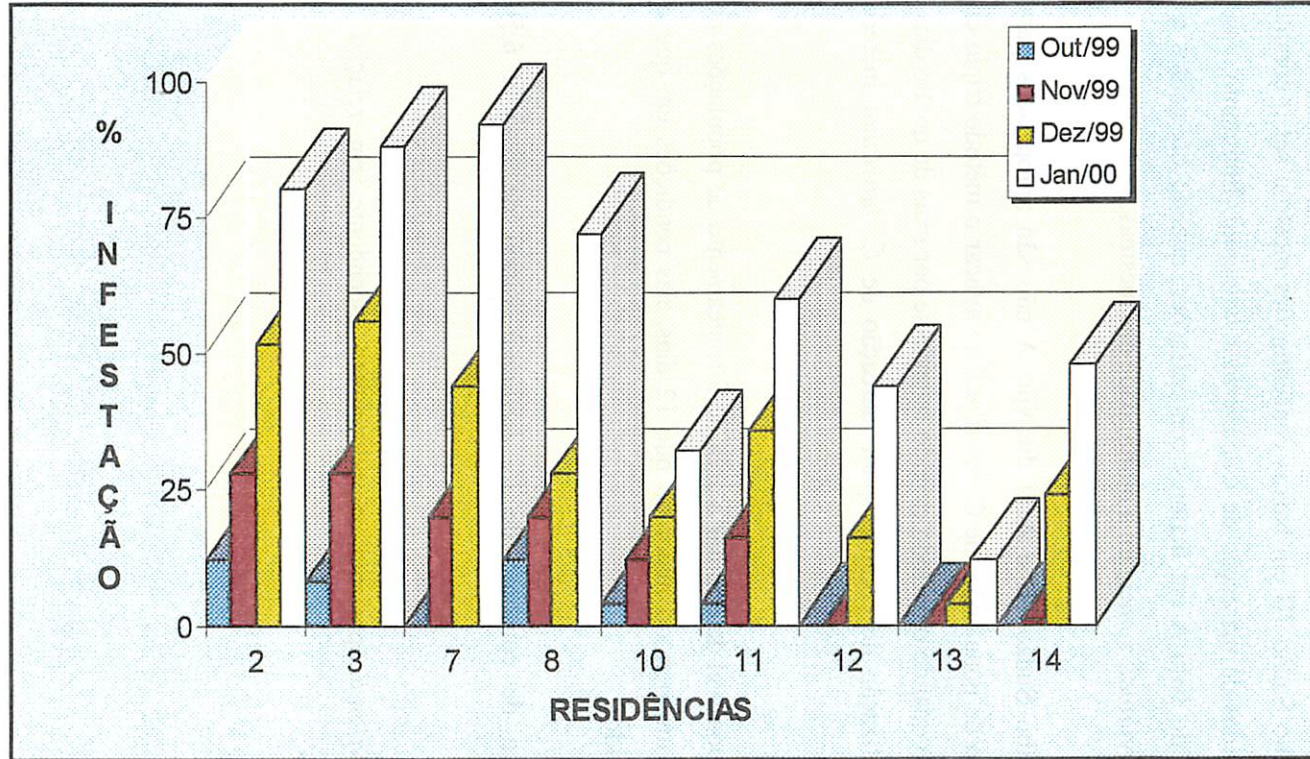


FIGURA 20 Percentual de infestação na área residencial da UFRRJ, Seropédica, RJ, 1999.

5 CONCLUSÕES

a) Vermelho Sudão 7B em baixas concentrações mostrou ser o corante indicado para estudos de marcação de *Coptotermes havilandi*. Entretanto, esse corante e o Azul do Nilo A em maiores concentrações, quando oferecidos às operárias de *C. havilandi*, aumentam a mortalidade das mesmas.

b) Vermelho Sudão 7B e Azul do Nilo A não são apropriados para estimar o tamanho de populações de *C. havilandi* ao aplicar o método triplo de múltipla-marcação quando o período exigido estende-se por mais de quatro dias. Certamente a utilização de corantes para marcação de *C. havilandi* merece estudos adicionais.

c) Não é possível determinar a área de forrageamento de populações de *C. havilandi* por um período maior do que 12 dias, nas condições em que o estudo foi conduzido.

d) A taxa de consumo de *C. havilandi* variou de 3,43 a 6,56 g/estação/dia.

e) *C. havilandi* apresenta comportamento ascendente, em relação à topografia do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J.E.M.; ALVES, S.B. Seleção de armadilhas para captura de *Heterotermes tenuis* (HAGEN). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Itabuna, v.24, n.3, p.619-624, 1995.
- AMANTE, E. Field experiments for control of *Coptotermes cumulans*. *Arquivo do Instituto Biológico*, São Paulo, v.25, p.219-236, 1962.
- ANTUNES, L.C.M.; MENEZES, E.B.; ASSUNÇÃO, E.D.; BICALHO, A.C. e LAGE, M.C.G. Associação do cupim subterrâneo, *Coptotermes havilandi* e da cochonilha farinhenta *Dysmicoccus* sp. causando danos em palmeira imperial (*Roystonea regia*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SEB/UFRRJ, 1998. p.1015.
- ARAÚJO, G.T.; MENEZES, E.B.; BICALHO, A.C.; AGUIAR-MENEZES, E.L.; JACINTHO, E. L. Infestação de patrimônio histórico por cupim de madeira seca e cupim subterrâneo, na cidade do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SEB/UFRRJ, 1998. p.1012.
- ARAÚJO, R.L. *Catálogo de isópteros do Novo Mundo*, Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1977. 92p.
- ARAÚJO, R.L. Contribuição a biografia dos térmitas de São Paulo, Brasil (Insecta: Isoptera). *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v.25, p.187-217, 1958.
- AVASTHY, P.N. Sugarcane pests in India. *PANS*, London, v.13, p.1-114, 1967.
- AYRE, G.L. Problems in using the Lincoln Index for estimating the size of ant colonies. *Journal National Entomology Society*, v. 70, p.59-66, 1962.
- BARONI-URBANI, C.; JONES, G.; PEAKIN, G.J. Empirical Data and Demographic Parameter. In: BRIAN, M. V. (ed.). *Production ecology of ants and termites*. Cambridge: University Press, 1978.
- BASALINGAPPA, S. Environmental hazards to reproduction of *Odontotermes assmuthi* Holmgren. *Indian Zoological*, v.1, p.45-50, 1970.

- BECKER, G. Rearing of termites and testing methods used in the laboratory. In: KRISNA, K.; WEESNER, F. (eds). **Biology of termites**. New York: Academic Press, 1969. p.351-385.
- BEESELEY, J. An Australian test of wood preservatives. Part 1. Preservatives, principles and practices. **Material and Organisms**, Berlin, v.13, p.31-50, 1978.
- BEESON, C.F.C. **Ecology and control forest insects of India and Neighbouring Countries**. Dehara Dun, 1941.
- BERTI FILHO, E. Cupins em Florestas. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L. R. (eds). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba, 1995. p.127-140.
- BERTI FILHO, E. Entomologia florestal. In: **Manejo de pragas florestais**, Piracicaba: PCMIP/IPEF/ESALQ-USP, 1993. 33p.
- BERTI FILHO, E.; FONTES, L. R. (eds). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba, 1995. 184p.
- BICALHO, A.C.; MENEZES, E.B.; AGUIAR-MENEZES, E.L.; ROJAS-CORTÉZ, M.J. ; FONTES, L.R. Identificação de cupins de madeira seca e cupins subterrâneos danificando patrimônio histórico em Brasília (DF). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SEB/UFRRJ, 1998. p.1023.
- BONDAR, G. **Insetos daninhos ao cacau na Bahia**. Salvador, 1939. 5p. (Boletim Técnico Cacau Bahia).
- BUTTERWORTH, D.; KAY, D.; MacNULTY, B.J., Testing materials for resistance to termite attack, IV. The resistance of some Nigerian timbers to *Cryptotermes havilandi* (Sjost). **Material and Organism**, Berlin, v.1, p.257-269, 1966.
- CANCELLO, E.M.; ZARZENON, F.J.; POTENZA, M.R.; CAMPOS, B.C. 1998. Bioecologia e Sistemática. In: Cupins Pragas em Áreas Urbanas. Zarzenon, F. J. e Potenza, M. R., coordenadores. **Boletim Técnico do Instituto Biológico**, São Paulo, n.10. p.5-40, 1998.

- CASSENS, D.L. Importance of wood deterioration in single-family residences for East Baton Rouge Parish, Louisiana. **Forest Products Journal**, Madison, v.28, p.19-24, 1978.
- CAVALCANTE, M.S. Problems caused by termites in buildings in the State of São Paulo - Brazil. In: **International Research Group on Wood Preservation**, 1976. IRG/WP/150.
- CHEN, J.; HENDERSON, G. Marking Formosan Subterranean Termites, *Copiotermes formosanus*, with Rubidium (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology**, Chico, CA, v.23, n.3, 1994.
- COMPARATIVE benefit analysis of the seven chemicals registered for use on subterranean termites. Draft of part of the Benefits and Field Study Division, **Official Pesticides Programs, Environmental Protection Agency's Cluster Analysis**, 1981. 185p.
- CONSTANTINO, A. Chave ilustrativa para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v.40, n.25, p.387-448, 1999.
- COSTA-LEONARDO, A.M.; BARSOTTI, R.C. Amputação antenal e aspectos da revoada do cupim *Copiotermes havilandi* (Isoptera: Rhinotermitidae) na cidade de Rio Claro, SP. In CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SEB/UFRRJ, 1998. p.1010.
- COSTA NETO, P.L. de O. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977. 264p.
- DAMAGE by the formosan subterranean termite. United State Department of Agriculture. **Cooperative Economic Insect Report**, v.16, p.562-564, 1966.
- DARLINGTON, J.P.E.C.; SANDS, W.A.; POMEROY, D. Distribution and post-settlement survival in the field by reproductive pairs of *Hodontotermes mossambicis* Hagen (Isoptera: Odontotermitidae). **Insectes Sociaux**, Paris, v.24, p.353-358, 1977.
- DELAPLANE, K.S.; BOURG, L.; LA FAGE, J.P. Suppression of termite feeding by Sudan Red 7B. **Proceedings...** Spain : Group on Wood Preserve, 1988. IRG / WP / 1344.

- DELAPLANE, K.S.; LA FAGE, J.P. Suppression of termite feeding and symbiotic protozoans by the dye, Sudan Red 7B. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, v.50, p.265-270, Mar. 1989.
- DE SOUZA, O. Efeitos da Fragmentação de Ecossistemas em Comunidades de Cupins. In: BERTI FILHO, E.; FONTES M.L.R. (eds). *Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins*. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.19-27.
- EBELING, W. *Termites: Identification, biology, and control of termites attacking buildings*. California: Agriculture Experimental Station Extension Service Management, 1968. p.38-74.
- EDWARDS, R.; MILL, A.E. *Termites in buildings, their biology and control*. Rentokil, 1986. 261p.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. *Informativo meteorológico para o município de Itaguaí*. Rio de Janeiro: PESAGRO-RIO. Seção de Climatologia, 1990. 13p.
- ESENTER, G.R. Estimating the size of subterranean colonies by a release-recapture technique. In: *International Research Group on Wood Preservation*, 1980. 5p. IRG/WP/1112
- ESENTER, G.R. Nutritive supplement method to evaluate resistance of natural or preservative - treated wood to subterranean termites. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v.70, p.341-346, June 1977.
- ESENTER, G.R.; BEAL; R.H. Attractant-mirex bait suppresses activity of *Reticulitermes* spp. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v.67, n.1, p.85-88, Feb. 1974.
- ESENTER, G.R.; COPEL, H.C. Current research on termite attractants. *Pest Control*, Cleveland, v.32, p.34-46, 1964.
- FITTKAU, E.J.; KLINGE, H. On biomass and tropic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem. *Biotropica*, St. Louis, v.5, n.1, p.2-14, Apr. 1973.
- FONTES, L.R. Acréscimos e correções ao "Catálogo dos Isoptera do novo mundo". *Revista Brasileira de Entomologia*, São Paulo, v.17, n.2, p.137-145, 1983.

- FONTES, L.R. 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, 1998. p.109-124.
- FONTES, L.R. Sistemática geral de cupins. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L.R. (eds). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba; FEALQ, 1995. p.11-17.
- FONTES, L.R.; VEIGA, A.F.S.L. Registro do cupim subterrâneo, *Coptotermes havilandi* (Isoptera, Rhinotermitidae), na área metropolitana de Recife, PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SEB/UFRRJ, 1998. p.1005.
- FORTI, L.C.; ANDRADE, M.L. de. Populações de cupins. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L. R. (eds). **Alguns aspectos atuais da biologia de cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.29-51.
- FRENCH, J.R.; ROBINSON, P.J. Baits for aggregating large numbers of subterranean termites. **Journal Australian of Entomological Society**, v.20, p.75-76, 1981.
- FRENCH, J.R.; ROBINSON, P.J. Field baiting of some Australian subterranean termites. **Zoological Angew Entomology**, Humburg, v.90, p.444-449, 1980.
- FRENCH, J.R.; ROBINSON, P.J. A technique used on mound of *Coptotermes acteus* to screen potential bait substrates. **Journal Australian of Entomological Society**, v.24, p.111-112, 1985.
- FRENCH, J.R.L. Preliminary Assessment of the Costs of Termite Activity in Australia: a discussion paper. In: **International Research Group on Wood Preservation**, 1983. IRG/WP/1207.
- FUJII, J.K. Effects of an entomogenous nematode, *Neoaplectana carpocapsae* Weiser, on the Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus* Shiraki, with ecological and biological studies on *C. formosanus*. Honolulu: University of Hawaii, 1975. (ph.D. Dissertation).

- GAY, F.J.; GREAVES, T. The population of a mound colony *Coptotermes lacteus* (Frogg). **Journal Council Scientific Industrial Research Australian**, v.13, p.145-149, 1940.
- GAY, F.J.; GREAVES, T.; HOLDAWAY, F.G.; WETHERLY, A.H. Standard laboratory colonies of termites for evaluating the resistance of timber, timber preservatives, and other materials to termites attack. **Australian Commons Science Ind. Organisms. Div. Forest Prod. Bull.** 1955. 277p.
- GONÇALVES, C.R.; SILVA, A.G.A. Observações sobre Isopteros no Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v.52, p.193-208, 1962.
- GRACE, J.K.A modified collection trap technique for monitoring *Reticulitermes* subterranean termites populations (Isoptera: Rhinotermitidae). **Pan-Pacific Entomology**, San Francisco, v.65, p.381-384, 1989.
- GRACE, J.K.; ABDALLAY, A. Evaluation of the Dye marker Sudan Red 7B with *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology**, Chico, CA, v.15, n.1, p.71-77, 1989.
- GRACE, J.K.; ABDALLAY, A.; FARR, K.R. Eastern subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) foraging population in Toronto. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v.121, p.551-56, July 1989.
- GRAY, B. Economic tropical forest entomology. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.17, p.313-354. 1972.
- GREAVES, H. Research and development for the preservation of hardwood pole. In: SYMPOSIUM ON "WOOD PRESERVATION", 1983, Pretoria. **Proceedings...** Pretoria: CSIR, 1983.
- HAAGSMA, K.A.; RUST, M.K. Two marking dyes useful for monitoring field populations of *Reticulitermes hesperus* (Isoptera: Rhinotermitidae) **Sociobiology**, Chico, CA, v.23, n.2, p.155-164, 1993.
- HAMER, J.L. **Southeastern branch insect detection evaluation and predicting report 1983.** Southern Branch, College Park: Entomology Society of American, 1985. 44p.
- HARRIS, W.V. **Termites-their recognition and control.** 2.ed. London: Loughman, 1971. 186 p.

- HAVERTY, M.I.; GAIL M.G.; KIRSTEN, A.C.; VERNARD, R.L. Seasonal foraging and feeding behavior of *Reticulitermes* spp. (Isoptera: Rhinotermitidae) in a Wildland and a residential location in Northern California. *Environmental Entomology*, Lawrence, v.28, n.6, p.1077-1084, Dec. 1999.
- HAVERTY, M.I.; NUTTING, W.L. Natural wood-consumption rates and survival of a dry-wood and subterranean termite at constant temperatures. *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, v.67, p.153-157. 1974.
- HAVERTY, M.I.; NUTTING, W.L.; LA FAGE, J.P. Density of colonies and spatial distribution of foraging territories of the desert subterranean termite, *Heterotermes aureus* (Snyder). *Environmental Entomology*, College Park, v.4, p.105-109, 1975.
- HIGA, S.Y. Flight, colony foundation, and development of the gonads of the primary reproductives of the Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus* Shiraki. Honolulu: University. Hawaii, 1981. (ph.D. Dissertation).
- HOWARD, R.W.; JONES, S.C.; MAULDIN, K.K.; BEAL, R.H. Abundance distribution and colony size estimates for *Reticulitermes* spp. (Isoptera: Rhinotermitidae) in Southern Mississippi. *Environmental Entomology*, College Park, v.11, p.1290-1292, Dec. 1982.
- INSECT affecting man and his possessions. Research needs in the southern region. Joint Task Force Rep. of the South. *Regional Agriculture Experimental Station*, 1974. 34p.
- JOHNSON, K.A.; WHITFORD, W.G. Foraging ecology and relative importance of subterranean termites in Chihuahuan desert ecosystems. *Environmental Entomology*, College Park, v.4, p.66-70, 1975.
- JOSEPHSON, H.R. Economic, social and conservation benefits from use of wood preservatives. *Annual Wood Preservation Institute*, v.2, p.32-45, 1979.
- KAISOHOVEN, L.G.E. *Coptotermes curviginatus* causing death of trees in Indonesia and Malaya. *Entomological Berlim*, v.23, p.90-100, 1963.

- KING, E.G.; SPINK, W.T. Foraging galleries of the formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus* in Luisiana. **Annals of the Entomological Society of America**, Columbus, v.62, p.537-542, 1969.
- KRISHNA, K.; WEESNER, F.M. **Biology of termites**. New York, 1970. v.2.
- LA FAGE, J.P.; HAVERTY, M.I.; NUTTING, W.L. Environmental factors correlated with the foraging behavior of a desert subterranean termite, *Gnathamitermes perplexus* (Banks) (Isoptera: Termitidae). **Sociobiology**, Chico, CA, v.2, p.155-169, 1976.
- LA FAGE, J.P.; NUTTING, W.L.; HAVERTY, M.I. Desert subterranean termites: a method for studying foraging behavior. **Environmental Entomology**, College Park, v.2, p.954-956, 1973.
- LAI, P.Y. **Biology and ecology of the formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus*, and its susceptibility to the entomogenous fungi *Beauveria bassiana* and *Matarhizium anisopliae***. Honolulu: University of Hawaii, 1977. (ph.D. Dissertation)
- LAI, P.Y.; TAMASHIRO, M.; FUJI, J.K. YATES, J.R.; SU, N.Y. Sudan Red 7B, a dye marker for *Coptotermes formosanus*. **Proceeding of Hawaiian Entomological Society**, Honolulu, v.24, p.277-282, 1983.
- LENZ, M.; BARRET, R.A.; WILLIAMS, E.R. Influence of diet on the survival and wood consumption of *Porotermes adamsoni* (Froggat) (Isoptera: Termopsidae) at different temperatures. **Bulletin of Entomological Research**, London, v.72, p.423-435, 1982.
- LENZ, M.; WILLIAMS, E.R., Influence of container, matrix volume and group size on survival and feeding activity in species of *Coptotermes* and *Nasutitermes* (Isoptera: Rhinotermitidae, Termitidae). **Material and Organisms**, Berlin, v.15, p.25-46, 1980.
- LELIS, A.T. de. Damage by wood-attacking insects in buildings in São Paulo State-Brazil. In: **International Research Group on Wood Preservation**, 1978. IRG/WP/1207.
- LUND, A.E. The study of subterranean termites: a laboratory and field approach. **Annual Convention British Wood Preservation Association**, 17., 1967. p.119-127.

- MACEDO, N. Atualização no controle de cupins subterrâneos em cana-de-açúcar. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L. R. (eds). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.21-126.
- MANNESMANN, R. Comparison of twenty-one commercial wood species from North America in relation to feeding rates of the Formosan termite, *Coptotermes formosanus Shiraki*. **Material and Organisms**, Berlin, v.8, p.107-120, 1973.
- MAULDIN, J.K. Economic Impact and Control of Termites in the United States. In: VINSON, S. N. (ed.). **Economic impact and control of social insects**, New York: Praeger, 1984. p.130-144.
- MAULDIN, J.K. The economic importance of termites in North America: the biology of social insects. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE IUSSI, 9., 1982, Boulder, Colorado. **Proceedings...** Boulder, Colorado: Westview Press, 1982. p.138-141.
- McMAHAN, E.A., Studies of termite wood-feeding preferences. **Proceedings Hawaiian Entomological Society**, Honolulu, v.19, p.239-250, 1966.
- MENEZES, E.B. Controle de *Coptotermes havilandi* na Pêra Ferroviária do Porto do Tubarão da Companhia Vale do Rio Doce em Vitória (ES). Vitória, 1991. 34p. (Relatório Técnico, 123)
- MENEZES, E.B.; BICALHO, A.C.; ROJAS-CORTÉZ, M.J.; AGUIAR-MENEZES, E.L. ; ASSUNÇÃO, E. D. Infestação e controle de cupins de madeira seca *Cryptotermes brevis* causando prejuízos em patrimônio histórico, em Bananal (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SEB/UFRRJ, 1998. p.1025.
- MENEZES, E.B.; FERREIRA, I.T.; BANDEIRA, A.G.; MACAMBIRA, M.L.; SENS, M.A. Ensaio de campo, para observar comportamento de cupins, quando em confronto com materiais polímeros utilizados na região Amazônica. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 13., 1991, Recife. **Anais...** Recife: SEB, 1991. p.157.
- MILL, A.E. Termites as agricultural pest in Amazônia, Brazil. **Outlook on Agriculture**, Oxford, v.12, n.1, p. 41-46, 1992.

- NAKAJIMA, S.; SHIMIZU, K. A note on the formosan white and injuring Japanese cedars. **Bulletin Faculty Agriculture University Miyazaki**, Miyazaki, v.4, p.261-266, 1959.
- NAKANO, O.; JOSÉ, L.A.A. Danos de cupins em cabos telefônicos. **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, Piracicaba, p.81-84. 1995.
- NOVARETTI, W.R.T Controle de cupins em cana-de-açúcar através do emprego de inseticida de solo. **Boletim Técnico da Coopersucar**, São Paulo, n.38, p.39-44, 1985.
- NUTTING, W.L. Flight and Colony Foundation. In: KRISHINA, K.; WEESNER, F. M. (eds) **Biology of termites**. New York: Academic Press, 1969. v.1, p.233-282.
- PARRY, M.S. **Tree planting practices in Tropical Africa**. Rome: FAO, 1956.
- PATEL, R.M. Effect of BHC formulations in the control of field termites in Gujerat. In: **TERMITES IN THE HUMID TROPICS**. Paris: UNESCO, 1962.
- PERALTA, R.C.G.; MENEZES, E.B.; BICALHO, A.C.; AGUIAR-MENEZES, E.L. Ocorrência de *Nasutitermes* spp. causando danos em patrimônio histórico no município de Vassouras, RJ. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA**, 17., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SEB/UFRRJ, 1998. p.1029.
- PINTO, L.J. (ed.). **The structural pest control industry: description and impact national**. Viena, VA.: National Pest Control Association, 1981. 36p.
- PINTO, L.S.; MENEZES, E.B.; RIBEIRO, N.H.; ASSUNÇÃO, E.D.; AGUIAR-MENEZES, E.L. Três gêneros de cupim, potencialmente pragas, ocorrendo em sede de clube recreativo na orla marítima de Angra dos Reis, Rio de Janeiro. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA**, 17., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SEB/UFRRJ, 1998. p.1017.
- PIZANO, M.A. Cupins em área canavieira. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L. R. (eds). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.103-120.

- REDFORD, K.H. The terminalia of *Cornitermes cumulans* (Isoptera: Termitidae) and their role in determining a potential keystone species. *Biotropica*, St. Louis, v.16, n.2, p.112-119, 1984.
- RIBEIRO, J.D.; SILVA, S.C.; LEÃO, L.M.A.. Diversidade de cupins (Insecta: Isoptera) em área residencial na cidade de Manaus, Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SEB/UFRRJ, 1998. p.1009.
- RIBEIRO, N.H.; MENEZES, E.B.; FONTES, L.R.; ASSUNÇÃO, E.D.; PINTO, L.S.; AGUIAR-MENEZES, E.L. Nidificação e prejuízos causados pelo cupim arbóreo, *Nasutitermes macrocephalus* em prédio de alojamento da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SEB/UFRRJ, 1998. p.1016.
- ROJAS-CORTÉZ, M.J.; MENEZES, E.B.; BICALHO, A.C.; AGUIAR-MENEZES, E.L. Avaliação de danos e o controle do cupim arbóreo, *Nasutitermes* sp. em patrimônio histórico no Alto da Boa Vista, Rio de Janeiro, RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SEB/UFRRJ, 1998. p.1022.
- SANDS, W.A. The evaluations of insecticides as soil and mound poisons against termites in agriculture and forestry. *Bulletin of Entomological Research*, London, v.53, p.179-192, 1962.
- SANDS, W.A. Mound population movements and fluctuations in *Trinervitermes ebenerianus* Söstedt (Isoptera: Termitidae). *Insectes Sociaux*, Paris, v.12, p.49-58, 1965.
- SENS, M.A.; MENEZES, E.B.; FERREIRA, I.T. Ataque de cupins a cabos de alta tensão em galerias subterrâneas do Galeão, Rio de Janeiro (RJ). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 11., 1987, Campinas. *Anais...* Campinas: SEB, 1987.
- SENS, M.A.; MENEZES, E.B.; FERREIRA, I.T. Comportamento de térmitas quando em confronto com materiais polímeros, utilizados na proteção de cabos de alta tensão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., 1989, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: SEB, 1989. p.483.

- SILVESTRI, F. Contribuição alta conoscenza dei termitidi e termophili dell America Meridionale. *Redia*, Firenze, v.1, p.1-234, 1903.
- SMYHTE, R.V.; CARTER, F.L. Feeding responses to sound wood by *Coptotermes formosanus*, *Reticulitermes flavipes*, and *R. virginicus* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, v.63, p.841-850, 1970.
- SOARES, R.G. M.; MENEZES, E.B.; ASSUNÇÃO, E.D.; BICALHO, A.C.; BAETA NEVES, A.M. Prejuízos causados pelo cupim subterrâneo, *Coptotermes havilandi*, em edificação com parede de adobe, Rio de Janeiro, RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SEB/UFRRJ, 1998. p.1014.
- SU, N.Y. Field evaluations of a hexaflumuron bait for population supression of subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Economic Entomology*, College Park, v.87, p.389-397. 1994.
- SU, N.Y.; BAN, P.M.; SCHEFFRAHN, R.H. Evaluation of twelve dye markers for population studies of the eastern and formosan subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). *Sociobiology*, Chico, CA, v.19, n.19, p.349-362, 1991.
- SU, N.Y.; BAN, P.M.; SCHEFFRAHN, R.H. A shallow sub-surface monitoring station for subterranean termites (Isoptera). *Sociobiology*, Chico, CA, v.23, n.2, p.175-182, 1993.
- SU, N.Y.; LA FAGE, J.P. Comparison of laboratory methods for estimating wood consumption rates by *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, v.77, n.2, p.125-129, 1984.
- SU, N.Y.; MENEZES, E.B.; KRECEK, J.; FONTES, L.R.; SCHEFFRAHN, H. Damaging potential of *Coptotermes havilandi* (Isoptera:Rhinotermitidae) in the United States - A projection based on Brazilian experience. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., 1997, Salvador. *Anais...* Salvador: SEB, 1997. p.275.
- SU, N.Y.; SCHEFFRAHN, R.H. Alate production of a field colony of the formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *Sociobiology*, Chico, CA, v.13, n.3, p.209-215, 1987.

- SU, N.Y.; SCHEFFRAHN, R.H. Economically Important Termites in the United States and Their Control. *Sociobiology*, Chico, CA, v.17, n.1, p.77-94, 1990.
- SU, N.Y.; SCHEFFRAHN, R.H. Foraging population and territory of the formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) in an urban environment. *Sociobiology*, Chico, CA, v.14, n.2, p.353-39, 1988.
- SU, N.Y.; SCHEFFRAHN, R.H. A method to access, trap, and monitor field population of the formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) in the urban environment. *Sociobiology*, Chico, CA, v.12, n.2, p.299-304, 1986.
- SU, N.Y.; SCHEFFRAHN, R.H.; BAN, P.M. An above-ground station for monitoring structure-infesting populations of the formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *Sociobiology*, Chico, CA, v.27, n.1, p.39-45, 1996.
- SU, N.Y.; SCHEFFRAHN, R.H.; BAN, P.M. A retention time and toxicity of a dye marker, Sudan Red 7B, on formosan and eastern subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Entomology Scientific*, v.23, n.3, p.235-239, 1988.
- SU, N.Y.; TAMASHIRO, M.; HAVERTY, M. I. Characterization of slow-acting insecticides for the remedial control of the formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Economic Entomology*, College Park, v.80, n.1, p.1-4, Feb.1987.
- SU, N.Y.; TAMASHIRO, M.; HAVERTY, M. I. Effect of behavior on the evaluation of insecticides for prevention of or remedial control of the formosan subterranean termite. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v.75, p.188-193, Apr.1982.
- SU, N.Y.; TAMASHIRO, M.; YATES, J.R.; HAVERTY, M. I. A dye, Sudan Red 7B, as a marking material for foraging studies with the formosan subterranean termite. *Sociobiology*, Chico, CA, v.8, n.2, p.91-97, 1983.
- SU, N.Y.; TAMASHIRO, M.; YATES, J.R.; HAVERTY, M. I. Foraging behavior of the formosan subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). *Environmental Entomology*, College Park, v.13, p.1466-1470, 1984.

- SU, N.Y.; TOMS, E.M.; BANS, P.M.; SCHEFFRAHN, R.H. Monitoring baiting station to detect and eliminate foraging population of subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) near structures. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.88, n.4, p.932-936, Aug. 1995.
- TAMASHIRO, M.; FUJI, J.K.; LAI, P.Y. A simple method to observe, trap, and prepare large numbers of subterranean termites for laboratory and field experiments. **Environmental Entomology**, College Park, v.2, p.721-722, 1973.
- USHER, M.B.; BARNACLE, J.E. Termites and telegraph poles in the northern region of Ghana. **Ghana Journal of Science**, Accra, Ghana, v.14, p.39-46, 1974.
- USHER, M.B.; OCLOO, J.K. Testing the termite resistance of smallwood blocks treated with water-borne preservatives. **Holzforschung**, Berlin, v.29, p.147-151, 1975.
- VASCONCELLOS, A.; MIRANDA, C.S.; SILVA, M.P. e BANDEIRA, A.G.. Estimativa de danos causados por cupins ao patrimônio histórico de João Pessoa, Paraíba, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SEB/UFRRJ, 1998. p.1007.
- WATSON, J.A.L.; RUYOOKA, D.B.R.; HOWICK, C.D. The effect of caste composition on wood consumption in cultures of *Nasutitermes exitiosus* (Hill) (Isoptera: Termitidae). **Bulletin of Entomological Research**, London, v.68, p.687-694, 1978.
- WILLIAMS, L.H.; SMYTHE, R. V. Estimated losses caused by wood products insects during 1970 for single-family dwellings in 11 Southeastern states. Washington: USDA. Forest Service Research, 1978. 10p. (USDA. Forest Service Research. Paper SO-145).
- WILLIAMS, R.M.C. Field microtests of materials against subterranean termite attack. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 7., 1973, Boulder, Colorado. Proceedings... Boulder, Colorado: International Union Study of Social Insects, 1973. p.405-410.
- WILSON, E. O. **The insect societies**. Cambridge: University Press, 1971.

- WYNIGER, R. Pest of crops and their control. *Acta Tropical Supplement*, 1962. v.7.
- WOOD, T.G. The food and feeding habits of termites. In: BRIAN, M.V. (ed.) *Production ecology of ants and termites*. Cambridge, 1978. p.55-80.
- WOOD, T.G.; SANDS, W.A. The role of termites in ecosystems, In: BRIAN, M.V. (ed.) *Production ecology of ants and termites*. Cambridge, 1978. p.245-292.
- XAVIER, R.B.L.; MENEZES, E.B.; PINTO, L.S.; RIBEIRO, N.H.; ASSUNÇÃO, E.D.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Levantamento de térmitas subterrâneas no Campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e em bairros adjacentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SEB/UFRRJ, 1998. p.1013.

ANEXO

ANEXO A		Página
FIGURA 1A	Inspeção das estacas de pinho no campo, retiradas com o auxílio de um alicate.....	78
FIGURA 2A	Dano severo de <i>Coptotermes havilandi</i> em estacas de pinho (categoria 6; Beesley 1978).....	78
FIGURA 3A	Colônia de <i>Coptotermes havilandi</i> contendo operárias e soldados, mantida em laboratório.....	78
FIGURA 4A	Papel toalha utilizado para limpeza de cupins, mantidos a $28 \pm 1^\circ \text{C}$, 68% UR, em laboratório.....	78
FIGURA 5A	Passagem dos cupins pela “ponte” de acesso para a zona livre de sujeiras, em laboratório.....	79
FIGURA 6A	Colônia de <i>C. havilandi</i> mantida sob ripas de madeira em um ambiente limpo de sujeiras.....	79
FIGURA 7A	Papel de filtro impregnado com Vermelho Sudão 7B em diferentes concentrações.....	79
FIGURA 8A	Papel de filtro impregnado com Azul do Nilo A em diferentes concentrações.....	79
FIGURA 9A	Túnel suspenso de cupim subterrâneo entre o teto de gesso, rebaixado, e a laje. Urca, RJ.....	80
FIGURA 10A	Túnel suspenso de cupim subterrâneo em apartamento de cobertura em Ipanema, RJ.....	80
FIGURA 11A	Comportamento de forrageamento ascendente de <i>Coptotermes havilandi</i> , Ipanema, RJ.....	80
FIGURA 12A	Túnel suspenso de cupim subterrâneo. Ipanema, RJ....	80
FIGURA 13A	Comportamento ascendente de <i>C. havilandi</i> , junto a uma via hidráulica.....	81

FIGURA 14A Presença de túneis suspensos em apartamento de
cobertura.....

82



FIGURA 1A Inspeção das estacas de pinho no campo, retiradas com o auxílio de um alicate.



FIGURA 2A Dano severo de *Coptotermes havilandi* em estacas de pinho.



FIGURA 3A Colônia de *Coptotermes havilandi* contendo operárias e soldados, mantida em laboratório.



FIGURA 4A Papel toalha utilizado para alimentação de cupins, mantidos a $28 \pm 1^\circ \text{C}$, 68% UR, em laboratório.



FIGURA 5A Passagem dos cupins pela "ponte" de acesso para a zona livre de sujeiras, em laboratório.

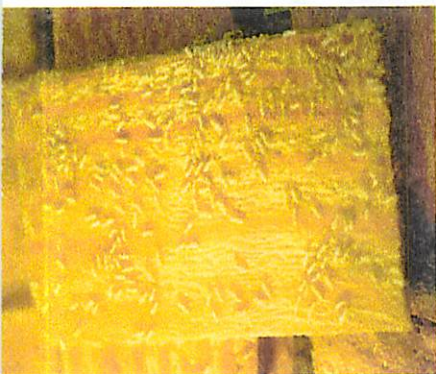


FIGURA 6A Colônia de *Coptotermes havilandi* mantida sob ripas de madeira em um ambiente limpo de sujeiras.



FIGURA 7A Papel de filtro impregnado com Vermelho Sudão 7B em diferentes concentrações.

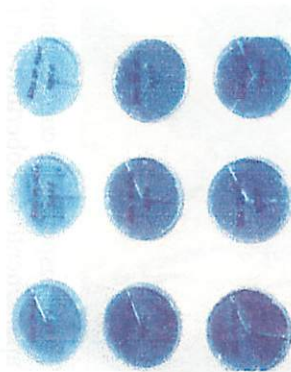


FIGURA 8A Papel de filtro impregnado com Azul do Nilo A, em diferentes concentrações.

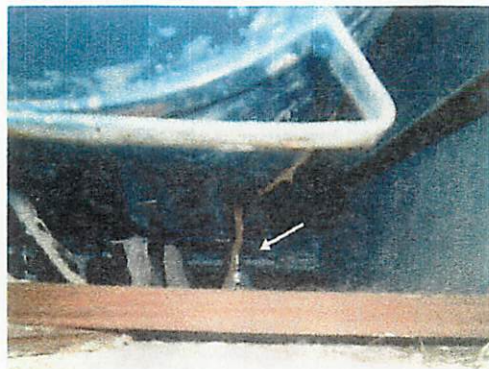


FIGURA 9A Túnel suspenso de cupim subterrâneo entre teto de gesso e laje.



FIGURA 10A Túnel suspenso de cupim subterrâneo em apartamento de cobertura em Ipanema, RJ.



FIGURA 11A Comportamento de forrageamento ascendente de *Coptotermes havilandi* Ipanema, RJ.

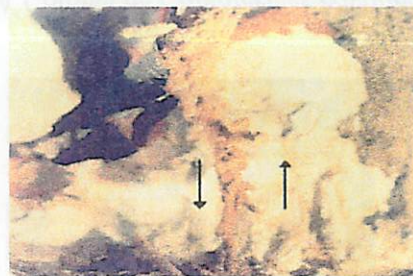


FIGURA 12A Túnel suspenso de cupim subterrâneo. Ipanema, RJ.

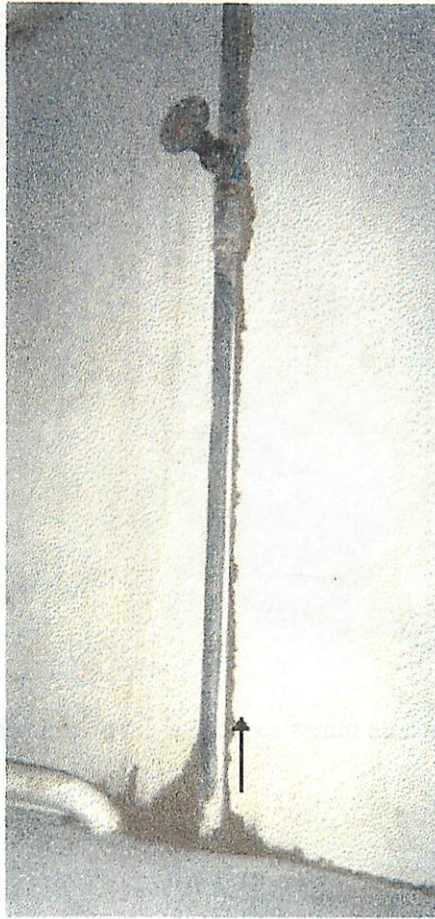


FIGURA 13A Comportamento ascendente do *Coptotermes havilandi*, junto a uma via hidráulica.



FIGURA 14A Presença de túneis suspensos em apartamento de cobertura.