

UFRRJ
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE
E BIOTECNOLOGIA APLICADA

DISSERTAÇÃO

Espécies vegetais de importância agrícola como fonte alimentar para *Coptotermes gestroi* Wasmann e outros térmitas (Insecta: Blattodea) nas condições edafoclimáticas do município de Seropédica, RJ.

Paula Pigozzo Silva

2014



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE
E BIOTECNOLOGIA APLICADA**

**ESPÉCIES VEGETAIS DE IMPORTÂNCIA AGRÍCOLA COMO
FONTE ALIMENTAR PARA *COPTOTERMES GESTROI* WASMANN E
OUTROS TÉRMITAS (INSECTA: BLATTODEA) NAS CONDIÇÕES
EDAFOCLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE SEROPÉDICA, RJ.**

PAULA PIGOZZO SILVA

Sob a orientação do Professor
Dr. Eurípedes Barsanulfo Menezes

e Co-orientação do Professor
Dr. Vinícius Siqueira Gazal e Silva

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Ciências**, no curso de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, na Área de concentração em **Entomologia Aplicada**.

Seropédica, RJ
Junho de 2014

595.736098153

S586e

T

Silva, Paula Pigozzo, 1981-

Espécies vegetais de importância agrícola como fonte alimentar para *Coptotermes gestroi* Wasmann e outros térmitas (Insecta: Blattodea) nas condições edafoclimáticas do município de Seropédica, RJ / Paula Pigozzo Silva. - 2014.

58 f.: il.

Orientador: Eurípedes Barsanulfo Menezes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, 2014.

Bibliografia: f. 36-46.

1. Térmita - Seropédica (RJ) - Teses.
2. Térmita - Alimentos - Seropédica (RJ) - Teses.
3. Plantas - Doenças e pragas - Seropédica (RJ) - Teses.
4. Rhinotermitidae - Teses.
5. Termitidae - Teses.
I. Menezes, Eurípedes Barsanulfo, 1942- II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada.
III. Título.

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – a autora”.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE E BIOTECNOLOGIA
APLICADA**

**ESPÉCIES VEGETAIS DE IMPORTÂNCIA AGRÍCOLA COMO FONTE
ALIMENTAR PARA *COPTOTERMES GESTROI* WASMANN E PARA OUTROS
TÉRMITAS (INSECTA: BLATTODEA) NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS
DO MUNICÍPIO DE SEROPÉDICA, RJ.**

PAULA PIGOZZO SILVA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, Área de Concentração em **Entomologia Aplicada**.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 26/06/2014

BANCA EXAMINADORA.

Eurípedes Barsanulfo Menezes. Ph.D. UFRRJ
(Orientador)

Elen de Lima Aguiar-Menezes. Dr^a. UFRRJ

Genésio Tâmara Ribeiro. Dr. UFS

Dedico
à minha família.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e amigo Dr. Eurípedes Barsanulfo Menezes (UFRRJ/IB/DEnF/CIMP), pela orientação e amizade desde a graduação, pelos ensinamentos valiosos a respeito da ciência e da vida. Todo o meu respeito e admiração.

Ao meu co-orientador Dr. Vinícius Siqueira Gazal e Silva (UFRRJ/IB/DEnF/CIMP) pela ajuda na revisão e na análise estatística dos dados.

À UFRRJ e ao Instituto de Biologia pela oportunidade oferecida de cursar o mestrado e concluir este trabalho.

À Fazendinha Agroecológica km 47 por todo o apoio.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior) pela concessão da bolsa de estudo para a realização deste curso.

A todos os funcionários do DEnF pela convivência e amizade.

Ao Alojamento Feminino F2/UFRRJ pelo carinho e incentivo ao longo dos anos do curso.

Aos Professores do PPGFBA por toda contribuição ao meu conhecimento.

RESUMO

SILVA, Paula Pigozzo. **Espécies vegetais de importância agrícola como fonte alimentar para *Coptotermes gestroi* Wasmann e outros térmitas (Insecta: Blattodea) nas condições edafoclimáticas do município de Seropédica, RJ.** 2014. 58p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada). Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

A maioria das espécies de térmitas, incluindo *Coptotermes gestroi*, é xilófaga, ou seja, alimenta-se de madeira viva ou morta, em diferentes estádios de decomposição. Entretanto, algumas espécies exibem hábito alimentar polífago, alimentando-se também de diferentes partes de plantas vivas, como raízes, colmos, toletes, etc. *C. gestroi* é uma espécie exótica, originária da região Indo-Malaia, e adaptou-se bem às condições ambientais do Brasil, onde é considerada uma das principais pragas de áreas urbanas, e tem colonizado rapidamente as cidades, chegando às zonas limítrofes entre o urbano e o rural, como o *campus* da UFRRJ localizado na cidade de Seropédica, RJ. Por outro lado, com a destruição das áreas naturais, a tendência é de um número maior de térmitas nativos se tornarem pragas como está acontecendo com os gêneros *Heterotermes* e *Nasutitermes*. Neste estudo avaliou-se a atratividade (frequência) e a preferência alimentar (consumo) de térmitas por algumas espécies de plantas de importância agrícola, em áreas limítrofes entre o urbano e o rural. Nove áreas na cidade de Seropédica foram selecionadas para a verificação da atividade de forrageamento de térmitas, de acordo com ocorrências registradas em estudos anteriores e por relatos pessoais. Em cada área com atividade termítica de forrageamento, iscas de maniva e raiz de mandioca (*Manihot esculenta*), tolete de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), raiz de batata-doce (*Ipomea batatas*) e caule de mamoeiro (*Carica papaya*) foram enterradas simultaneamente por 30 dias. Os resultados obtidos no experimento revelaram a ocorrência de três térmitas: *Coptotermes gestroi* Wasmann (Rhinotermitidae), *Heterotermes longiceps* Snyder (Rhinotermitidae) e *Nasutitermes jaraguae* Holmgren (Termitidae). *C. gestroi* ocorreu em todas as iscas. *H. longiceps* somente não ocorreu no caule do mamoeiro, e *N. jaraguae* apresentou atividade de forrageamento na raiz de mandioca, batata-doce e na cana-de-açúcar. O consumo de caule do mamoeiro, cana-de-açúcar e raiz de mandioca por *C. gestroi* foi maior do que o da raiz de batata-doce e da maniva de mandioca.

Palavras-chave: recursos alimentares, rhinotermitidae, termitidae.

ABSTRACT

SILVA, Paula Pigozzo. **Plant species of agricultural importance as a food source for *Coptotermes gestroi* Wasmann and other termites (Insecta: Blattodea) at conditions in the municipality of Seropédica, RJ.** 2014. 58p. Dissertation (Master Science in Phytossanitary and Applied Biotechnology). Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

Most species of termites, including *Coptotermes gestroi*, are xylophagous and feed on living or dead wood, in various stages of decay. However, some species exhibit polyphagous feeding habits, also feeding on different parts of living plants such as roots, stems, stalks, etc. *C. gestroi* is an exotic species from the Indo-Malayan region, and has adapted well to the environmental conditions of Brazil. It is considered a major plague of urban areas, quickly colonizing cities and reaching the border areas between urban and rural places, like the campus of UFRRJ located in Seropédica, RJ. On the other hand, when we see the destruction of natural areas, the trend is for most native termites become relevant plagues as it is happening with *Heterotermes* and *Nasutitermes*. In this study we evaluated the attractiveness (frequency) and the feeding preferences (consumption) of termites for plant species of agricultural importance in boundary areas between the urban and the rural places. Nine locations in the city of Seropédica were selected for verification of termite activity, according to records made in previous studies and personal accounts. Around each site of termite activity, baits made of manioc stems and cassava root (*Manihot esculenta*), pieces of sugar cane (*Saccharum officinarum*), roots of sweet potato (*Ipomoea batatas*) and stems of papaya (*Carica papaya*) were simultaneously placed for 30 days. The chosen position on the ground had an average depth of 15-20 cm; the bait were placed inside PVC pipes with 7.5 cm of diameter, and total height of 15 cm, all equally spaced. The results obtained in the experiment revealed the occurrence of three termites: *Coptotermes gestroi* Wasmann (Rhinotermitidae), *Heterotermes longiceps* Snyder (Rhinotermitidae), and *Nasutitermes jaraguae* Holmgren (Termitidae). *C. gestroi* occurred on all baits. *H. longiceps* was only absent in the stem of papaya, and *N. jaraguae* exhibited activity on the cassava root, sweet potatoes and sugar cane. Consumption of papaya stems, sugar cane and cassava root by *C. gestroi* was higher than consumption of the root of sweet potato and cassava seed.

Key words: food resources, rhinotermitidae, termitidae.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Área plantada com cana-de-açúcar especificamente em hectares do ano de 1990 a 2010 no Brasil (IBGE, 2014).....	14
Figura 02. Área plantada em hectares com batata-doce de 1990 a 2010 no Brasil (IBGE, 2014).....	16
Figura 03. Toneladas de mamão produzidos de 1990 a 2010 no Brasil (IBGE, 2014).....	17
Figura 04. Locais de instalação de quatro blocos. 1) Jardim residencial no bairro Ecologia; 3) Terreno abandonado no bairro Ecologia; 8) Jardim residencial no bairro Ecologia; 9) Quintal residencial no bairro Ecologia. Seropédica, RJ, 2014.....	19
Figura 05. Locais de instalação de dois blocos. 4) Setor de Horticultura da UFRRJ; 5) Campo Experimental do Departamento de Entomologia e Fitopatologia da UFRRJ. Seropédica, RJ, 2014.....	19
Figura 06. Locais de instalação de três blocos. 2) Fazendinha Agroecológica km 47; 6) Campo Experimental Irrigado da Fazendinha Agroecológica; 7) Campo Experimental Irrigado da Fazendinha Agroecológica. Seropédica, RJ, 2014.....	20
Figura 07. Corpos-de-prova identificados das espécies agrícolas avaliadas. A) Maniva de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>); B) Raiz de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>); C) Tolete de cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>); D) Raiz de batata-doce (<i>Ipomea batatas</i>); E) Caule de mamoeiro (<i>Carica papaya</i>). Seropédica, RJ, 2014.....	21
Figura 08. Tubos de PVC com tratamentos identificados por códigos para favorecer o reconhecimento do tipo de corpo-de-prova após retirada em campo. B1= refere-se ao local 1 (Bloco 1). Tratamentos: MM=maniva de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>); RM=raiz de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>); SO= tolete de cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>); BD= raiz de batata-doce (<i>Ipomea batatas</i>); CP= caule do mamoeiro (<i>Carica papaya</i>). Seropédica, RJ, 2014.....	21
Figura 09. Visão geral de um experimento instalado em campo. Seropédica, RJ, 2014.....	22
Figura 10. Porcentagem de ocorrência de três termitas (n=45), <i>Coptotermes gestroi</i> , <i>Heterotermes longiceps</i> e <i>Nasutitermes jaraguae</i> , nos nove locais do estudo. Seropédica, RJ, 2014. (Teste de χ^2 , letras distintas indicam diferença significativa p<0,01).....	24

Figura 11. Porcentagem de ocorrência de térmitas nas iscas de maniva e raiz de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>), tolete de cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>), raiz de batata-doce (<i>Ipomea batatas</i>) e caule de mamoeiro (<i>Carica papaya</i>) (n=9). Seropédica, RJ, 2014. (Teste de χ^2 , letras distintas indicam diferença significativa p<0,01).....	25
Figura 12. Porcentagem de ocorrência de <i>Coptotermes gestroi</i> , <i>Heterotermes longiceps</i> e <i>Nasutitermes jaraguae</i> nas iscas de maniva e raiz de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>), tolete de cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>), raiz de batata-doce (<i>Ipomea batatas</i>) e caule de mamoeiro (<i>Carica papaya</i>) (n=9). Seropédica, RJ, 2014. (Teste de χ^2 , letras distintas indicam diferença significativa p<0,01).....	26
Figura 13. Superfície externa do tolete de cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) sem indício de colonização com a gema danificada pelo térmita <i>Heterotermes longiceps</i> e interior do tolete oco consumido pelo cupim na isca instalada no campo. Seropédica, RJ, 2014.....	27
Figura 14. Isca de raiz de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>) colonizado pelo térmita <i>Heterotermes longiceps</i> com interior oco e superfície externa sem indícios da presença do cupim. No detalhe, o operário desta espécie de térmita. Seropédica, RJ, 2014.....	27
Figura 15. Túnel construído por <i>Nasutitermes jaraguae</i> identificado no entorno das iscas no Setor de Horticultura da UFRRJ. Seropédica, RJ, 2014.....	28
Figura 16. Três soldados de <i>Nasutitermes jaraguae</i> alinhados em comportamento de defesa dos operários ao longo da entrada do túnel de forrageamento construído no interior da isca de raiz de batata-doce (<i>Ipomea batatas</i>). Setor de Horticultura da UFRRJ. Seropédica, RJ, 2014.....	28
Figura 17. Maniva de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>) coberta com material cartonado e galerias de <i>Coptotermes gestroi</i> . Seropédica, RJ, 2014.....	29
Figura 18: Operário de <i>Heterotermes longiceps</i> em túnel construído na medula da maniva de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>) em corte longitudinal do material vegetal e detalhe da brotação emitida pela maniva. Seropédica, RJ, 2014.....	29
Figura 19. Extremidade da maniva de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>) atacada por <i>Heterotermes longiceps</i> , evidenciando aberturas que podem facilitar a colonização da isca por térmitas. Seropédica, RJ, 2014.....	30
Figura 20. Incidência de <i>Coptotermes gestroi</i> em batata-doce (<i>Ipomea batatas</i>). Seropédica, RJ, 2014.....	30
Figura 21. Consumo médio (em grama) dos materiais vegetais por <i>Coptotermes gestroi</i> , <i>Heterotermes longiceps</i> e <i>Nasutitermes jaraguae</i> . Seropédica, RJ, 2014. (Teste de Tukey a 5% de probabilidade, letras distintas indicam diferença significativa).....	32
Figura 22. Fibra restante do caule do mamoeiro atacado por <i>Coptotermes gestroi</i> . Seropédica, RJ, 2014.....	33

Figura 23. Tolete de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) colonizado por *Coptotermes gestroi* e no detalhe gema desenvolvida sem danos. Seropédica, RJ, 2014.....33

ÍNDICE DE TABELA

Tabela 01. Consumo médio (em grama) por térmitas das partes vegetais utilizadas como iscas em nove locais distintos no município de Seropédica, RJ, 2014. (Teste de Tukey a 5% de probabilidade, letras distintas indicam diferença significativa).....	32
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1	Térmitas (Insecta: Blattodea).....	3
2.1.1	Aspectos biológicos e comportamentais	3
2.1.2	Aspectos gerais de Rhinotermitidae e Termitidae.....	5
2.1.2.1	Família Rhinotermitidae.....	5
2.1.2.1.1	Gênero <i>Coptotermes</i>	5
2.1.2.1.1.1	<i>Coptotermes gestroi</i> Wasmann, 1896	7
2.1.2.1.2	Gênero <i>Heterotermes</i>	9
2.1.2.1.2.1	<i>Heterotermes longiceps</i> Snyder, 1924.....	9
2.1.2.2	Família Termitidae	10
2.1.2.2.1	Gênero <i>Nasutitermes</i>	10
2.2	Danos Causados Pelos Térmitas à Agricultura.....	11
2.3	Espécies Agrícolas Avaliadas Como Fonte Alimentar de Térmitas.....	13
2.3.1	Mandioca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz).....	13
2.3.2	Cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.).....	14
2.3.3	Batata-doce (<i>Ipomea batatas</i> L. Lam.).....	16
2.3.4	Mamão (<i>Carica papaya</i> L.).....	17
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1	Área de Estudo.....	18
3.2	Obtenção e Preparação dos Corpos-de-Prova.....	20
3.3	Bioensaio	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5	CONCLUSÕES	34
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1 INTRODUÇÃO

Os térmitas são insetos que ocorrem nas regiões tropicais e temperadas do mundo entre os paralelos 52° N e 45° S, com mais de 3300 espécies descritas distribuídas em nove famílias: Mastotermitidae, Archotermopsidae, Hodotermitidae, Stolotermitidae, Kalotermitidae, Stylotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae e incluídas na ordem Blattodea (KRISHNA et al., 2013a). Nas Américas ocorrem 546 espécies pertencentes a 99 gêneros e cinco famílias. No Brasil, registram-se cerca de 300 espécies pertencentes a quatro famílias: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae. Este número de espécies é seguramente subestimado uma vez que há ausência de levantamentos em várias regiões brasileiras, principalmente no norte e nordeste (CONSTANTINO, 1998, 1999, 2002; FONTES & ARAÚJO, 1999; COSTA-LEONARDO, 2002).

Os cupins são considerados insetos eussociais, ou seja, formam colônias de indivíduos com sobreposição de gerações, cuidado cooperativo com a prole e divisão de trabalho. A estrutura social desses insetos é composta por indivíduos que se desenvolvem por paurometabolia. Morfologicamente distintos (polimórficos) são classificados em castas com funções específicas dentro da colônia (WILSON, 1971; GRASSÉ, 1982; OLIVEIRA et al., 1986). Três castas são encontradas em um ninho de cupim: a) Os operários que formam a casta mais numerosa e se ocupam de todas as funções rotineiras tais como obtenção de alimento, construção e reparação de ninho e túneis, cuidado com a prole e fornecimento de alimento às outras castas; b) Os soldados que são os responsáveis pela guarda do ninho e pela proteção dos operários durante o forrageamento; e c) Os reprodutores que são os responsáveis pela geração de novos indivíduos e pela multiplicação das colônias (KRISHNA, 1969).

O alimento básico dos térmitas é a celulose, mas a fonte de celulose utilizada varia de acordo com a espécie (VASCONCELLOS, 1999). A maioria das espécies alimenta-se de madeira nos mais variados estágios de decomposição (dura a macia), outras podem se alimentar a partir de plantas herbáceas, gramíneas vivas, húmus, líquens, fezes de herbívoros, partes vegetais vivas ou fungos cultivados no interior dos ninhos (NOIROT & NOIROT-TIMOTHEÉ, 1969; SANDS & WOOD, 1978; LIMA & COSTA-LEONARDO, 2007).

Do ponto de vista ecológico os cupins exercem um importante papel nos ecossistemas naturais. Participam ativamente da decomposição da matéria orgânica e ciclagem dos nutrientes (ADAMSON, 1943; LA FAGE & NUTTING, 1978; SANDS & WOOD, 1978) e aumentam a porosidade e aeração do solo (LEE & WOOD, 1971). Entretanto, algumas espécies se tornam pragas urbanas, agrícolas ou urbanas e agrícolas (CONSTANTINO, 2002). Dentre estas, se destacam os cupins subterrâneos (Rhinotermitidae) e os cupins arborícolas e de montículo (Termitidae).

As culturas agrícolas mais atacadas por cupins no Brasil são: cana-de-açúcar, arroz de sequeiro e eucalipto. Além dessas, outras culturas como o algodão, soja, mandioca, café, árvores frutíferas e alguns vegetais (ex. cenouras), também são atacadas por cupins. O efeito dos cupins sobre as pastagens é contraditório. Os danos causados pelos cupins incluem: (1) injúria às raízes; (2) injúria às folhas e caules; (3) injúria ao tecido da madeira (casca e/ou albúrnio); e (4) consumo do cerne das árvores, deixando-as ocas (CONSTANTINO, 2002).

Nos arredores dos centros urbanos localizam-se parte das pequenas propriedades rurais caracterizadas pela agricultura familiar e de subsistência (MOULIN et al., 2012). Dentre as culturas de subsistência mais comuns nas regiões limítrofes das áreas urbanas e agrícolas, destacam-se o cultivo de mandioca, batata-doce, mamão e também a cana-de-açúcar, plantada em pequenos talhões para ser ofertada aos animais na seca (BANDEIRA, 1981; MARTINS et al., 2005; CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011; MOULIN et al., 2012). Com isso, todas essas culturas se tornam fonte de alimento aos térmitas nessas áreas, e podem contribuir para a permanência de espécies de térmitas no local e favorecer expansão destas para o meio rural.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo verificar se quatro espécies vegetais de importância agrícola são fontes alimentares para *Coptotermes gestroi* em áreas limítrofes urbano-agrícola.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Térmitas (Insecta: Blattodea)

2.1.1 Aspectos biológicos e comportamentais

Os térmitas, conhecidos vulgarmente como cupins, pertencem à ordem Blattodea, e ocorrem tanto em locais de clima temperado como em áreas tropicais entre os paralelos 52° N e 45° S (LEE E WOOD, 1971; FONTES & MONTEIRO, 1998). Estes insetos apresentam mais de 3300 espécies descritas, distribuídas em nove famílias: Mastotermitidae, Archotermopsidae, Hodotermitidae, Stolotermitidae, Kalotermitidae, Stylotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae (CONSTANTINO, 2007; KRISHNA et al., 2013a). No Brasil, registraram-se cerca de 300 espécies pertencentes a quatro famílias: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae. Este número de espécies é seguramente subestimado uma vez que há ausência de levantamentos em várias regiões brasileiras, principalmente no norte e nordeste (CONSTANTINO, 1998, 1999, 2002; MARICONI et al., 1999, COSTA-LEONARDO, 2002).

Os térmitas são considerados insetos eussociais, ou seja, formam colônias de indivíduos com sobreposição de gerações, cuidado cooperativo da prole e divisão de trabalho. A estrutura social desses insetos é composta por indivíduos que se desenvolvem por paurometabolia, morfologicamente distintos (polimórficos) e classificados em castas com funções específicas dentro da colônia (WILSON, 1971; GRASSÉ, 1982; OLIVEIRA et al., 1986). Três castas são encontradas em um ninho de cupim: a) Os reprodutores que são os responsáveis pela geração de novos indivíduos e pela multiplicação das colônias; b) Os soldados que são os responsáveis pela guarda do ninho e pela proteção dos operários durante o forrageamento; e c) Os operários que formam a casta mais numerosa e se ocupam de todas as funções rotineiras tais como obtenção de alimento, cuidados com a prole e fornecimento de alimento às outras castas construção e reparação de túneis e do ninho (KRISHNA, 1969; MEDEIROS, 2004).

Os térmitas são capazes de construir ninhos de diferentes formas: sobre mourões, árvores ou postes, na superfície do solo, inteiramente subterrâneos ou dentro da madeira. Para Bennet et al. (1996), o desenvolvimento de uma colônia de térmita depende de condições ambientais específicas. Ambientes que apresentam o solo úmido podem oferecer condições adequadas para a nidificação dos térmitas de solo e subterrâneos, já que todos os indivíduos necessitam um alto grau de umidade para sua sobrevivência, por possuírem um corpo que desidrata com muita facilidade quando são expostos ao ar livre.

O alimento básico dos cupins é a celulose, mas a fonte de celulose utilizada varia de acordo com a espécie (VASCONCELLOS, 1999). Uma grande diversidade de materiais orgânicos (em vários estágios de decomposição) pode servir de alimento aos térmitas, incluindo madeira (viva ou morta), gramíneas, plantas herbáceas, serrapilheira, fungos, ninhos construídos por outras espécies, excrementos e carcaças de animais, líquens e até mesmo materiais orgânicos presentes no solo. Além disso, os operários adotam dois mecanismos para alimentar os outros membros da colônia: 1º) Alimentação estomodeica (alimento regurgitado) ou 2º) Alimentação proctodeica (alimento entregue

via fezes), de acordo a idade e necessidade nutricional do indivíduo (LIMA & COSTA-LEONARDO, 2007).

A alimentação polifágica dos térmitas, em relação as fontes celulósicas, demandou uma dependência coevolutiva de simbioses do trato digestivo para degradação da celulose (MEDEIROS, 2004). De acordo com o grau evolutivo, os cupins podem ser classificados em basais ou derivados (PEARCE & WAITE, 1994). Os cupins basais usam madeira como fonte de alimento principal, possuem castas pouco definidas, e sua fauna intestinal é composta por protozoários flagelados com função simbiótica de degradação da celulose. Os cupins derivados pertencem exclusivamente à família Termitidae, apresentam colônias populosas, castas bem definidas, podem usar outras fontes de alimento além de madeira e a degradação de celulose é processada, exclusivamente, por bactérias e/ou enzimas presentes no intestino da própria operária (COSTA-LEONARDO, 2002).

A abundância dos térmitas e a atuação destes na transformação de componentes minerais e orgânicos conferem a esses insetos um papel destacado nos ecossistemas terrestres na faixa tropical do planeta, pois exercem influência benéfica ao solo, canalizando-o e assim contribuindo para a manutenção ou recuperação da porosidade, aeração, umidade e ciclagem de partículas minerais e orgânicas entre horizontes (FONTES, 1998a). Os estudos de La Fage et al. (1976) com *Gnathamitermes perplexus* Banks (Termitidae) no deserto de Sonora mostraram que esta espécie é capaz de remover mais que 100 kg/ha/ano de solo, de onde se conclui que este térmita é um importante detritívoro benéfico. Nesta área onde minhocas são aparentemente ausentes, *G. perplexus* demonstrou ser um importante fator na aeração do solo. Além disso, no Zimbawe, os agricultores utilizam os solos dos ninhos de térmitas como adubo, espalhando-o no campo (NYAMAPFENE, 1986). Na China, a extração aquosa das excretas ou do jardim de fungo dos térmitas é utilizada para curar alterações no fígado e certos tipos de tumores das pessoas. Além disso, os cupins, por serem ricos em nutrientes, podem ser preparados como alimento ou usados em vinhos medicinais (GUI-XIANG et al., 1994). No entanto, algumas espécies de térmitas podem ser caracterizadas como pragas, urbanas e/ou rurais.

Nas áreas rurais, os térmitas podem provocar danos em madeiras, raízes, folhas e caules de plantas. Nas árvores, podem atacar tanto o alburno (espécies arborícolas como *Nasutitermes* e *Microcerotermes*) quanto o cerne (cupins subterrâneos como *Coptotermes*) (CONSTANTINO, 2002). Além disso, algumas espécies danificam culturas de importância econômica como cana-de-açúcar, arroz de sequeiro, abacaxi, oliveira, batata, cafeeiro, milho, hortaliças e eucalipto (HARRIS, 1971; PIVETTA, 2006). Em áreas urbanas, apesar de somente 10% das espécies de térmitas serem consideradas pragas, estas provocam enormes prejuízos (FONTES, 1995, AMARAL, 2002). A condição de praga urbana é determinada em base ao impacto econômico do dano, expresso em custos de prevenção, controle e reparo (ROBINSON, 1996). No Brasil, o número de espécies de cupins que são consideradas pragas é superior a sessenta (EDWARDS & MILL, 1986). Vinte e duas espécies são consideradas pragas urbanas, 34 agrícolas e 12 agrícolas e urbanas (CONSTANTINO, 2002). Os danos provocados por cupins em áreas urbanas são atribuídos principalmente a espécies das famílias: Kalotermitidae, Rhinotermitidae e Termitidae. No entanto, somente os térmitas das famílias Rhinotermitidae e Termitidae são relatados como pragas agrícolas e urbanas (CONSTANTINO, 2002).

2.1.2 Aspectos gerais de Rhinotermitidae e Termitidae

2.1.2.1 Família Rhinotermitidae

Os térmitas da família Rhinotermitidae, conhecidos vulgarmente como cupins subterrâneos, constroem ninhos difusos, abaixo da superfície do solo, profundos e geralmente em locais inacessíveis (HARRIS, 1961). De maneira geral, nenhum sinal na superfície revela a localização do ninho dos térmitas subterrâneos (WALLER & LA FAGE, 1987). Os cupins subterrâneos estão entre os animais mais abundantes do mundo, no entanto, esses possuem hábitos crípticos, o que dificulta a realização de estudos comportamentais (LA FAGE et al., 1976; BICALHO, 2000). Além disso, esses cupins realizam o forrageamento mediante a marcação de trilhas fechadas em forma de túneis, construídos com restos de terra, lignina, fezes e saliva.

Os túneis construídos por cupins subterrâneos são comumente de cor castanho a castanho-claro, com a superfície interna revestida por um mosaico de pelotas fecais de colorido castanho a amarelado e a superfície atacada comumente também é parcial ou totalmente revestida com um mosaico de pelotas claras. Esses sinais são bons indicativos de ataque por cupins subterrâneos, em contraste com os túneis e revestimentos escuros praticados por cupins arborícolas (MILANO & FONTES, 2002).

Na família Rhinotermitidae estão descritos 12 gêneros de térmitas e 315 espécies, sendo que 19 espécies estão descritas na América do Sul (CONSTANTINO, 2002). Na região Neotropical, os gêneros *Coptotermes* e *Heterotermes* destacam-se com espécies consideradas pragas (ARAÚJO, 1970; CONSTANTINO, 1999, 2001). No Brasil as espécies de cupins subterrâneos consideradas como pragas pertencem aos gêneros: *Coptotermes*, com a ocorrência de uma espécie e *Heterotermes*, com a ocorrência de 5 espécies. Todas estas são pragas, mas *Heterotermes tenuis* e *Heterotermes longiceps* são as mais importantes. Tanto *Heterotermes longiceps* quanto *Heterotermes tenuis* são pragas relevantes da cana-de-açúcar, e esta última também causa danos severos aos plantios de eucalipto (CONSTANTINO, 2001).

2.1.2.1.1 Gênero *Coptotermes*

A subfamília Coptotermitinae é representada somente pelo gênero cosmotropical *Coptotermes* e reúne 67 espécies vivas e quatro fósseis (CHHOTANI, 1985; KRISHNA et al., 2013b) e é o mais importante gênero da família Rhinotermitidae (TSAI & CHEN, 2003). As espécies de *Coptotermes* estão distribuídas através dos trópicos (HARRIS, 1961) e muitas são espécies pragas introduzidas ao redor do planeta.

Fontes (1998b) em um estudo sobre etimologia e pronúncia dos nomes científicos dos cupins, constatou que o nome *Coptotermes* deriva do grego *koptos*, que significa cortado em pequenos pedaços, do verbo *kopto* que é igual a cortar. Assim, cupim que corta, devido ao hábito de destruir árvores vivas. Henderson & Rao (1993) coletaram indivíduos de *C. formosanus* dentro de árvores de ciprestes vivas ao longo do rio Calcasieu na Lousiana/EUA e este já se estabeleceu em florestas naturais no território norte-americano (EVANS et al., 2013). *Coptotermes acinaciformis* na Austrália, *C. testaceus* na América Central e *C. hemi* na Índia são bem conhecidos como sérias pragas de madeira de construção e florestas plantadas. *C. heimi* é uma espécie altamente polífaga, e em bambus, se alimenta da parte macia ao longo das fibras internas e deixa a superfície externa intacta (THAKUR, 1988). *Coptotermes* é citado como praga de árvores maduras e causam os maiores danos. O ataque se dá via solo

pelas raízes e dentro de troncos das árvores (COWIE et al., 1989). Porém, Frenh et al. (1986) relatam que a espécie *Coptotermes lacteus* preferiu iscas de cortiça ao invés das de madeira de eucalipto ou pinus.

As espécies de *Coptotermes* constroem ninhos cartonados bem definidos abaixo do solo, na base das árvores e dentro de buracos nos troncos das árvores. Entretanto, espécies australianas constroem ninhos todo epígeo ou parte deles (LENZ et al., 1986). Este material cartonado consiste em solo com madeira mastigada cimentado por saliva e fezes (KING & SPINK, 1969). *Coptotermes kishori* Roonwall & Chhotani transporta minerais do solo de camadas profundas para construir o material cartonado, pois em comparação entre as propriedades pedológicas deste material com o solo verificou-se que a composição do ninho é muito próxima a do horizonte B (REDDY, 1983).

À parte do ninho principal, um ou mais ninhos satélites podem ser construídos e conter parte da população, especialmente nos casos em que uma abundante fonte de alimento estiver disponível à colônia (LENZ et al., 1986). Estes ninhos satélites podem ou não conter reprodutores secundários. Espécies como *C. formosanus* usam esta estratégia regularmente sempre que a colônia encontra uma fonte abundante de alimento. Eles aumentam em número, formam ninhos satélites com reprodutores secundários funcionais mesmo na presença dos reprodutores primários (LENZ et al., 1988). É importante evidenciar que ninhos remanescentes e isolados podem se tornar colônias independentes. Embora as informações sobre a habilidade de várias espécies de *Coptotermes* de produzirem neotênicos (reprodutores secundários) serem incompletas, o potencial para fazê-lo parece ser uma característica do gênero. A função para que serve, e, o grau no qual é realizado, dependerá da biologia reprodutiva da espécie e do meio ambiente onde está estabelecida (LENZ & BARRET, 1982).

C. formosanus e *C. gestroi* são as espécies de térmitas mais conhecidas que causam sérios danos ao redor do mundo nos locais onde foram introduzidas. Provavelmente foram transportadas por navios, por exemplo, no porto de Keelung em Formosa/China, na época da revoada muitas centenas de alados saem de ninhos na vizinhança e muitos deles têm a oportunidade de voar atraídos pelas luzes até os navios ancorados na enseada e iniciar novas colônias. O interior dos navios é escuro o suficiente para favorecer o estabelecimento da colônia (OSHIMA, 1919) e a madeira, material comum na construção de navios, pallets e cargas, serve de alimento e abrigo (LI et al., 2013). Em Houston, *C. formosanus* foi encontrado pela primeira vez num estaleiro (WELDON, 1970). As espécies de *Coptotermes* são facilmente transportadas pelo comércio humano em parte pelo hábito de construir seus ninhos com material cartonado (JENKINS et al, 2007). Scheffrahn & Su (2008) relatam que na Flórida três barcos particulares foram encontrados colonizados por *C. gestroi*, e afirmam que colônias a bordo de navios caracterizam-se como a principal forma do homem dispersar esta praga como resultado das revoadas que ocorrem a bordo a procura de terra.

Duas espécies de *Coptotermes* são economicamente importantes no Brasil; a espécie nativa *C. testaceus* e a espécie introduzida *C. gestroi*. *Coptotermes testaceus* é encontrado principalmente em florestas densas, de terra firme, mas também comum em ambientes modificados pelo homem, tais como pastagens e roçados, e é praga em plantações florestais e da agricultura. *C. gestroi* é praga importante em áreas urbanas (BANDEIRA, 1981; MILANO & FONTES, 2002).

2.1.2.1.1.1 *Coptotermes gestroi* Wasmann, 1896

O cupim subterrâneo *C. gestroi*, conhecido na língua inglesa como AST – Asian Subterranean Termite, é originário da região Indo-Malaia e sua distribuição nativa incluiu Burna, Tailândia, Malásia, Sumatra, Borneo, Java e outras ilhas do arquipélago da Indonésia, principalmente em regiões tropicais (SU et al., 1997; TAKEMATSU & VONGKALUANG, 2012). Durante o último século, a atividade humana tem dispersado esta espécie de térmita muito além do seu lugar nativo. *C. gestroi* já foi coletado nas Ilhas Marquesas e nas Ilhas Maurício em 1932 e em Reunião em 1957 (Oceano Índico). Essa espécie foi introduzida acidentalmente no Brasil no início do século XX e descoberta colonizando edificações nas cidades do Rio de Janeiro (RJ) e Santos (SP) nos anos de 1923 e 1934, respectivamente, e tem rapidamente colonizado outros municípios do interior da região sudeste com crescente impacto econômico (ARAB et al., 2005; MARTINS et al., 2010). *C. gestroi* tem sido relatado na cidade de Seropédica (RJ) nas edificações residenciais, em diversos prédios da UFRRJ, em áreas agricultáveis e ao longo das rodovias que conduzem ao município na arborização urbana (BICALHO, 2000; MIRANDA et al., 2002; PERALTA et al., 2004; BELTRÃO, 2012; MENEZES et al., 2013). Li et al. (2013) sumarizaram os registros de ocorrência do *C. gestroi* ao redor do mundo e reuniram relatos de ataques em 184 localidades presentes em 24 países; e baseado em geo-referências das localidades de ocorrência e dos dados globais de clima, geografia e áreas de população humana, concluindo que este térmita é mais comumente encontrado em climas quentes, com altas precipitações, baixas altitudes e áreas povoadas pelo homem.

No Sudeste do Brasil *C. gestroi* é a espécie mais freqüente, causando incalculáveis prejuízos econômicos. Esta espécie danifica uma ampla variedade de materiais, tais como madeira das estruturas, papelão, cabos elétricos e telefônicos, plásticos, reboco, couro, tecidos, isopor, metal, borracha, betume, gesso e árvores vivas (COSTA-LEONARDO & BARSOTTI, 1998; COSTA-LEONARDO et al., 1999; FONTES, 1995). Alguns desses materiais não celulósicos, como plástico, borracha, metal, entre outros, não são usados para a alimentação dos cupins e sim são danificados quando o inseto está à procura de madeira ou de produtos celulósicos. Produtos que têm componentes celulósicos podem e são muitas vezes incorporados à dieta desses insetos. As madeiras que são infestadas mais seriamente, por *C. gestroi*, são as mais moles (menor densidade), como o *Pinus*, mas esse cupim já foi encontrado até consumindo taco de peroba, que é considerada uma madeira nobre. Além disso, *C. gestroi* também coloniza muitas árvores vivas localizadas em áreas urbanas. Devido ao fato dessa espécie atacar somente o cerne das árvores, essas apresentam freqüentemente uma aparência saudável, até que tombam após uma tempestade, colocando em perigo a vida das pessoas e bens materiais, como carros e casas (COSTA-LEONARDO, 2002).

A identificação de *C. gestroi* é facilmente realizada pela casta dos soldados, com aproximadamente 5 mm de comprimento, e que apresenta uma cápsula cefálica oval, de cor amarelada. Esses soldados são muito agressivos e aparecem em grande número em áreas ou regiões do ninho onde ocorrem perturbações. Quando tocados pelo dedo humano, rapidamente expõem uma gota de secreção e, freqüentemente prendem a pele da pessoa usando suas mandíbulas. Essa secreção é um fluido branco e leitoso, uma espécie de cola produzida pela glândula frontal desses soldados, usada para defesa do ninho (COSTA-LEONARDO, 2002). Além disso, soldados de *C. gestroi* são semelhantes aos de *C. formosanus*, pois ambos tem uma abertura larga no alto da cabeça chamada fontanela., e apresentam cabeça com formato de gota, em vista dorsal. No entanto, soldados de *C. gestroi* ao serem analisados via microscopia de varredura

apresentam um par de cerdas projetadas lateralmente a partir da base da fontanela, enquanto *C. formosanus*, apresentam dois pares de cerdas ao redor da fontanela (SCHEFFRAHN & SU, 2008). Esta é a única característica consistente que distingue soldados de *C. gestroi* e *C. formosanus* (SU et al., 1997).

Os ninhos de *C. gestroi* são conhecidos como cartonados porque estão constituídos por um material friável denominado cartões, que consiste geralmente de uma mistura de solo e/ou partículas de madeira, saliva e excremento. De acordo com sua localização, é possível classificá-los em aéreos (ninhos secundários) ou subterrâneos (ninhos principais). Os ninhos subterrâneos estão localizados no solo e são mais difíceis de serem detectados (COSTA-LEONARDO & BARSOTTI, 1998). Os ninhos aéreos estão localizados dentro de estruturas e não têm conexão com o solo. Esses ninhos são comuns em porões ou em caixões perdidos de prédios de apartamentos de grandes cidades do sudeste brasileiro, como São Paulo e Rio de Janeiro (COSTA-LEONARDO, 2002). Grandes colônias de *C. gestroi* constroem ninhos policíclicos, ou seja, a colônia é formada por vários ninhos conectados, sendo um deles o ninho principal ou central, onde ficam os reprodutores primários (rei e rainha) e os demais, ninhos satélites ou subsidiários (FONTES, 1995; FONTES & ARAÚJO, 1999; COSTA-LEONARDO, 2002).

Geralmente, os ninhos de *C. gestroi* estão no solo e desses, parte uma rede de galerias (túneis) que se estendem até árvores urbanas e edificações acima da superfície do solo (COSTA-LEONARDO & BARSOTTI, 1998). Esses túneis são construídos com uma grande quantidade de solo, e é o principal sinal de ataque de *C. gestroi* em estruturas. Além disso, os túneis podem estar camuflados pela infinidade de espaços e frestas que permeiam as edificações, tais como juntas de dilatação, rachaduras, conduítes elétricos e telefônicos, frestas de instalações hidráulicas ou de ar condicionado. *C. gestroi* apresenta também um comportamento ávido por espaços vazios, o que facilita a infestação de grandes construções ou instalações como caixas de luz (FONTES & ARAÚJO, 1999).

Os túneis construídos por *C. gestroi* são finos e muito ramificados, com grande distribuição espacial, empregando uma estratégia de busca intensiva por fontes alimentares disponíveis no local (HAPUKOTUWA & GRACE 2012). A construção de túneis muito ramificados por *C. gestroi* pode favorecer a localização de materiais celulósicos mais uniformemente distribuídos. Com isso, esse térmita pode proliferar mais rápido e migrar por caminhos inesperados para obtenção de alimento (VASCONCELOS et al., 2003). A habilidade de *C. gestroi* de se adaptar a condições mais secas e sua capacidade em construir túneis resultam em uma busca agressiva por fontes alimentares. (WONG & LEE, 2010). Após a localização e aceitação das fontes alimentares disponíveis, *C. gestroi* as consome totalmente (SANTOS et al., 2010). O ataque deste cupim é insidioso e compromete raízes, caule e ramificações principais. Além disso, *C. gestroi* é capaz de construir galerias no interior do tronco, destruindo o cerne e tornando as árvores ocas. A presença desse cupim pode ser totalmente insuspeita, por acometer apenas o cerne e não comprometer o visual vegetativo da árvore (FONTES, 1998a).

Entretanto, apesar de *C. gestroi* ser uma espécie de cupim de importância econômica, as pesquisas realizadas com este inseto no Brasil não tem focalizado a sua ecologia de forrageamento e nem sua dinâmica populacional (COSTA-LEONARDO & CAMARGO-DIETRICH, 1999). Atualmente, esse térmita é considerado como o mais relevante inseto praga em edificações, principalmente em áreas urbanas, já que também é capaz de penetrar no concreto (TSAI & CHEN, 2003). Além disso, *C. gestroi* tem sido encontrado também, atacando raízes de abacateiros, cafeeiros, de plantas de cana-de-

açúcar, de mangueiras, e até mesmo de plantas ornamentais (MIRANDA et al., 2002). *C. gestroi* é economicamente uma importante praga estrutural e da agricultura que vem se estabelecendo em diversas partes do mundo (JENKINS et al., 2007).

2.1.2.1.2 Gênero *Heterotermes*

As espécies de *Heterotermes* são encontradas em regiões quentes e úmidas do planeta, ou seja, os térmitas deste gênero são de clima tropical (HARRIS, 1961; CONSTANTINO, 2001). No mundo, o gênero *Heterotermes* reúne 30 espécies vivas e duas fósseis (KRISHNA et al., 2013b), e na América do Sul, são citadas seis espécies como pragas: *H. convexinotatus*, *H. assu*, *H. sulcatus*, *H. longiceps*, *H. tenuis*, e *H. crinitus* (CONSTANTINO, 2001). Destas espécies, com exceção da primeira, as outras cinco ocorrem no Brasil, com destaque para *H. tenuis* e *H. longiceps* que são citadas como pragas importantes em plantios de cana-de-açúcar, principalmente nos estados do Sudeste e Centro-Oeste do Brasil (PIZANO & FONTES, 1986; CONSTANTINO, 2002). Além disso, *H. tenuis* também já foi encontrada danificando culturas de soja, amendoim, algodão, milho, arroz de sequeiro, mandioca, e até mesmo gramíneas das pastagens (CONSTANTINO, 2002).

O prefixo hetero significa diferente, portanto o nome do gênero infere cupim diferente. O autor da descrição do gênero dispunha de um único alado, montado em alfinete, e considerou-o curioso por diferir das outras espécies que conhecia por causa de sua cabeça quase quadrada, apenas levemente alongada e antenas espessas (FONTES, 1998b). Os soldados são de pequeno tamanho com cabeças retangulares (HARRIS, 1961).

A importância das infestações deste gênero está claramente subestimada e requer atenção (MILANO & FONTES, 2002). *H. sulcatus* ocorre na Caatinga e é encontrado com relativa facilidade na região nordeste, e com o avanço da área urbana sobre a vegetação nativa, passou a apresentar grande potencial como praga urbana (MÉLO & BANDEIRA, 2007). Além disso, diversas espécies da América do Sul, especialmente *H. tenuis*, têm sido reportadas como pragas da agricultura e de áreas urbanas, mas a biologia e a distribuição destas espécies ainda são pouco conhecidas (CONSTANTINO, 2001). Em levantamento realizado em madeiras de edificações em Belém, PA, *H. tenuis* foi encontrado atacando pisos de madeira e prateleiras velhas (BANDEIRA et al., 1989) e Constantino (2002) considera *H. longiceps* como praga de madeira estrutural em área urbana do Brasil central.

2.1.2.1.2.1 *Heterotermes longiceps* Snyder, 1924

H. longiceps pode ser encontrado tanto em mata nativa quanto em campo a céu aberto, livre de vegetação arbustiva (TREVISAN et al., 2008). Peralta et al. (2004) citaram esta espécie pela primeira vez no estado do Rio de Janeiro.

A casta dos soldados de *H. longiceps* é dimórfica, com soldados maiores e menores, onde ambos os soldados têm cabeça subretangular alongada, de cor alaranjada, com pouca densidade de cerdas (CONSTANTINO, 2001). As mandíbulas desses indivíduos são finas e longas, de coloração marrom escuro, com as extremidades voltadas para dentro. Além disso, o protórax de *H. longiceps* é mais estreito do que a cabeça (COSTA-LEONARDO, 2002).

As colônias de *H. longiceps* se distribuem em galerias difusas no solo, sob rochas, no interior de raízes, troncos e, quando eventualmente deslocam-se em locais expostos, constroem túneis com detritos vegetais, solo e fezes. Esses cupins alimentam-se de material lenhoso em várias fases de decomposição, sendo muito comum atingirem partes vitais das plantas, como toletes de cana recém plantados, sistema radicular e entrenós basais de cana em formação, adulta ou soqueiras (MACEDO, 1995). Os danos severos ocasionados aos toletes usados como semente, a destruição de gemas e a morte de touceiras, como consequência do ataque de cupins, freqüentemente resultam na renovação antecipada dos canaviais, até mesmo a partir do segundo corte (NOVARETTI & FONTES, 1998).

2.1.2.2 Família Termitidae

A família Termitidae é composta por um grande número de gêneros e espécies de térmitas que estão distribuídos nas regiões compreendidas entre a América Central, parte do sul do México, sul da Flórida, todas as ilhas do Caribe e a América do Sul (BELTRÃO, 2012). Pode ser encontrada em todo tipo de habitat, ocorrendo em todo Brasil. Além disso, compreende em torno de 85% das espécies de térmitas conhecidas, sendo bastante diversificada, composta por oito subfamílias, que somam duzentas e quarenta e seis espécies (ARAÚJO, 1970; BERTI FILHO, 1993; CONSTANTINO, 1999; 2001). Os ninhos dessa família são complexos e podem variar entre as espécies quanto ao material usado em sua construção e também quanto local de nidificação. Esses ninhos são principalmente de montículo, subterrâneos, semi-arborícolas e arborícolas.

Os cupins que constroem ninhos arborícolas, que pertencem ao gênero *Nasutitermes*, destacam-se por serem considerados pragas agrícolas e urbanas relevantes em diversos estados do Brasil (BANDEIRA et al., 1989, 1998; MILL, 1991; COSTA-LEONARDO, 2002).

2.1.2.2.1 Gênero *Nasutitermes*

O gênero *Nasutitermes* reúne 250 espécies vivas e nove fósseis em todas as partes dos trópicos (HARRIS, 1961; KRISHNA et al., 2013c). Na América do Sul, estes cupins são conhecidos também como nasutos, visto que o nome é uma referência ao “nariz” bem desenvolvido do soldado, que é um prolongamento tubular da fronte cefálica, de comprimento variável e aberto no ápice em um poro (fontanela), pelo qual se elimina o fluido produzido pela glândula frontal (FONTES, 1998b). Com 74 espécies descritas somente na região Neotropical, o gênero *Nasutitermes* (Termitidae: Nasutitermitinae) é um dos mais ricos em biodiversidade de espécies (representa 54% das espécies de cupins) (CONSTANTINO, 1998, 2002). No Brasil, este gênero está representado por aproximadamente 47 espécies que se distribuem em ambientes de matas tropicais, cerrados e caatingas (ZORZENON & POTENZA, 1998; CONSTANTINO, 1999).

A maioria das espécies de *Nasutitermes* constrói ninhos arborícolas nas terras agricultáveis, savanas, florestas, campos abertos, parques etc., enquanto alguns poucos são construídos no solo (ARAÚJO, 1970). Além disso, poucas espécies de cupins nasutos geófagos são visíveis na superfície do solo e, na maioria das vezes, encontram-se colônias a vários centímetros abaixo da superfície ou nas profundezas de

ninhos construídos e habitados por outros cupins, de maneira que estes térmitas são mais raramente encontrados e, por isso, são escassos em coleções entomológicas (FONTES, 1982). Os ninhos de *Nasutitermes* são muitas vezes policálicos, ou seja, cada uma das subunidades do ninho está interligada por túneis e galerias e podem conter diversas câmaras reais com número variável de rainhas (MILANO & FONTES, 2002).

Nos municípios de Belém do Pará-PA, Olinda-PE, Manaus-AM e João Pessoa-PB, cupins arborícolas do gênero *Nasutitermes*, que fazem parte da fauna brasileira, atacam áreas urbanas que expandiram sobre áreas de vegetação silvestre. Importantes infestações urbanas desses insetos também estão sendo relatadas em outros estados como São Paulo, Mato Grosso, Minas Gerais e Rio de Janeiro (BANDEIRA et al., 1989, 1998; MILL, 1991; COSTA-LEONARDO, 2002). Entre os cupins arborícolas, *Nasutitermes corniger* Motschulsky (Isoptera: Termitidae) é a espécie mais importante, pois provoca importantes danos nas madeiras das edificações e em mobiliários internos (COSTA-LEONARDO, 2002). Essa espécie prefere o alburno ao cerne da madeira. No entanto, é pouco seletiva com relação à espécie, pois ataca madeiras duras ou moles. Também, não apresenta seletividade quanto ao estado destas, pois ataca madeiras secas ou úmidas, manufaturadas ou não (BANDEIRA et al., 1998). Entretanto, *N. corniger* prefere as madeiras que já sofreram algum tipo de deterioração, e é seletiva quanto ao grau de deterioração da madeira (BUSTAMANTE, 1993).

Por outro lado, algumas espécies de cupins arborícolas são pragas agrícolas relevantes, pelos grandes estragos que impõem às culturas e pertencem também ao gênero *Nasutitermes*. Dentre estas espécies, *Nasutitermes aquilinus* provoca danos aos plantios de eucalipto, *Nasutitermes bivalens* prejudica as lavouras de café, *Nasutitermes brevioculatus* ataca os cultivos de cana-de-açúcar, e *Nasutitermes corniger*, *Nasutitermes ephratae* e *Nasutitermes peruanus* danificam árvores frutíferas. Além disso, *N. corniger* também provoca estragos nos cultivos de cana-de-açúcar. Todas essas espécies são pragas, mas *N. corniger* é a praga mais importante (CONSTANTINO, 2002). Contudo, espécies nativas de *Nasutitermes* podem atuar também como pragas oportunistas sob circunstâncias favoráveis e atacar prédios construídos em áreas arborizadas (BANDEIRA, 1998). No estado do Rio de Janeiro, *Nasutitermes jaraguae* tem sido coletado em experimentos realizados no município de Seropédica (TREVISAN et al., 2003; PERALTA et al., 2004).

N. jaraguae foi descrita a partir de um soldado e é citada ocorrendo desde o estado de Santa Catarina ao do Rio de Janeiro (KRISHNA et al., 2013c; PERALTA et al., 2004; TREVISAN et al., 2003). Peralta et al. (2004) relatam esta espécie colonizando *Eucalyptus robusta* e atacando diferentes estacas colonizadas também por *C. gestroi* em uma mesma área. Além disso, *N. jaraguae* foi também encontrado em estacas de *E. citriodora* (TREVISAN et al., 2003).

2.2 Danos Causados Pelos Térmitas à Agricultura

Nos trópicos, os danos causados pelos cupins na agricultura têm se mostrado surpreendentemente pequenos porque ninguém se importa com sua presença (BICALHO, 2000). Em geral, o agricultor não percebe o prejuízo porque não avalia o quanto poderia ganhar se o térmita não estivesse presente e também porque os maiores prejuízos ocorrem com agricultores familiares e na agricultura de subsistência, pois estes não utilizam agroquímicos para controle de insetos e doenças. Embora um atual valor sobre as perdas econômicas causadas por esses ataques não é calculada, evidências indicam que as perdas são substanciais (LAI et al., 1983) e no Havaí, embora

C. formosanus seja conhecido por atacar diversas plantas vivas, as perdas econômicas causadas por estes ataques não são conhecidos. É aparente que estas perdas são significativas, pois os térmitas têm atacado e reduzido os campos de cana-de-açúcar e de outras culturas importantes.

Muitos estudos e relatos ao redor do mundo citam ataque de térmitas a plantas agricultáveis e espécies florestais vivas ou mortas, sem maiores detalhes de como ocorre este ataque. Ao longo dos anos, as armadilhas para captura e monitoramento da atividade termítica e os tipos de materiais oferecidos para avaliação da atração e preferência dos térmitas têm mudado e as pesquisas evoluíram, porém, pouco se sabe do consumo de materiais verdes pelos térmitas. De acordo as características morfológicas de cada espécie, após a colheita ainda permanecem no campo restos da cultura que podem servir como fonte de alimento e permitir a permanência do inseto no campo, e até mesmo, favorecer que o térmita se torne praga. Principalmente para a espécie *C. gestroi*, que no território brasileiro vem se expandindo por revoadas e transporte humano para cidades do interior onde o limite entre áreas agricultáveis e urbanas é bem tênue, e assim, se tornar uma importante praga agrícola de difícil de controle devido ao seu hábito subterrâneo. As introduções descontínuas e em pontos distantes provém de transporte humano, enquanto dentro de cada cidade a dispersão do cupim ocorre principalmente por revoadas, de maneira gradual a partir do ponto (ou pontos) de introdução (MILANO & FONTES, 2002).

No Egito, em 1980 foi relatado por Assem na região de Giza ataque de térmitas a plantas vivas de berinjelas. Wood et al. em 1977 ao estudarem térmitas na Nigéria, constataram que apesar dos constantes revolvimentos do solo, a espécie *Amitermes evuncifer* continuou abundante e provocando danos. Plantações de pimenta foram atacadas por *Heterotermes indicola* na Índia (BASALINGAPPA et al., 1982). Harris (1961) publicou uma lista com diversas espécies de térmitas relatados como pragas ao redor do planeta em culturas como: seringueira, chá, coco, cana de açúcar, algodão, trigo, pastagens entre outras. Plantações são usualmente mais susceptíveis a infestações por térmitas logo após o transplante ou nos primeiros estádios de crescimento e causam enormes perdas no campo e na produção (SAGWAL, 1987). Térmitas são considerados as mais significativas pragas de solo em produções na África (COWIE et al., 1989).

A cana-de-açúcar é uma das gramíneas cultivadas que mais sofre em consequência do ataque de cupins, e existem registros de ataque da praga a essa cultura em todo o mundo (BICALHO, 2000). Um fato que teve significativa participação no aumento das infestações de cupins em todo o Brasil foi a condenação da utilização de inseticidas organoclorados no país a partir de 1985 (NOVARETTI & FONTES, 1998). Com a proibição do uso destes inseticidas, tornou-se necessário estudos de outras estratégias para o controle de cupins subterrâneos em cana-de-açúcar e outras culturas. Portanto, novas estratégias, tais como controle cultural (rotação de cultura, calagem e adubação), controle biológico e plantas resistentes ao ataque de cupins são medidas que devem ser estudadas (ALMEIDA et al., 1998).

O gênero *Heterotermes* tem sido relatado como praga do maracujá, milho e eucalipto. No Panamá e em Madagascar são relatados como pragas na cultura do côco e em toda a América atacam árvores frutíferas e café (CONSTANTINO, 2002; HARRIS, 1961). Ataques aos troncos de eucalipto resultam em perda da qualidade da madeira, e de eventual morte da árvore (BATISTA-PEREIRA et al., 2004). *Heterotermes tenuis* causa danos severos aos plantios de eucalipto e nas árvores adultas pode atacar externamente a casca dos troncos, causando até anelamento de árvores (perda da qualidade da madeira) (WILCKEN & RATEANO, 1995).

Espécies de *Coptotermes*, *Heterotermes* e *Nasutitermes* são as principais pragas de plantas cultivadas na Amazônia brasileira, porém, em relação a plantas vivas, tanto cultivadas como em florestas nativas, os maiores problemas são causados por *Coptotermes* (BANDEIRA, 1998). Estes três gêneros frequentemente ocorrem no mesmo biótopo e podem causar danos variáveis a culturas como mandioca, milho e árvores frutíferas (ARAÚJO, 1970; CONSTANTINO, 2002).

2.3 Espécies Agrícolas Avaliadas Como Fonte Alimentar de Térmitas

As espécies vegetais escolhidas além de possuírem importante participação na economia, são cultivadas por pequenos agricultores e comuns nos arredores das cidades.

2.3.1 Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)

O gênero *Manihot* pertence à família Euforbiaceae. Todas as espécies de *Manihot* são nativas das regiões tropicais do Novo Mundo, especialmente Brasil e México (CARVALHO, 2006). Apesar da importância da mandioca (*M. esculenta*) como fonte de carboidratos em diversas partes do mundo, sobretudo naquelas onde a escassez de alimento se faz presente, pouco se conhece sobre aspectos relativos à origem, domesticação e relações filogenéticas com outras espécies. Carvalho (2006) ainda ressalta que tradicionalmente, a mandioca constitui a única espécie cultivada nesse gênero, em consequência de suas raízes tuberosas ricas em carboidratos, que são transformadas em produtos diversos em várias partes do mundo.

As plantas de mandioca reproduzidas sexualmente apresentam uma raiz primária resultante da abertura da testa das sementes. Essa raiz, que é pivotante, origina quatro ou mais raízes secundárias. Nas plantas propagadas por estacas, o número de raízes é variável. Em uma estaca são formadas entre uma e 10 raízes tuberosas, cuja distribuição e profundidade dependem do genótipo (CARVALHO et al., 2006). O xilema é a parte comestível.

A colheita das raízes da mandioca é feita predominantemente de forma manual, e examinando-se as raízes na maniva-mãe ou cepa, sabe-se se houve ausência ou quebra de raízes. Neste caso, revolve-se a cova em busca das raízes remanescentes. Na colheita mecanizada ou semimecanizada ocorre grande perda de raízes, que permanecem enterradas (MATTOS & ALMEIDA, 2006).

É utilizada como alimento tanto humano como de animais domésticos. Entre as várias formas que a mandioca tem sido utilizada, a farinha é seu principal produto (BANDEIRA, 1981).

Bandeira (1981) observou no município de Bujaru-PA, plantas de mandioca (*M. esculenta*) em vários estádios de ataque por *H. tenuis* e *C. testaceus*, e pareceu-lhe mais ou menos evidente que os cupins penetram pelas raízes tuberosas, isso porque, nas plantas recentemente infestadas não foram encontrados em outras partes. Também foi constatado que os cupins podem penetrar nas raízes sadias, perfurando-as por um lado. Depois de infestadas, as raízes podem começar a apodrecer, e se o apodrecimento atingir um estágio muito avançado, os cupins se transferem para outras raízes ou se direcionam para o caule através da medula.

Na colheita mecanizada ou semimecanizada ocorre grande perda de raízes, que permanecem enterradas (MATTOS & ALMEIDA, 2006). Estas raízes que

permanecem poderão servir como fonte de alimento e atração para operários de colônias de térmitas estabelecidas nos arredores dos campos de produção ou de jovens colônias iniciadas após cada revoada.

O gênero *Coptotermes* é praga de mandioca em todos os estádios da cultura e ataca material de propagação armazenado, plantas jovens e raízes (FARIAS & BELLOTTI, 2006). Em Seropédica (RJ) Menezes et al. (2013) registraram a ocorrência de *C. gestroi* em plantas de mandioca no final do ciclo desta cultura. Também na China há relatos de ataque de térmitas a mandioca (GUI-XIANG et al., 1994). Castillo et al. (2013) constataram que a mandioca é um atrativo e palatável suplemento que pode ser incorporado a iscas usadas para controle de térmitas subterrâneos.

2.3.2 Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)

Saccharum officinarum L. foi descrita em 1753 e pertence a família Poacea. A Nova Guiné é considerada o centro da cultura (MARIN & NASSIF, 2013), e chegou ao Brasil logo após o descobrimento para tentar quebrar o monopólio francês nas ilhas caribenhas.

Cana-de-açúcar é cultivada através dos trópicos e sub-trópicos. É a mais importante cultura produtora de açúcar do mundo (SALIHAH et al., 1988).

O interesse global na cana-de-açúcar tem aumentado significativamente nos últimos anos pelo impacto na economia da produção sustentável de energia. É estimado que a produção brasileira de cana deva dobrar na próxima década (CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011). O Brasil terá um acréscimo na área de cana estimado em cerca de 318,7 mil hectares na temporada 2014/15, equivalendo a 3,6% em relação a safra 2013/14 (CONAB, 2014). A área plantada tem significativamente aumentado nos últimos anos (Figura 01) (IBGE, 2014).

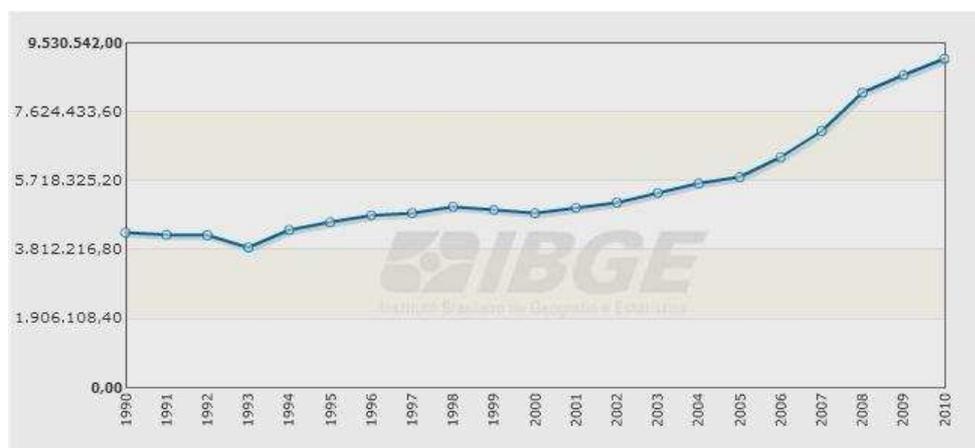


Figura 01: Área plantada com cana-de-açúcar especificamente em hectares do ano de 1990 a 2010 no Brasil (IBGE, 2014).

A safra 2014/15 está estimada em 39,46 milhões de toneladas de açúcar e 28,37 bilhões de litros de etanol (CONAB, 2014) e é na atualidade uma das culturas de maior importância no agronegócio brasileiro (BAQUERO et al., 2012). Os teores de carboidratos totais chegam a 95,1% na cana *in natura* (ROMÃO et al., 2013).

Nas ilhas Maurício, *Coptotermes gestroi* foi encontrado causando dano à cana-de-açúcar (HARRIS, 1961).

Em adição aos danos causados a estruturas de madeira, *C. formosanus* também causa consideráveis danos a cana-de-açúcar em certas áreas do Havaí (KO et al., 1982) e também há relatos de ataques na China (GUI-XIANG et al., 1994). Na vila de Mera, Paquistão, *Odontotermes obesus* foi responsável por 90% de perda na cultura da cana-de-açúcar e as espécies *Microtermes unicolor* e *M. obesi* também provocaram danos a cana, mesmo relatadas como consumidoras de madeira, escombros e ramos (SALIHAH et al., 1988).

As espécies *Heterotermes tenuis*, *Procornitermes* sp., *Neocapritermes* sp., *Syntermes* sp. e *Cornitermes* sp. são citadas ocorrendo em cana-de-açúcar no Brasil. Os cupins atacam os toletes danificando as gemas; conseqüentemente, influenciam bastante na germinação da cana-de-açúcar, que passa a apresentar um grande número de falhas, o que exige em muitos casos, o replante e a renovação precoce da lavoura. Os prejuízos na cultura são decorrentes da destruição dos toletes recém-plantados e dos danos causados as gemas, impedindo a brotação ou promovendo a morte dos rebentos, acarretando falhas na germinação, e tanto a cana-planta como a soca são afetadas, sendo que nesta última os prejuízos são ainda maiores pela perda de peso e acentuada redução no perfilhamento (LIMA FILHO & PEIXOTO, 1998). Estas espécies constroem ninhos subterrâneos, concentrados e enterrados, completamente fechados; e para sua alimentação, os cupins atacam plantações próximas de seu ninho.

No nordeste do Brasil, as perdas devidas ao ataque de cupins são sensivelmente maiores do que no restante do país, principalmente pelas espécies *Amitermes*, *Cylindrotermes* e *Nasutitermes*. Nesta região é comum o cultivo da cana-de-açúcar na encosta dos morros com práticas de cultivo químico e mínimo, e impossibilitando o trabalho mecânico do solo, já que a aração e gradagem destroem parte dos ninhos subterrâneos e a eliminação da soqueira exerce um efeito significativo no controle dos cupins quando comparado ao cultivo mínimo (NOVARETTI & FONTES, 1998). O autor ainda cita que além de uma grande população e da agressividade de algumas espécies da fauna local, o problema é agravado pelo tipo de solo (arenoso e/ou pobre em matéria orgânica, e pouco profundo), clima (estação seca e quente, prolongada e bem definida) e condições de cultivo (encostas de morros, com práticas de cultivo químico e mínimo, e impossibilidade de trabalho mecânico do solo).

Almeida et al. (1999) estudaram o comportamento do térmita *Heterotermes tenuis* em campos de cana-de-açúcar, e concluíram que a área de forrageamento desta espécie pode variar de 3 a 1250 m². *Coptotermes gestroi* possui a característica de construir ninhos secundários, e assim pode atingir grandes distâncias para forrageamento, e ampliar as perdas no campo. Arab et al. (2005) coletaram operários marcados de *C. gestroi* de estações de monitoramento no entorno da colônia em uma área aproximada de 172 a 5200 m² em zona urbana.

Algumas espécies de *Heterotermes* são pragas de cana-de-açúcar e outras culturas na América Central (HARRIS, 1961), eles se alimentam dos toletes recém plantados impedindo a germinação e constroem túneis dentro das bases das touceiras estabelecidas impedindo novas brotações. No Panamá *H. tenuis* foi responsável por perdas maiores que 30% em cana-de-açúcar (ARAÚJO, 1970). Áreas de renovação de cana-de-açúcar monitoradas com iscas espalhadas por em torno de 10% da lavoura com infestações acima de 30% por *Heterotermes tenuis* requerem maiores cuidados em relação ao controle destes insetos na instalação da cultura, pelo risco de perdas expressivas na produção (LIMA FILHO & PEIXOTO, 1998).

Espécies de *Nasutitermes* são importantes pragas da cana-de-açúcar em Cuba, Jamaica, Porto Rico, Barbados e Brasil (HARRIS, 1961; CONSTANTINO, 2002).

2.3.3 Batata-doce (*Ipomea batatas* L. Lam.)

A batata-doce é uma dicotiledônea da família Convolvulaceae, originária da América tropical, e é uma das tuberosas mais populares e uma das plantas alimentares mais antigas do Brasil, sendo consumida na forma assada ou cozida e industrializada na forma de doces (LEONEL & CEREDA, 2002; ROESLER et al., 2008; ECHER et al., 2009). É uma importante alternativa econômica para pequenos produtores em todo o país (WANDERLEY et al., 2004). Há uma predominância da agricultura familiar no cultivo da batata-doce e em torno de 72% dos produtores rurais entrevistados em Campos dos Goytacazes/RJ disseram plantar esta cultura por mais de uma década (MOULIN et al., 2012). É uma planta bastante comum nas pequenas propriedades aos arredores das cidades.

A batata-doce é uma das hortaliças mais cultivadas na Região Nordeste do Brasil, onde o clima com longos períodos de estiagem restringe a produção de outros alimentos (OLIVEIRA et al., 2013). É uma cultura rústica, de fácil manejo e com colheita prolongada. As ramas podem ser utilizadas para fornecimento aos animais, na forma fresca ou ensilada (ANDRADE JUNIOR et al., 2014). Em 2010 foram 41 802 hectares (Figura 02) plantados com batata-doce contra 62 629 hectares em 1990 (IBGE, 2014), resultado que condiz com as observações de Moulin et al. (2012) que relatam que de 53 propriedades visitadas, 16 haviam abandonado a produção. A baixa produtividade, e conseqüente baixo retorno, pode ser uma interação de fatores como a falta de práticas culturais, uso de cultivares obsoletos, susceptibilidade a pragas e doenças do solo (AZEVEDO et al., 2014) e falta de adubação.

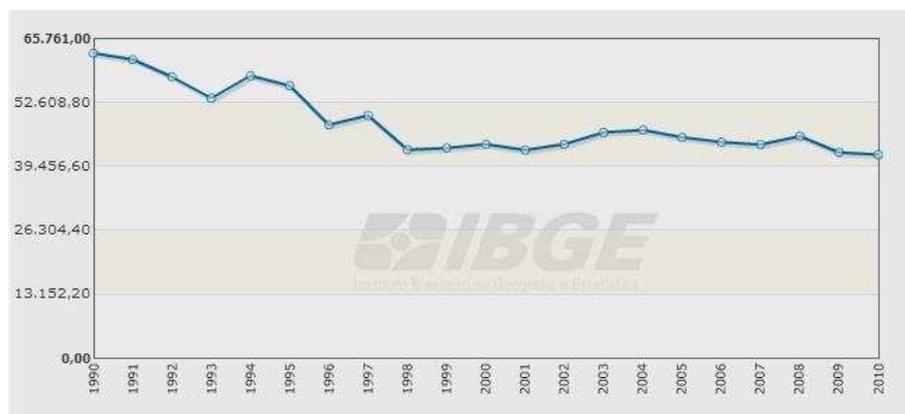


Figura 02: Área plantada em hectares com batata-doce de 1990 a 2010 no Brasil (IBGE, 2014).

O principal conteúdo das cultivares de polpa branca ou creme é o amido e não apresentam teores significativos de vitaminas (ALVES et al., 2012). O teor de amido sofre influência significativa das fontes de matéria orgânica usadas no cultivo da batata-doce (OLIVEIRA et al., 2013). Leonel & Cereda (2002) concluiu que o amido da batata-doce chega em média a 14,72% em base úmida. Nos últimos anos a Universidade Federal do Tocantins tem desenvolvido novos cultivares voltados para a produção de etanol com até 30% de amido, e é um avanço significativo para o programa brasileiro de bicompostíveis (THUMÉ et al., 2013), pois nem todo o território nacional possui aptidão agrícola a cultura da cana-de-açúcar.

2.3.4 Mamão (*Carica papaya* L.)

O mamão é originário da América tropical (YAGA, 1973) e seu centro de diversificação fica na América Central e Caribe. É uma planta herbácea, mas sua estatura não é de uma típica planta herbácea (CAMPOSTRINI & GLEN, 2007). Estas plantas possuem rápido crescimento e usualmente vida curta, porém podem produzir por mais de 20 anos.

Atualmente o Brasil é o maior produtor de mamão, em 2010 foram produzidos em torno de 1,8 milhões de toneladas (Figura 03), sendo também um dos principais exportadores (IBGE, 2014; MARTINS et al., 2005). A parte comercializada é o fruto e a forma de consumo preferencial é *in natura*. As plantas de *Carica papaya* geralmente apresentam produção contínua, permitindo a colheita de frutos em diferentes estádios de desenvolvimento e maturação (MARTINS et al., 2006).



Figura 03: Toneladas de mamão produzidos de 1990 a 2010 no Brasil (IBGE, 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

O estudo foi conduzido no município de Seropédica, RJ, com as seguintes coordenadas geográficas: 22°46' S de latitude, 43°41' W de longitude e 33 metros de altitude. Segundo a classificação de Köppen (1948), o município de Seropédica apresenta o clima do tipo Cwa (tropical úmido de altitude), ou seja, quente e úmido. Pelas últimas normais climatológicas, a temperatura média anual gira em torno 23,2°C, com máximas de 29,2°C e mínimas de 19,2°C, precipitação média anual de 1247,3 mm (média de 30 anos), com uma estação seca de inverno (junho-agosto) e uma estação chuvosa de verão (dezembro-março) (INMET, 2014).

O experimento foi instalado em nove locais diferentes: 1) Jardim residencial no bairro Ecologia (22°45'53,49''S de latitude e 43°40'22,47''W de longitude e 38 metros de altitude); 2) Fazendinha Agroecológica km 47 (22°45'25,65''S de latitude e 43°40'25,65''W de longitude e 36 metros de altitude); 3) Terreno abandonado no bairro Ecologia (22°40'26,34''S de latitude e 43°40'28,13''W de longitude e 34 metros de altitude); 4) Setor de Horticultura da UFRRJ (22°45'51,27''S de latitude e 43°41'50,28''W de longitude e 31 metros de altitude); 5) Campo Experimental do Departamento de Entomologia e Fitopatologia da UFRRJ (22°46'07,30''S de latitude e 43°41'39'39''W de longitude e 32 metros de altitude); 6) Campo Experimental Irrigado da Fazendinha Agroecológica (22°45'13,71''S de latitude e 43°40'19,87''W de longitude e 36 metros de altitude); 7) Campo Experimental Irrigado da Fazendinha Agroecológica (22°45'14,45''S de latitude e 43°40'30,28''W de longitude e 37 metros de altitude); 8) Jardim residencial no bairro Ecologia (22°45'52,44''S de latitude e 43°40'28,13''W de longitude e 36 metros de altitude) e 9) Quintal residencial no bairro Ecologia (22°45'21,57''S de latitude e 43°40'21,57''W de longitude e 37 metros de altitude) (Figuras 04, 05 e 06).



Figura 04: Locais de instalação de quatro blocos. 1) Jardim residencial no bairro Ecologia; 3) Terreno abandonado no bairro Ecologia; 8) Jardim residencial no bairro Ecologia; 9) Quintal residencial no bairro Ecologia. Seropédica, RJ, 2014.

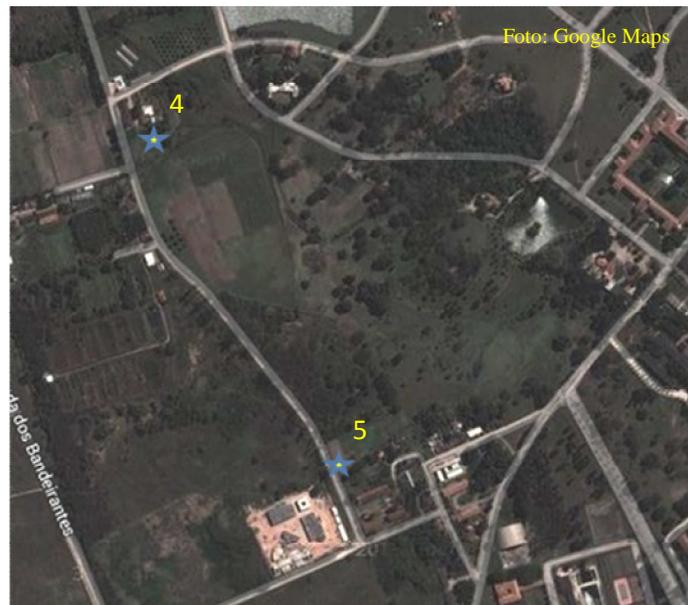


Figura 05: Locais de instalação de dois blocos. 4) Setor de Horticultura da UFRRJ; 5) Campo Experimental do Departamento de Entomologia e Fitopatologia da UFRRJ. Seropédica, RJ, 2014.

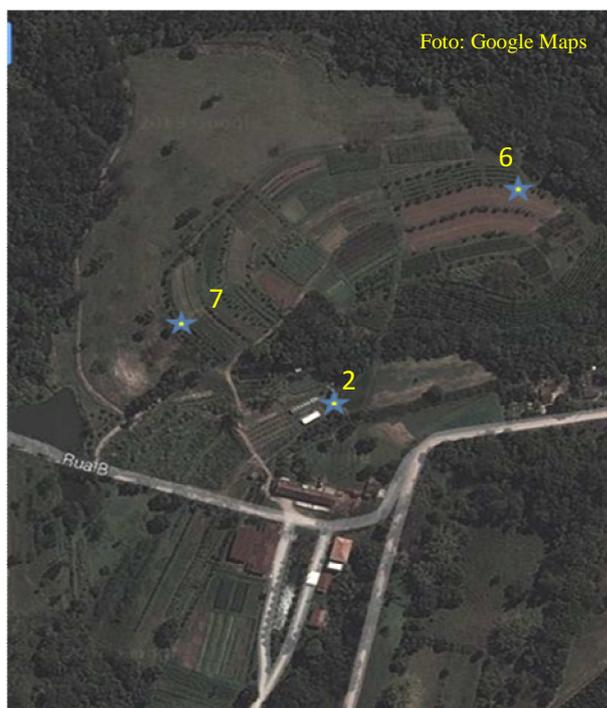


Figura 06: Locais de instalação de três blocos. 2) Fazendinha Agroecológica km 47; 6) Campo Experimental Irrigado da Fazendinha Agroecológica; 7) Campo Experimental Irrigado da Fazendinha Agroecológica. Seropédica, RJ, 2014.

Os testes foram realizados em locais distintos com atividade de forrageamento do térmita subterrâneo *Coptotermes gestroi* Wasmann (Rhinotermitidae), identificados previamente mediante amostragem. Os nove locais onde foram instalados os testes foram escolhidos por: apresentarem histórico de ocorrência de *C. gestroi* em experimentos anteriormente instalados (BICALHO, 2000; TREVISAN et al., 2003; PERALTA et al., 2004; BELTRÃO, 2012); verificação *in loco* da atividade termítica e por comunicação pessoal de funcionários que trabalham nos locais.

3.2 Obtenção e Preparação dos Corpos-de-Prova

Partes vegetais de algumas espécies agrícolas cultivadas foram utilizadas como corpos-de-prova (tratamentos): A) maniva e B) raiz de *M. esculenta* (mandioca); C) tolete de *Saccharum officinarum* (cana-de-açúcar); D) raiz de *Ipomea batatas* (batata-doce) e E) caule de *Carica papaya* (mamoeiro) (Figura 07).

Os cinco tratamentos foram colocados, respectivamente, no interior de porta-iscas confeccionados com tubos de PVC (7,5cm diâmetro x 15cm comprimento) com as extremidades abertas, para permitir o acesso dos térmitas (Figura 08). Em seguida, os tubos foram marcados com código em sua superfície, com caneta permanente, para favorecer a identificação dos tratamentos no campo.

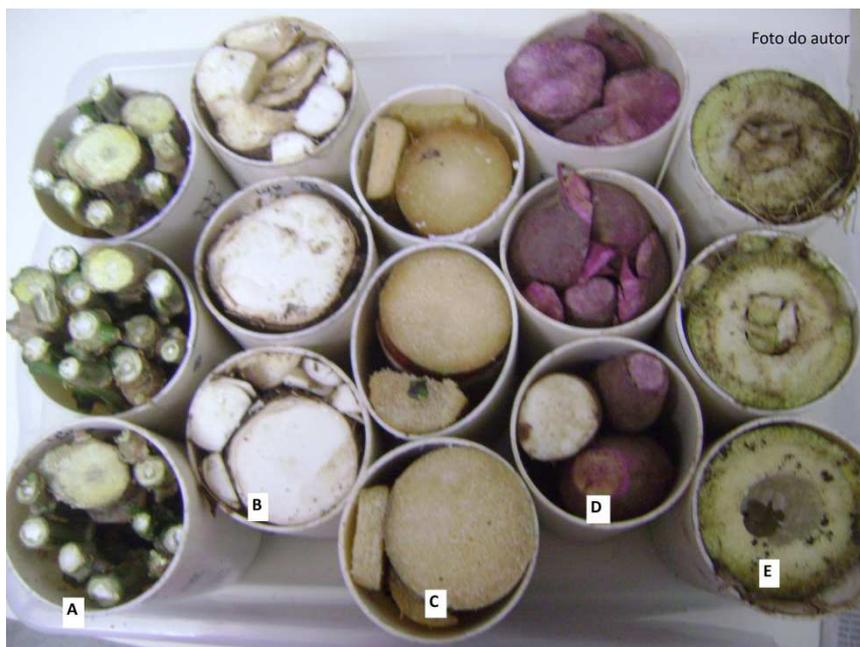


Figura 07: Corpos-de-prova identificados das espécies agrícolas avaliadas. A) Maniva de mandioca (*Manihot esculenta*); B) Raiz de mandioca (*Manihot esculenta*); C) Tolete de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*); D) Raiz de batata-doce (*Ipomea batatas*); E) Caule de mamoeiro (*Carica papaya*). Seropédica, RJ, 2014.



Figura 08: Tubos de PVC com tratamentos identificados por códigos para favorecer o reconhecimento do tipo de corpo-de-prova após retirada em campo. B1= refere-se ao local 1 (Bloco 1). Tratamentos: MM=maniva de mandioca (*Manihot esculenta*); RM=raiz de mandioca (*Manihot esculenta*); SO= tolete de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*); BD= raiz de batata-doce (*Ipomea batatas*); CP= caule do mamoeiro (*Carica papaya*). Seropédica, RJ, 2014.

3.3 Bioensaio

Inicialmente, as partes vegetais utilizadas como corpos-de-prova foram colocadas em situação de escolha no entorno de cada ponto de atividade termítica. Para isso, estas partes foram enterradas equidistantes uma das outras com profundidade média em torno de 15-20 cm. Em cada local, os corpos-de-prova foram removidos do solo 30 dias após terem sido instalados.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos (corpos-de-prova) e nove repetições (áreas de instalação dos corpos-de-prova,) (Figura 09).



Figura 09: Visão geral de um experimento instalado em campo. Seropédica, RJ, 2014.

Os cinco tratamentos (maniva e raiz de *Manihot esculenta*, tolete de *Saccharum officinarum*, raiz de *Ipomea batatas* e caule de *Carica papaya*) foram desenterrados após 30 dias da instalação, e inspecionados mediante análise visual, quanto à incidência de térmitas vivos.

Na ocorrência de partes vegetais colonizadas, espécimes de cupins foram coletados e armazenados em frascos de vidro contendo álcool hidratado a 80%. A identificação posterior dos cupins foi feita sob microscópio estereoscópio com aumento de 63 vezes com base na chave para identificação de cupins que ocorrem no Brasil (CONSTANTINO, 1999).

Após a identificação das espécies de cupins, a porcentagem de ocorrência dos térmitas foi calculada sobre o número total de iscas instaladas ($n=45$) e a porcentagem da ocorrência de cada espécie de térmita foi calculada sobre o número total de iscas infestadas por térmitas.

A comparação dos dados relacionados à ocorrência de cupins foi efetuada mediante o teste de Qui-quadrado. O nível de probabilidade a partir do qual uma comparação foi considerada significativa foi igual ao nível de probabilidade de risco de 5% dividido pelo número de comparações, ou seja, $p<0.01$.

A preferência alimentar foi determinada pelo consumo de cada corpo-de-prova pelos térmitas.

A massa de cada parte vegetal, maniva de *M.esculenta*, raiz de *M.esculenta*, tolete de *Saccharum officinarum*, raiz de *Ipomea batatas* e caule de *Carica papaya*, foi determinada em balança de precisão antes de serem enterradas no solo. Após 30 dias, estas iscas foram desenterradas do solo e a massa de cada parte vegetal foi determinada novamente em balança de precisão. .

O consumo de cada parte vegetal foi calculado mediante a diferença de massa das iscas antes e após terem sido enterradas. Os dados de consumo foram analisados mediante ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do total de 45 iscas inspecionadas 73,3% (33) estavam colonizadas por térmitas. Nas iscas colonizadas, além de *C. gestroi*, constatamos a ocorrência de outra espécie da família Rhinotermitidae (*Heterotermes longiceps*) e uma da família Termitidae (*Nasutitermes jaraguae*). Estes resultados indicam que os três gêneros estão adaptados às condições ambientais locais e que podem coabitar em um mesmo biótopo conforme salientado por Araújo (1970), Constantino (2002) e Bandeira (1998).

Das três espécies de cupins que ocorreram nos tratamentos, *C. gestroi* foi a mais frequente (67%) em relação a *H. longiceps* (11%) (teste de $\chi^2 = 63,58$; d.f. =1; $p < 0,001$) e a *N. jaraguae* (7%) (teste de $\chi^2 = 74,67$; d.f. =1; $p < 0,001$) que não diferiram entre si (teste de $\chi^2 = 0,55$; d.f. =1; $p > 0,05$) (Figura 10). A maior frequência de *C. gestroi* pode ter sido decorrência do experimento ter sido instalado em áreas com histórico de estabelecimento desta espécie (BICALHO, 2000; PERALTA et al., 2004; BELTRÃO, 2012), e como colônias estabelecidas podem chegar a forragear por áreas maiores que 5 000 m², encontros interespecíficos podem ocorrer e gerar uma resposta agonística, onde a espécie mais agressiva ou a colônia mais forte pode tomar para si a fonte de alimento (ALMEIDA et al., 1999; PERALTA et al., 2004; ARAB et al., 2005; BELTRÃO, 2012).

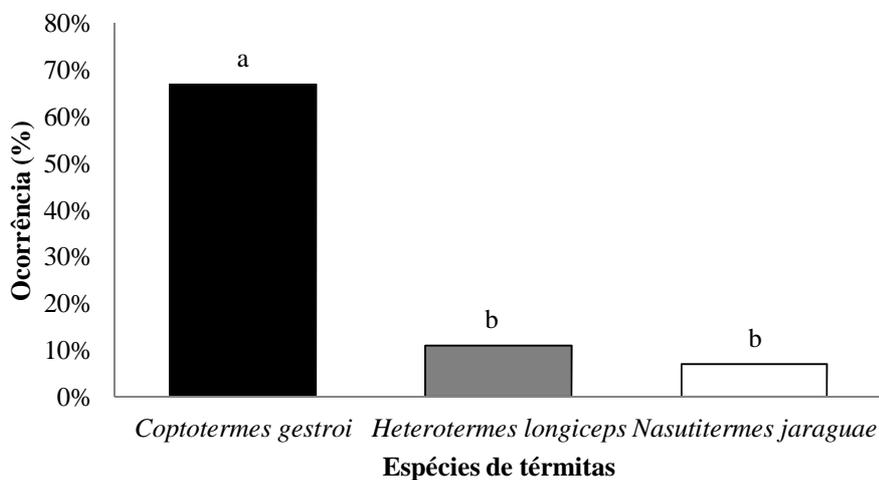


Figura 10: Porcentagem de ocorrência de três espécies de térmitas (n=45), *Coptotermes gestroi*, *Heterotermes longiceps* e *Nasutitermes jaraguae*, nos nove locais de estudo. Seropédica, RJ, 2014. (Teste de χ^2 , letras distintas indicam diferença significativa $p < 0,01$).

Além dos térmitas, foi observada a presença de formigas em algumas iscas, com sinais evidentes de consumo, e indícios de colonização prévia de outros térmitas, em decorrência da presença de pelotas fecais e de material cartonado. No entanto, as iscas exploradas pelas formigas não apresentavam incidência simultânea com os térmitas, provavelmente pelas formigas serem os principais predadores dos térmitas, e também porque poucas espécies de formigas conseguem penetrar no termiteiro e nos túneis de forrageamento. Por isso, a maioria das espécies de formigas aproveita os danos físicos dos ninhos e dos túneis de forrageamento para penetrar nestes locais e em seguida atacar os cupins (MILL, 1982; McMAHAN, 1986). Os soldados dos gêneros *Coptotermes* e *Heterotermes* apresentam comportamento agressivo mediante defesa física com uso de suas mandíbulas delgadas que são auxiliadas por uma secreção química pegajosa liberada pela fontanela. Por outro lado, os soldados da subfamília Nasutermitinae apresentam mandíbulas vestigiais e, por isso, desenvolveram uma defesa exclusivamente química (HARRIS, 1961; MILL, 1982; SCHEFFRAHN & SU, 2008).

A ocorrência de térmitas nas iscas de maniva (89%) e raiz (89%) de mandioca, tolete cana-de-açúcar (89%), batata-doce (89%) e caule do mamoeiro (67%) foi similar (teste de $\chi^2 = 12,85$; d.f. = 4; $p > 0,001$) (Figura 11).

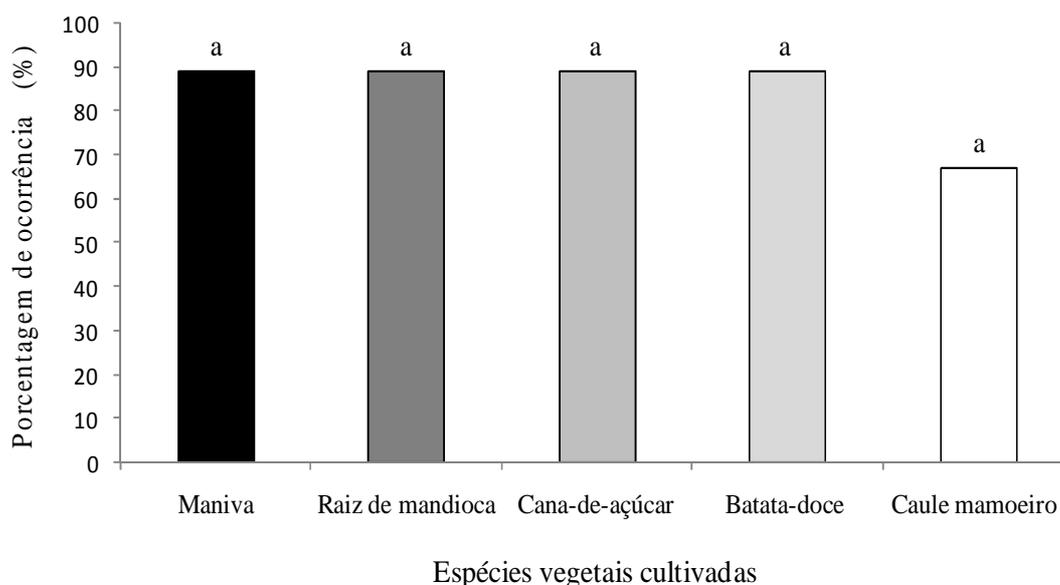


Figura 11: Porcentagem de ocorrência de térmitas nas iscas de maniva e raiz de mandioca (*Manihot esculenta*), tolete de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), raiz de batata-doce (*Ipomea batatas*) e caule de mamoeiro (*Carica papaya*) (n=9). Seropédica, RJ, 2014. (Teste de χ^2 , letras distintas indicam diferença significativa $p < 0,01$).

C. gestroi (67%) ocorreu de forma similar em todas as iscas (teste de $\chi^2 = 0,02$; d.f. = 4; $p > 0,001$) (Figura 12) demonstrando assim sua polifagia, que pode favorecer o estabelecimento deste térmita em diversos ambientes e, assim, contribuir para o aumento da sua distribuição geográfica. Milano & Fontes (2002) mencionam *C. gestroi* como uma das mais destrutivas espécies de térmita subterrâneo, tanto em áreas urbanas como em áreas rurais, e que vem se estabelecendo em diversas áreas do planeta (JENKINS et al., 2007) onde é encontrado em uma grande variedade de ambientes, gerando enorme impacto econômico e ecológico (LI et al., 2013).

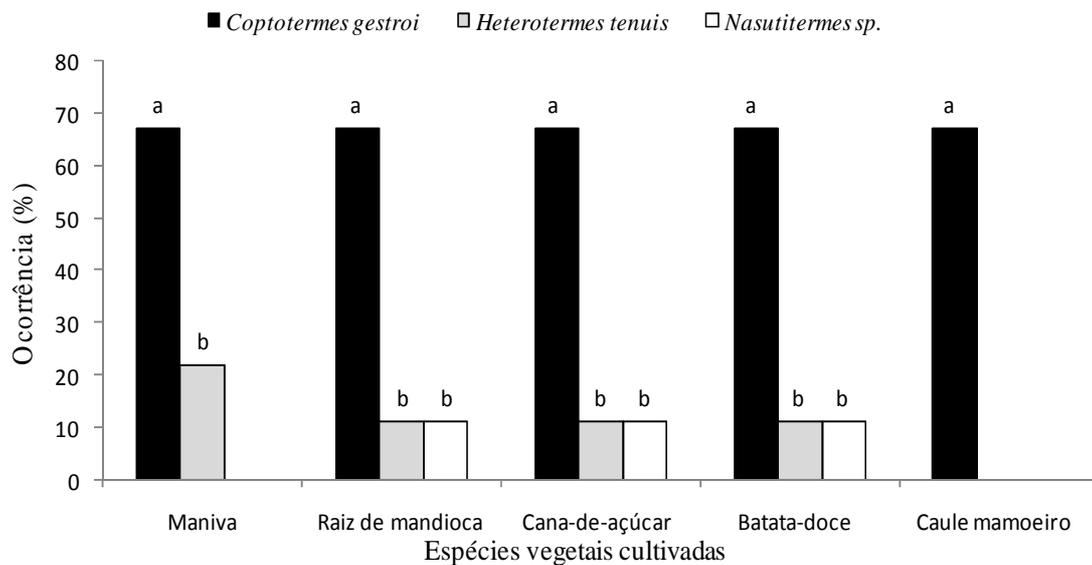


Figura 12: Porcentagem de ocorrência de *Coptotermes gestroi*, *Heterotermes longiceps* e *Nasutitermes jaraguai* nas iscas de maniva e raiz de mandioca (*Manihot esculenta*), tolete de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), raiz de batata-doce (*Ipomea batatas*) e caule de mamoeiro (*Carica papaya*) (n=9). Seropédica, RJ, 2014. (Teste de χ^2 , letras distintas indicam diferença significativa $p < 0,01$).

H. longiceps recrutou indivíduos para todas as iscas, exceto para a de caule do mamoeiro. No entanto, as ocorrências deste cupim constatadas nas iscas de maniva de mandioca (22%), raiz de mandioca (11%), tolete de cana-de-açúcar (11%), e batata-doce (11%) não diferiram entre si (teste de $\chi^2 = 3,63$; d.f. = 3; $p > 0,001$). Na isca de tolete de cana-de-açúcar colonizada, as gemas foram consumidas e o interior deixado oco, sem indícios na superfície externa da presença do térmita (Figura 13). O mesmo ocorreu com as iscas de raiz de mandioca, onde o interior foi consumido e os tecidos externos se mantiveram intactos (Figura 14). Beltrão (2012) observou que o térmita subterrâneo nativo *H. tenuis* pode ocorrer com a mesma intensidade em cinco espécies exóticas de madeira, revelando um hábito generalista e a capacidade de se adaptar aos recursos alimentares disponíveis. Este gênero é capaz de causar grandes perdas a produção agrícola das mais diferentes culturas, e vem crescendo sua importância como praga urbana (HARRIS, 1961; CONSTANTINO, 2002; MILANO & FONTES, 2002).



Figura 13: Superfície externa do tolete de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) sem indício de colonização com a gema danificada pelo térmita *Heterotermes longiceps* e interior do tolete oco, consumido pelo cupim na isca instalada no campo. Seropédica, RJ, 2014.



Figura 14: Isca de raiz de mandioca (*Manihot esculenta*) colonizado pelo térmita *Heterotermes longiceps* com interior oco e superfície externa sem indícios da presença do cupim. No detalhe, o operário desta espécie de térmita. Seropédica, RJ, 2014.

Nasutitermes jaraguae foi verificado, de forma similar, somente nas iscas de raiz de mandioca (11%), cana-de-açúcar (11%) e batata-doce (11%) (teste de $\chi^2 = 0,05$; d.f. = 2; $p > 0,001$). Este gênero é citado como praga de cana-de-açúcar, mandioca, milho, frutíferas entre outras espécies importantes (HARRIS, 1961; BANDEIRA, 1981; NOVARETTI & FONTES, 1998; CONSTANTINO, 2002). Indivíduos em diferentes estádios de desenvolvimento, desde ninfas a adultos, foram encontrados, tanto nas armadilhas como no entorno destas. Neste caso, constatamos que um grande túnel de forrageamento foi construído por *N. jaraguae*, ao longo do perfil do solo perto das armadilhas (Figura 15). Além disso, foi também observado um comportamento de defesa da colônia por parte dos soldados, mediante o alinhamento de três indivíduos desta casta ao longo da entrada do túnel, enquanto os operários retornavam para o interior do túnel (Figura 16).



Figura 15: Túnel construído por *Nasutitermes jaraguae* identificado no entorno das iscas no Setor de Horticultura da UFRRJ. Seropédica, RJ, 2014.



Figura 16: Três soldados de *Nasutitermes jaraguae* alinhados em comportamento de defesa dos operários ao longo da entrada do túnel de forrageamento construído no interior da isca de raiz de batata-doce (*Ipomea batatas*). Setor de Horticultura da UFRRJ. Seropédica, RJ, 2014.

Na maniva de mandioca, a porcentagem de ocorrência de *C. gestroi* (67%) (*Manihot esculenta*) foi maior que a de *H. longiceps* (22%) (teste de $\chi^2 = 39,19$; d.f. = 1; $p < 0,001$). Além disso, operários de *C. gestroi* consumiram todos os tecidos da maniva, inclusive as gemas (Figura 17), no entanto, *H. longiceps* foi encontrado somente na parte correspondente a medula das manivas, porém, sem danificar as gemas e as brotações emitidas (Figura 18). A medula das plantas geralmente é preenchida com tecido parenquimático de conteúdo variável composto por células vivas (RAVEN et al., 2001) (Figura 19). *N. jaraguae* não foi encontrado nas iscas de maniva de mandioca.



Figura 17: Maniva de mandioca (*Manihot esculenta*) coberta com material cartonado e galerias de *Coptotermes gestroi*. Seropédica, RJ, 2014.



Figura 18: Operário de *Heterotermes longiceps* em túnel construído na medula da maniva de mandioca (*Manihot esculenta*) em corte longitudinal do material vegetal e detalhe da brotação emitida pela maniva. Seropédica, RJ, 2014.



Figura 19: Extremidade da maniva de mandioca (*Manihot esculenta*) atacada por *Heterotermes longiceps*, evidenciando abertura de túnel de forrageamento no interior desta isca por esse térmita. Seropédica, RJ, 2014.

C. gestroi exibiu atividade de forrageamento predominante nas iscas de raiz de mandioca, cana-de-açúcar e batata-doce (Figura 20) → em relação as outras duas espécies de térmita (teste de $\chi^2 = 63,58$; d.f. = 2; $p < 0,001$), no entanto, *H. longiceps* (11%) e *N. jaraguae* (11%) recrutaram indivíduos para estas iscas com a mesma intensidade de forrageamento (teste de $\chi^2 = 0,05$; d.f. = 1; $p > 0,001$).

Nas amostras de caule do mamoeiro (*Carica papaya*), *C. gestroi* foi a única entre as três espécies de térmitas que colonizou estas iscas.



Figura 20: Ocorrência de *Coptotermes gestroi* em batata-doce (*Ipomea batatas*). Seropédica, RJ, 2014.

Todos os tipos de iscas (partes vegetais) foram colonizadas por *C. gestroi*, sugerindo que todas estas foram aceitas como fontes alimentares aptas ao forrageamento desta espécie, por não apresentarem características físicas limitantes à exploração, como densidade excessiva, nem características químicas limitantes, como compostos tóxicos, repelentes, arrestantes e deterrentes a *C. gestroi*. Além disso, como acontece em outras espécies de cupins, a preferência pode também ter sido influenciada pela presença de substâncias tóxicas fagoinibidoras ou deterrentes (CARTER & SMYTHE, 1974; NAGNAN & CLEMENT, 1990; RIPA et al., 2002; MORALES RAMOS & ROJAS, 2003). No entanto, verificamos que *C. gestroi* consumiu mais o caule do mamoeiro do que a batata-doce e a maniva de mandioca ($F_{4, 40}=10,71, p<0,05$) (Figura 21 e Tabela 01), o que pode estar relacionado à adequação de uma das fontes alimentares, aceitas anteriormente, para atender as necessidades nutricionais da colônia com menor gasto energético necessário para a exploração da fonte alimentar. Em cupins o comportamento de forrageamento parece também estar regulado pelos mesmos princípios da teoria do forrageamento ótimo, na qual a energia e os nutrientes obtidos no alimento superam a energia despendida na busca (HEDLUNG & HENDERSON, 1999; PIGOZZO et al., 2007). Em *N. corniger* a densidade parece ser um fator importante na escolha de uma fonte, mas seu peso não seria determinante. *C. gestroi* prefere madeiras de densidade baixa a moderada, no entanto neste caso, a densidade para este térmita não parece ser uma característica predominante para escolha da fonte de alimento (PERALTA et al., 2004; TIEPPO et al., 2007; BELTRÃO, 2012)

Os térmitas se alimentam de tecidos vegetais, que são fontes alimentares abundantes nos mais distintos ambientes. Na matéria vegetal morta predominam como constituintes a celulose e a parede celular, que não são fáceis de decompor pela alta concentração de carbono (ASSEM, 1980; HIGASHI et al, 1992). O tamanho da colônia possui conexão com o balanço C-N (carbono-nitrogênio) e quanto maior a habilidade do térmita em regular este balanço, maior a tendência da colônia em crescer (HIGASHI et al, 1992). Um dos motivos pelos os quais os térmitas podem ter preterido a maniva foi pela baixa presença de nitrogênio em seus tecidos quando em comparação com as outras partes vegetais utilizadas.

As colônias de cupins podem aumentar em tamanho ou incrementar suas reservas de nitrogênio por diversos caminhos: 1) Uso direto do tecido vegetal como alimento, onde podem selecionar frações mais ricas em nitrogênio; 2) Exploração de tecidos vegetais parcialmente decompostos, com ingestão de fungos e outros microrganismos; 3) Alta eficiência de assimilação de nitrogênio com baixas taxas de excreção; 4) Reciclagem do nitrogênio pela alimentação estomodeica ou proctodeica; 5) Fixação de nitrogênio atmosférico por parte de simbioses; 6) Eficiência na atividade digestiva por parte dos simbioses; 7) Canibalismo. As alternativas quatro, seis e sete, envolvem somente conservação das taxas de nitrogênio, enquanto que, as alternativas restantes resultam em incrementos nutricionais (LEE, 1983).

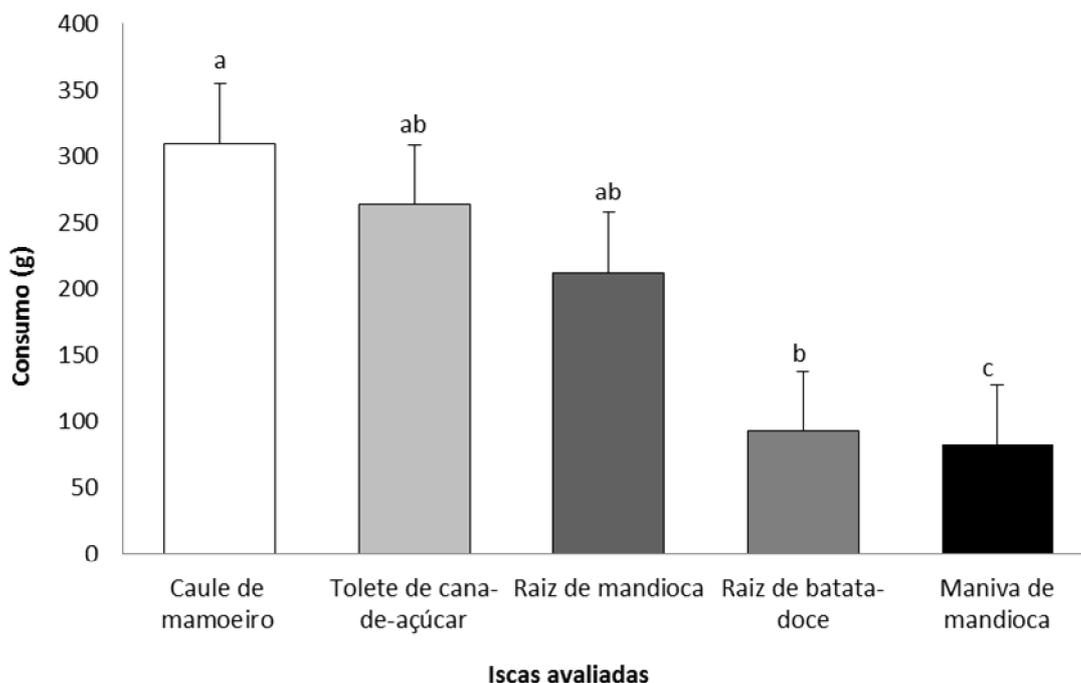


Figura 21: Consumo (g) (MÉDIA±EP) dos materiais vegetais por *Coptotermes gestroi*, *Heterotermes longiceps* e *Nasutitermes jaraguæ*. Seropédica, RJ, 2014. (Teste de Tukey a 5% de probabilidade, letras distintas indicam diferença significativa).

Tabela 01: Consumo (g) (MÉDIA±EP) das partes vegetais utilizadas como isclas por térmitas, em nove locais distintos no município de Seropédica, RJ, 2014. (Teste de Tukey a 5% de probabilidade, letras distintas indicam diferença significativa).

	Isclas avaliadas				
	Caule de mamoeiro	Raiz de mandioca	Tolete de cana-de-açúcar	Raiz de batata-doce	Maniva de mandioca
Consumo (g)	309,33±34,2a	212,22±37,1ab	263,22±21,5ab	92,66±30,3bc	82,33±29,6c

C. gestroi consumiu de forma predominante o caule do mamoeiro em relação à batata-doce e a maniva de mandioca, no entanto, este cupim foi atraído de forma similar por todas as cinco isclas. Este comportamento indica que a ausência das outras espécies de térmitas, *Heterotermes longiceps* e *Nasutitermes jaraguæ*, no caule do mamoeiro pode também ter favorecido o forrageamento de *C. gestroi* nesta iscla, em decorrência da ausência de competição entre térmitas por uma fonte alimentar. A capacidade de *C. gestroi* de se adaptar às condições do meio ambiente aliada ao seu comportamento de forrageamento agressivo e a sua grande capacidade de construir extensos sistemas ramificados de túneis podem explicar o sucesso de *C. gestroi* em relação às outras espécies de térmitas (WONG & LEE, 2010; HAPUKOTUWA & GRACE, 2012).

O tolete de cana-de-açúcar, a raiz de mandioca e a batata-doce não diferem estatisticamente entre si quanto ao consumo por *C. gestroi*. Do mesmo modo, estas térmitas consumiram o tolete de cana-de-açúcar, a raiz de mandioca e o caule do mamoeiro também sem estabelecer preferência alimentar. Em algumas iscas de caule de mamoeiro consumidas por *C. gestroi*, somente um material fibroso entrelaçado em forma de rede não foi consumido por estas térmitas (Figura 22), provavelmente por este material ser o tecido vegetal mais lignificado que compõe o caule. Por outro lado, nos toletes de cana-de-açúcar *C. gestroi* consumiu todos os tecidos, inclusive a superfície externa, sem causar danos a gema (Figura 23).



Figura 22: Fibra restante do caule do mamoeiro (*Carica papaya*) atacado por *Coptotermes gestroi*. Seropédica, RJ, 2014.



Figura 23: Tolete de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) colonizado por *Coptotermes gestroi* e no detalhe gema desenvolvida sem danos causados pelos térmitas. Seropédica, RJ, 2014.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no experimento, referentes à atratividade e consumo das partes vegetais de quatro espécies de plantas de importância agrícola (*Manihot esculenta*, *Saccharum officinarum*, *Ipomea batatas* e *Carica papaya*), expostas durante 30 dias ao ataque de térmitas em nove locais no município de Seropédica, RJ, permitem concluir que:

- Maniva e raiz de mandioca, tolete de cana-de-açúcar, raiz de batata-doce e caule de mamoeiro são colonizadas por térmitas, em áreas limítrofes rural-urbana do município de Seropédica, RJ.
- *Nasutitermes jaraguae* não coloniza iscas de maniva de mandioca, nem de caule de mamoeiro e incide nas iscas de raiz de mandioca, cana-de-açúcar e batata-doce com a mesma intensidade.
- *Heterotermes longiceps* recruta indivíduos para todas as iscas, exceto para o caule do mamoeiro e coloniza com mesma intensidade maniva e raiz de mandioca, tolete de cana-de-açúcar e raiz de batata-doce.
- *Coptotermes gestroi* apresenta hábito alimentar generalista, coloniza todas as partes vegetais usadas como isca, porém exibe preferência alimentar pelo caule de mamoeiro em relação à batata-doce e a maniva de mandioca.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMSON, A.M. Termites and the fertility of soils. **Tropical Agriculture**, v.20, n.6, p.107-202, 1943.
- ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B.; MOINO JR., A.; LOPES, R. B. Controle do cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Hagen) com iscas Termitrap impregnadas com inseticidas e associadas ao fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.27, n.4, p.639-644, 1998.
- ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B.; WALDER, J. M. M. Tamanho da área de forrageamento do cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) em cana-de-açúcar. Piracicaba. **Scientia Agricola**, v.56, n.2, 1999.
- ALVES, R. M. V.; ITO, D.; CARVALHO, J. L. V. de; MELO, W. F. de; GODOY, R. L. de O. Estabilidade da farinha da bata-doce biofortificada. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.15, n.1, p.59-71, 2012.
- AMARAL, R. D. A. M. **Diagnóstico da ocorrência de cupins xilófagos em árvores urbanas do bairro de Higienópolis, na cidade de São Paulo**. 71p. (Dissertação) Mestrado, ESALQ/USP, Piracicaba, 2002.
- ANDRADE JUNIOR, V. C.; PEREIRA, R. C.; DORNAS, M. F. S.; RIBEIRO, K. G.; VALADARES, N. R.; SANTOS, A. A.; CASTRO, B. M. C. Produção de silagem, composição bromatológica e capacidade fermentativa de ramas de batata-doce emurchedas. **Horticultura Brasileira**, v.32, p.91-97, 2014.
- ARAB, A.; COSTA-LEONARDO, A. M.; CASARIN, F. E.; GUARALDO, A. de C.; CHAVES, R. C. Foraging activity and demographic patterns of two termite species (Isoptera: Rhinotermitidae) living in urban landscapes in southeastern Brazil. **European Journal of Entomology**, v.102, p.691-697, 2005.
- ARAÚJO, R. L. A new genus of *Nasutitermes* from Brazil (Isoptera: Termitidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.14, n.5, p.365-368, 1970.
- ASSEM, M. A. Termites on vegetables. **Sociobiology**, v. 2, n. 2, p.162, 1980.
- AZEVEDO, A. M.; ANDRADE JUNIOR, W. C.; VIANA, D. J. S.; ELSAYED, A. Y. A. M.; PEDROSA, C. E.; VEIVA, I. P.; FIGUEIREDO, J. A. Influence of harvest time and cultivation sites on the production and quality of sweet potato. **Horticultura Brasileira**, v.32, p.21-27, 2014.
- BANDEIRA, A. G. Ocorrência de cupins (Insecta, Isoptera) como pragas de mandioca em Bujaru, Pará. **Acta Amazonica**, v.11, n.1, p.149-152, 1981.

BANDEIRA, A. G.; LISBOA, P. L. B.; SOUZA, P. C. S. **Insetos pragas de madeira de edificações em Belém-Pará**. EMBRAPA, 1989, 24p. (EMBRAPA, Boletim de Pesquisa, 1).

BANDEIRA, A. G.; MIRANDA, C. S.; VASCONCELOS, A. Danos causados por cupins em João Pessoa, Paraíba – Brasil. In: FONTES, L. R.; BERTI FILHO, E. (eds.) **Cupins. O desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, 1998, p.75-85.

BANDEIRA, A. G. Danos causados por cupins na Amazônia Brasileira. In: FONTES, L. R.; BERTI FILHO, E. (eds.) **Cupins. O desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, 1998, p.87-98.

BAQUERO, J. E.; RALISH, R.; MEDINA, C. de C.; TAVARES FILHO, J.; GUIMARÃES, M. de F. Soil physical properties and sugarcane root growth in a red oxisoil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.63-70, 2012.

BASALINGAPPA, S.; HOLOHOSUR, S. N.; KULKARNI, K. A.; VEERANNA, G. Infestation of the termite, *Heterotermes indicola* Wasmann on chilli (*Capsicum annum*) plants and its control (Rhinotermitidae: Isoptera). **The Indian Zoologist**, v.16, n.1&2, p.55-59, 1982.

BATISTA-PEREIRA, L. G.; SANTOS, M. G. dos; CÔRREA, A. G.; FERNANDES, K. B.; DIETRICH, C. R. R. C.; PEREIRA, D. A.; BUENO, O. C.; COSTA-LEONARDO, A. M. Electroantennographic response of *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) to Synthetic (3Z, 6Z, 8E)-dodecatrien-1-ol. **Journal of Brazilian Chemical Society**, v.15, n.3, p.372-377, 2004.

BELTRÃO, F. L. da S. **Ocorrência e preferência alimentar de térmitas (Insecta:Isoptera) associados a espécies florestais exóticas em condições naturais de Seropédica, RJ**. 50p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

BENNET, G. W.; OWENS, J. M.; CORRIGAN, R. M. **Guia científica de Truman para operaciones de control de plagas**. Universidad de Purdue, Indiana, EUA, 1996, 510p.

BERTI FILHO, E. Entomologia Florestal. In: **Manejo de pragas florestais**. Piracicaba: PCMIP/ IPEF/ESALQ-USP, 1993. 33p.

BICALHO, A. da C. **Aspectos comportamentais, taxa de consumo e marcação do cupim subterrâneo *Coptotermes havilandi* Holmgren, 1911 (Isoptera: Rhinotermitidae) em área residencial**. 82p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

BUSTAMANTE, N. C. R.. **Preferências alimentares de 5 espécies de cupins *Nasutitermes* Dudley, 1980 (Termitidae: Isoptera) por 7 espécies de madeiras de várzea na Amazônia Central**. 151p. (Dissertação) Mestrado, INPA/FUA, Manaus, 1993.

CAMPOSTRINI, E.; GLENN, D. M. Ecophysiology of papaya: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.19, n. 4, p.413-424, 2007.

CARTER, F.L.; SMYTHE, R.V. Feeding and survival responses of *Reticulitermes flavipes* (Kollar) to extractives of woods from 11 coniferous genera. **Holzforchung**, v.28, p.41-45, 1974.

CARVALHO, P. C. L. de. Biosistemática de Manihot. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. (eds.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas-BA. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006, 817p.

CARVALHO, P. C. L. de; FUKUDA, W. M. G. Estrutura da planta e morfologia. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. (eds.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas-BA. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006, 817p.

CASTILLO, V. P.; SAJAP, A. S.; SAHRI, M. H. Feeding response of subterranean termites *Coptoterems curvignathus* and *Coptoteremes gestroi* (Blattodea: Rhinotermitidae) to baits supplemented with sugars, amino acids, and cassava. **Journal of Economic Entomology**, v.106, n.4, p.1794-1801, 2013.

CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A.; ABREU, H. M. C. de; ARRUDA, P.; BESPALHOK FILHO, J. C.; BURNQUIST, W. L.; CRESTE, S.; DI CIERO, L.; FERRO, J. A.; FIGUEIRA, A. V. de O.; FILGUEIRAS, T. de S.; GROSSI-DE-SÁ, M. de F.; GUZZO, E. C.; HOFFMANN, H. P.; LANDELL, M. G. de A.; MACEDO, N.; MATSUOKA, S.; REINACH, F. de C.; ROMANO, E.; SILVA, W. J. da; SILVA FILHO, M. de C.; ULIAN, E. C. Sugarcane (*Saccharum officinarum*): a reference study for the regulation of genetically modified cultivars in Brazil. **Tropical Plant Biology**, v.4, p.62-89, 2011.

CHHOTANI, O. B. Distribution and zoogeography of the oriental termites of families Termopsidae, Hodotermitidae, Stylotermitidae and Rhinotermitidae. **Zeitschrift fuer Angewandte Entomologie**, v.100, n.1, p.88-95, 1985.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**, Quarto levantamento. Brasília, v.1, 2014, 20p.

CONSTANTINO, R. Catalog of the living termites of the New World (Insect: Isoptera). **Arquivos de Zoologia**, v.35, p.135-260, 1998.

CONSTANTINO, R. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 40, n.25, p.378-448, 1999.

CONSTANTINO, R. Key to soldiers of South American *Heterotermes* with a new species from Brazil (Isoptera: Rhinotermitidae). **Insects Systematics and Evolution**, v.31, p.463-472, 2001.

CONSTANTINO, R. The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. **Journal of Applied Entomology**, v. 126, p.355-365, 2002.

CONSTANTINO, R. 2007. On-Line Termites Database. disponível em: <http://www.unb.br/ib/zoo/docente/constant/catal/catnew.html>), consultado em: 14/04/2014.

COSTA-LEONARDO, A. M.; BARSOTTI, R. C. Swarming and incipient colonies of *Coptotermes havilandi* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology**, v. 31, n.1, p.131-142, 1998.

COSTA-LEONARDO, A. M.; CAMARGO-DIETRICH, C. R. R. Território e população de forrageio de uma colônia de *Coptotermes havilandi* (Isoptera: Rhinotermitidae) em meio urbano. **Arquivos do Instituto Biológico.**, São Paulo, v.66, n.2, p.99-105, 1999.

COSTA-LEONARDO, A. M. **Cupins-praga: morfologia, biologia e controle**. Rio Claro: A.M.C-L. 2002. 128p.

COWIE, R. H.; LOGAN, J. W. M.; WOOD, T. G. Termite (Isoptera) damage and control in tropical forestry with special reference to Africa and Indo-Malaysia: a review. **Bulletin of Entomological Research**, v.19, p.175-184, 1989.

ECHER, F. R.; DOMINATO, J. C.; CRESTE, J. E. Absorção de nutrientes e distribuição da massa fresca e seca entre órgãos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.176-182, 2009.

EDWARDS, R.; MILL, A. E. **Termites in buildings, their biology and control**. East Grinstead: Rentokil, 1986. 261p.

EVANS, T. A.; FORSCHLER, B. T.; GRACE, J. K. Biology of invasive termites: a worldwide review. **Annual Review of Entomology**, v.58, p.455-474, 2013.

FARIAS, A. R. N.; BELLOTTI, A. C. Pragas e seu controle. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. (eds.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas-BA. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006, 817p.

FONTES, L. R. Novos táxons e novas combinações nos cupins nasutos geófagos da região Neotropical (Isoptera: Termitidae, Nasutermitinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.26, n.1, p.99-108, 1982.

FONTES, L. R. Cupins em áreas urbanas. In: E. BERTI FILHO; L. R. FONTES (eds.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995, p.57-76.

FONTES, L. R. & MONTEIRO, A. R. (1998). Etimologia e pronúncia dos nomes científicos dos cupins. In: FONTES, L. R.; BERTI FILHO, E. (eds.) **Cupins. O desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, 1998, p.19-43.

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, 1998a, p.109-124.

FONTES, L. R. Etimologia e pronúncia dos nomes científicos dos cupins. In: FONTES, L. R.; BERTI FILHO, E. (eds.) **Cupins. O desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, 1998b, p.19-43.

FONTES, L. R.; ARAÚJO, R. L. Os cupins. In: MARICONI, F. A. M. (ed.). **Insetos e outros invasores de residências**. Piracicaba: FEALQ, 1999. p.35-90.

FRENH, J. R. J.; ROBINSON, P. J.; EWART, D. M. Mound colonies of *Coptotermes lacteus* (Isoptera) eat cork in preference to sound wood. **Sociobiology**, v.11, n.3, p.303-309, 1986.

GRASSÉ, P-P. **Termitologia**. International Congress of IUSI. Paris, França. Masson., v. 1. 1982, 676p.

GUI-XIANG, L.; ZI-RONG, D.; BIAO, Y. Introduction to termite research in China. **Journal of Applied Entomology**, v.117, p.360-369, 1994.

HAPUKOTUWA, N. K.; GRACE, J. K. *Coptotermes formosanus* and *Coptotermes gestroi* (Blattodea: Rhinotermitidae) exhibit quantitatively different tunneling patterns. **Psyche**, v.2012, 7p., 2012.

HARRIS, W. V. **Termites: their recognition and control**. New York, 187p., 1961.

HARRIS, W. V. **Termites: their recognition and control**. Longman, London, 186p., 1971.

HEDLUNG, J.C.; HENDERSON, G. Effect of available food size on search tunnel formation by the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v.92, p.610–616, 1999.

HENDERSON, G.; RAO, K. S. Sexual dimorphism in soldiers of Formosan Subterranean Termites (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology**, v.21, n.3, p.341-435, 1993.

HIGASHI, M.; ABE, T.; BURNS, T. P. Carbon-nitrogen and termite ecology. **Proceedings of the Royal Society of London**, v.249, p.303-308, 1992.

IBGE, 2014. disponível em: www.serieestatisticas.ibge.gov.br, consultado em 20/05/2014.

INMET, 2014. **Normais climatológicas do Brasil**. disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>, consultado em 30/05/2014.

JENKINS, T. M.; JONES, S. C.; LEE, C.-Y.; FORSCHLER, B. T.; CHEN, Z.; LOPEZ-MARTINEZ, G.; GALLAGHER, N. T.; BROWN, G.; NEAL, M.; THISTLETON, B.; KLEINSCHMIDT, S. Phylogeography illuminates maternal origins of exotic *Coptotermes gestroi* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, n.42, p.612-621, 2007.

KING, E. G. JR.; SPINK, W. T. Foraging galleries of the Formosan Subterranean Termite, *Coptotermes formosanus*, in Louisiana. **Annals of the Entomological Society of America**, v.62, n.3, p.536-542, 1969.

KO, W. H.; FUJII, J. K.; KANEGAWA, K. M. The nature of soil pernicious to *Coptotermes formosanus*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 39, p.38-40, 1982.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un studio de los climas de la Terra**. México: Fondo Cultural Económico, 1948. 479p.

KRISHNA, K. Introduction. In: Krishna, K.; Weesner, F. (eds.). **Biology of Termites**. New York and London: Academic Press. Vol II, 1969, 598p.

KRISHNA, K.; GRIMALDI, D. A.; KRISHNA, V.; ENGEL, M. S. Treatise on the Isoptera of the world: 1. Introduction. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v.377, n.1, p.1-200, 2013a.

KRISHNA, K.; GRIMALDI, D. A.; KRISHNA, V.; ENGEL, M. S. Treatise on the Isoptera of the world: 3. Neoisoptera excluding Termitidae. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v.377, n.3, p.627-971, 2013b.

KRISHNA, K.; GRIMALDI, D. A.; KRISHNA, V.; ENGEL, M. S. Treatise on the Isoptera of the world: 5 Termitidae (part two). **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v.377, n.5, p.1499-1987, 2013c.

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**, v.2, n.2, p.155-169, 1976.

LA FAGE, J.P.; NUTTING, W.L. Nutrient dynamics of termites. In: Brian, M.V. (ed.). **Production Ecologia of Ants and Termites**. Cambridge: Cambridge University Press, 1978, 409p.

LAI, P. Y.; TAMASHIRO, M.; YATES, J. R.; SU, N.-Y.; FUJII, J. K.; EBESU, R. H. Living plants in Hawaii attacked by *Coptotermes formosanus*. **Proceedings of the Hawaiian Entomological Society**, v.24, n.2&3, p.283-286, 1983.

LEE, K.E.; WOOD, T.G. **Termites and Soils**. London and New York, Academic Press, 1971, 251p.

LEE, K. E. The influence of earthworms and termites on soil nitrogen cycling. **Proceedings of the VIII International Colloquium of Soil Zoology**. p.35-48, Belgium, 1983.

LENZ, M.; BARRET, R. A. Neotonic formation in field colonies of *Coptotermes lacteus* (Froggat) in Australia, with comments on the roles of neotonics in the genus *Coptotermes* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology**, v.7, p.147-59, 1982.

LENZ, M. BARRET, R. A.; MILLER, L. R. Nest construction by colonies of *Coptotermes lacteus* in the presence or absence of reproductives (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology**, v.11, n.3, p.227-235, 1986.

LENZ, M.; BARRET, R. A.; MILLER, L. R. Mechanisms of colony re-establishment after orphaning in *Coptotermes lacteus* (Froggatt) (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology**, v.14, n.1, p.245-268, 1988.

LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.1, p.65-69, 2002.

LI, H.-F.; FUJISAKI, I.; SU, N.-Y. Predicting habitat suitability of *Coptotermes gestroi* (Isoptera: Rhinotermitidae) with species distribution models. **Journal of Economic Entomology**, v.106, n.1, p.311-321, 2013.

LIMA, J. T.; COSTA-LEONARDO, A. M. Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Isoptera). **Biota Neotropica**, v.7, n.2, 2007.

LIMA FILHO, M.; PEIXOTO, S. M. **Cupins subterrâneos em cana-de-açúcar no Estado do Espírito Santo, Nordeste de Minas Gerais e Sul da Bahia – monitoramento e controle**. UFRRJ, 1998, 8p. (UFRRJ, Boletim Técnico, 8).

MACEDO, N. Atualização no controle de cupins subterrâneos em cana-de-açúcar. In: E. Berti Filho; L. R. Fontes (eds.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. FEALQ, Piracicaba, 1995, p.121-126.

MARICONI, F.A.M.; FONTES L.R.; ARAÚJO, R.L. Os cupins. In: MARICONI, F. A. M.; FONTES L. R.; ARAÚJO, R. L. (Eds.). **Insetos e outros invasores de residências**. Piracicaba: FEALQ, v.6, 1999. p.35-90.

MARIN, F.; NASSIF, D. S. P. Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: Fisiologia, conjuntura e cenário futuro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.2, p.232-239, 2013.

MARTINS, G. A; SILVA, R. F. da; ARAÚJO, E. F.; PEREIRA, M. G.; VIEIRA, H. D.; VIANA, A. P. Influência do tipo de fruto, peso específico das sementes, e período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão do grupo formosa. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.12-17, 2005.

MARTINS, G. A.; SILVA, R. F. da; PEREIRA, M. G.; ARAÚJO, E. F.; POSSE, S. C. P. Influência do repouso pós-colheita de frutos na qualidade fisiológica de sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.2, p.142-146, 2006.

MARTINS, C.; FONTES, L. R.; BUENO, O. C.; MARTINS, V. G. *Coptotermes gestroi* (Isoptera: Rhinotermitidae) in Brazil: possible origins inferred by mitochondrial cytochrome oxidase II gene sequences. **Genome**, v.53, p.651-657, 2010.

MATTOS, P. L. de; ALMEIDA, P. A. de. Colheita. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. DE; FUKUDA, W. M. G. (eds.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas-BA. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 817p., 2006.

McMAHAN, E. A. Beneficial aspects of termites. In: Vinson, S. B. (ed.). **Economic impact and control of social insects**. New York, Pralger Press, 1986, p.144-164.

MÉLO, A. C. S.; BANDEIRA, A. G. Consumo de madeira por *Heterotermes sulcatus* (Isoptera: Rhinotermitidae) em ecossistema de caatinga no Nordeste do Brasil. **Oecologia Brasiliensis**, v.11, n.3, p.350-355, 2007.

MEDEIROS, M. B. de. Metabolismo da celulose em Isoptera. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, n.33, 2004.

MENEZES, E. B.; BELTRÃO, F. L. da S.; GAZAL, V.; AGUIAR-MENEZES, E. de L.; BAILEZ, O.; VIANA-BAILEZ, A. M. M. Infestação de *Coptotermes gestroi* (Rhinotermitidae) em plantas cultivadas e ornamentais. **I Simpósio Brasileiro de Termitologia**, Brasília/DF, p.20, 2013.

MILANO, S.; FONTES, L. R. Controle de cupins: Inteligência humana x sabedoria natural. In: **Cupim e cidade: implicações ecológicas e controle**. São Paulo, Brasil, 2002, p.21-32.

MILL, A. E. Faunal studies on termites (Isoptera) and observations on their predators (Hymenoptera: Formicidae) in the Amazon basin. **Revista Brasileira Entomologia**, v.26, n.3&4, p.253-260, 1982.

MILL, A. E. Termites as structural pest in Amazonia, Brazil. **Sociobiology**, v.19, n.2, p.339-348, 1991.

MIRANDA, G. B.; CONCEIÇÃO, R. G.; PAPEROSTRO, H. G.; SOUZA, J. H.; MENEZES, E. B.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Ocorrência de cupins subterrâneos em sombreiro (*Clitoria fairchildiana*) no município de Seropédica, RJ. **Anais XIX Congresso Brasileiro de Entomologia**, Manaus/AM, p.147, 2002.

MORALES-RAMOS, J.A.; ROJAS, M.G. Nutritional ecology of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae): Growth and survival of incipient colonies feeding on preferred wood species. **Journal of Economic Entomology**, v.96, p.106-116, 2003.

MOULIN, M. M.; RODRIGUES, R.; GONÇALVES, L. S. A.; SUDRÉ, C. P.; SANTOS, M. H.; SILVA, J. R. P. Collection and morphological characterization of sweet potato landraces in north of Rio de Janeiro state. **Horticultura Brasileira**, v.30, p.286-292, 2012.

NAGNAN, P.; CLEMENT, J.L. Terpenes from the maritime pine *Pinus pinaster*: toxins for subterranean termites of the genus *Reticulitermes* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 18, p.13-16, 1990.

NOIROT, C.; NOIROT-TIMOTHEÉ, C. The digestive system *In*: Krishna, K.; Weesner, F.M. (eds.). **Biology of Termites, Vol. 1**. New York and London: Academic Press, 1969, p.49- 85.

NOVARETTI, W. R. T.; FONTES, L. R. Cupins: uma grave ameaça à cana-de-açúcar no nordeste do Brasil. *In*: FONTES, L. R.; BERTI FILHO, E. (eds.). **Cupins. O desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, 1998, p.163-172.

NYAMAPFENE, K. W. The use of termite mounds in Zimbabwe peasant agriculture. **Tropical Agriculture** (Trinidad), v.63, n.2, p.191-192, 1986.

OLIVEIRA, A. M. F.; LELIS, A. T.; LEPAGE, E.; CARBALLERA LOPEZ, G. A.; SAMPAIO OLIVEIRA, L. C.; CAÑEDO, M. D.; MILANO, S. Agentes destruidores da madeira. *In*: LEPAGE, E. S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras, v1**. São Paulo: IPT. I, 1986, p.99-278.

OLIVEIRA, A. P. de; GONDIM, P. C.; SILVA, O. P. R. da; OLIVEIRA, A. N. P. de; GONDIM, S. C.; SILVA, J. A. Produção e teor de amido da batata-doce em cultivo sob adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n.8, p.830-834, 2013.

OSHIMA, M. Formosan termites and methods of preventing their damage. **Hawaii Forester and agriculture**, v. 17, p.314-321, 1919.

PEARCE, M.J.; WAITE, B.S. A list of termite genera with comments on taxonomic changes and regional distribution. **Sociobiology**, v.23, p.247-263, 1994.

PERALTA, R. C. G.; MENEZES, E. B.; CARVALHO, A. G.; AGUIAR-MENEZES, E. de L. Wood consumption of rates of forest species by subterranean termites (Isoptera) under field conditions. **Revista Árvore**, v.28, n.2, p.283-289, 2004.

PIGOZZO, C. M.; NEVES, E. L.; JACOBI, C. M.; VIANA, B. F. Comportamento de forrageamento de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cearensis* Ducke (Hymenoptera: Apidae, Xylocopini) em uma população de *Cupheabrachiata* Koehne (Lythraceae). **Neotropical Entomology**, v.36, n.5, p.652-656, 2007.

PIZANO, M. A.; FONTES, L. R. Ocorrência de *Heteroteremes tenuis* (Hagen, 1858) e *Heterotermes longiceps* (Snyder, 1924) (Isoptera: Rhinotermitidae) atacando cana-de-açúcar no Brasil. **Brasil Açucareiro**, São Paulo, v. 104, n.3/4, p.29, 1986.

PIVETTA, J.P. Cana-de-açúcar, controle de cupins e cigarrinhas-das-raízes. **Correio Agrícola**, v.1, p.2-5, 2006.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Freeman and Company, Nova Iorque, EUA, 2001. 906p.

REDDY, M. V. Some physic-chemical properties of carton material of the structural – wood destroying *Coptotermes kishori* (Roonwall & Chhotani) in relation to the underlying soils. **Comparative Physiology and Ecology**, v.8, n.4, p.345-348, 1983.

RIPA, R.; CASTRO, L.; SU, N.-Y.; PALMA, P. Laboratory estimate of wood consumption rates by *Reticulitermes* sp. (Isoptera: Rhinotermitidae) in Chile. **Sociobiology**, v.39, p.285–290, 2002.

ROBINSON, W.H. **Urban entomology: Insect and mite pests in the human environment**. 1 ed. London: Chapman & Hall, 1996. 430p.

ROESLER, P. V. S. de O.; GOMES, S. D.; MORO, E.; KUMMER, A. C. B.; CEREDA, M. P. Produção e qualidade de raiz tuberosa de cultivares de batata-doce no oeste do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.30, n.1, p.117-122, 2008.

ROMÃO, C. O.; CARVALHO, G. G. P.; LEITE, V. M.; SANTOS, A. S.; CHAGAS, D. M. T.; RIBEIRO, O. L.; PINTO, L. F. B.; OLIVEIRA, R. L. Fracionamento de carboidratos e degradabilidade ruminal da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.2, p.537-546, 2013.

SANDS, W.A.; WOOD, T.G. The role of termites in ecosystems. In: Brian, M.V. (ed.). **Production Ecology of ants Termites**. Cambridge: Cambridge University Press, 1978, p.245-292.

SAGWAL, S. S. Damage potential and control of termites in agro-forestry. **Pesticides**, p.11-14, out 1987.

SALIHAN, Z.; SHAH, M.; SATTAR, A. Survey of sugarcane termites of Nowshera and Charsadda Tehsils. **Proceedings of 8th Pakistan Congress of Zoology**, p.289-297, 1988.

SANTOS, M. N.; TEIXEIRA, M. L. F.; PEREIRA, M. B.; MENEZES, E. B. Avaliação de estacas de *Pinus sp.* como isca-armadilha em diversos períodos de exposição a cupins subterrâneos. **Floresta**, Curitiba, v.40, n.1, p.29-36, 2010.

SCHEFFRAHN, R. H.; SU, N.-Y. Asian Subterranean Termite, *Coptotermes gestroi* (= *haviglandi*) (Wasmann) (Insecta: Isoptera: Rhinotermitidae). **UF/IFAS. EENY-128**. 2008. disponível em: <http://creatures.ifas.ufl.edu>.

SU, N.-Y.; SCHEFFRAHN, R. H.; WEISLING, T. A new introduction of a subterranean termite, *Coptotermes haviglandi* Holmgren (Isoptera: Rhinotermitidae) in Miami, Florida. **Florida Entomologist**, v.80, n.3, p.408-411, 1997.

TAKEMATSU, Y.; VONGKALUANG, C. A taxonomic review of the Rhinotermitidae (Isoptera) of Thailand. **Journal of Natural History**, v.46, n.17-18, p.1079-1109, 2012.

THAKUR, M. L. Current status of termite as pest of bamboos and their control. **The Indian Forester**, v.114, n.10, p.720-725, 1988.

THUMÉ, M. A.; DIAS, L. E.; SILVEIRA, M. A. da; ASSIS, I. R. de. Níveis críticos foliares de nutrientes de três cultivares de batata-doce, selecionados para produção de etanol. **Revista Ceres**, Viçosa, v.60, n.6, p.863-875, 2013.

TIEPPO, F. M. M.; TREVISAN, H.; CARVALHO, A. G. de. Resistência da madeira de quatro essências florestais utilizadas na arborização urbana a *Coptotermes gestroi* (Wasmann, 1896). **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.2, n.1, p.109-116, 2007.

TREVISAN, H.; DE NADAI, J.; LUNZ, A. M.; CARVALHO, A. G. de. Ocorrência de térmitas subterrâneas (Isoptera: Rhinotermitidae e Termitidae) e durabilidade natural da madeira de cinco essências florestais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.13, n.2, p.153-158, 2003.

TREVISAN, H.; MARQUES, F. M. T.; CARVALHO, A. G. de. Degradação natural de toras de cinco espécies florestais em dois ambientes. **Floresta**, Curitiba, v.38, n.2, p.33-41, 2008.

TSAI, C.-C.; CHEN, C.-S. First record of *Coptotermes gestroi* (Isoptera: Rhinotermitidae) from Taiwan. **Formosan Entomology**, v.23, p.157-161, 2003.

VASCONCELOS, W. E. de; MEDEIROS, E. V.; RIOS, M. S.; TEMÓTEO, A. S.; SOUZA, A. H. de; MARACAJÁ, P. B.; DIAS, V. H. P. Biodiversidade e monitoramento da ordem Isoptera em Olinda, PE. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v.3, n.2., 2003.

VASCONCELLOS, A. **Estrutura e dinâmica de ninhos policíclicos de uma espécie de *Nasutitermes* (Isoptera: Termitidae) em Mata Atlântica e no meio urbano de João Pessoa, Paraíba, Brasil.** 84p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 1999.

WALLER, D. A.; LA FAGE, J. P. Food quality and foraging response by the subterranean termite *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae). **Bulletin of Entomological Research**, v.77, p.417-424, 1987.

WANDERLEY, P. A.; WANDERLEY, M. J. A.; MEDEIROS, M. B.; VEIGA, A. F. de S. L. da. Mecanismos de ação de himenópteros parasitóides sobre *Megastes* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) em agrossistemas de batata-doce (*Ipomea batatas* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.4, p.1243-1244, 2004.

WELDON, D. A review of ecology and control studies of Formosan termites. **American Wood-Preserves Association**, n.66, p.243-246, 1970.

WILCKEN, C. F.; RATEANO, C. G. Controle de cupins em florestas. In: E. Berti Filho; L. R. Fontes (eds.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**, FEALQ, Piracicaba, 1995. p.141-154.

WILSON, E.O. **The Insects Societes**. Cambridge and Massachussetts, Havard University Press. 1971, 548p.

WONG, N.; LEE, C.-Y. Influence of different substrate moisture on wood consumption and movement patterns of *Microcerotermes crassus* and *Coptotermes gestroi* (Blattodea: Termitidae, Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v.103, n.2, p.437-442, 2010.

WOOD, T. G.; JOHNSON, R. A.; OHIAGU, E. Populations of termites (Isoptera) in natural and agricultural ecosystems in Southern Guinea savanna near Mokwa, Nigeria. **Geo-Eco-Trop**, v.1, n.2, p.139-148, 1977.

YAGA, S. Termiticidal activity of immature fruit juice of papaya. **Mokuzai Gakkaishi**, v.19, n.7, p.349-350, 1973.

ZORZENON, F. J.; POTENZA, M. R.. Cupins: pragas em áreas urbanas. **Boletim Técnico do Instituto Biológico**, São Paulo, n.10, 1998, 40p.