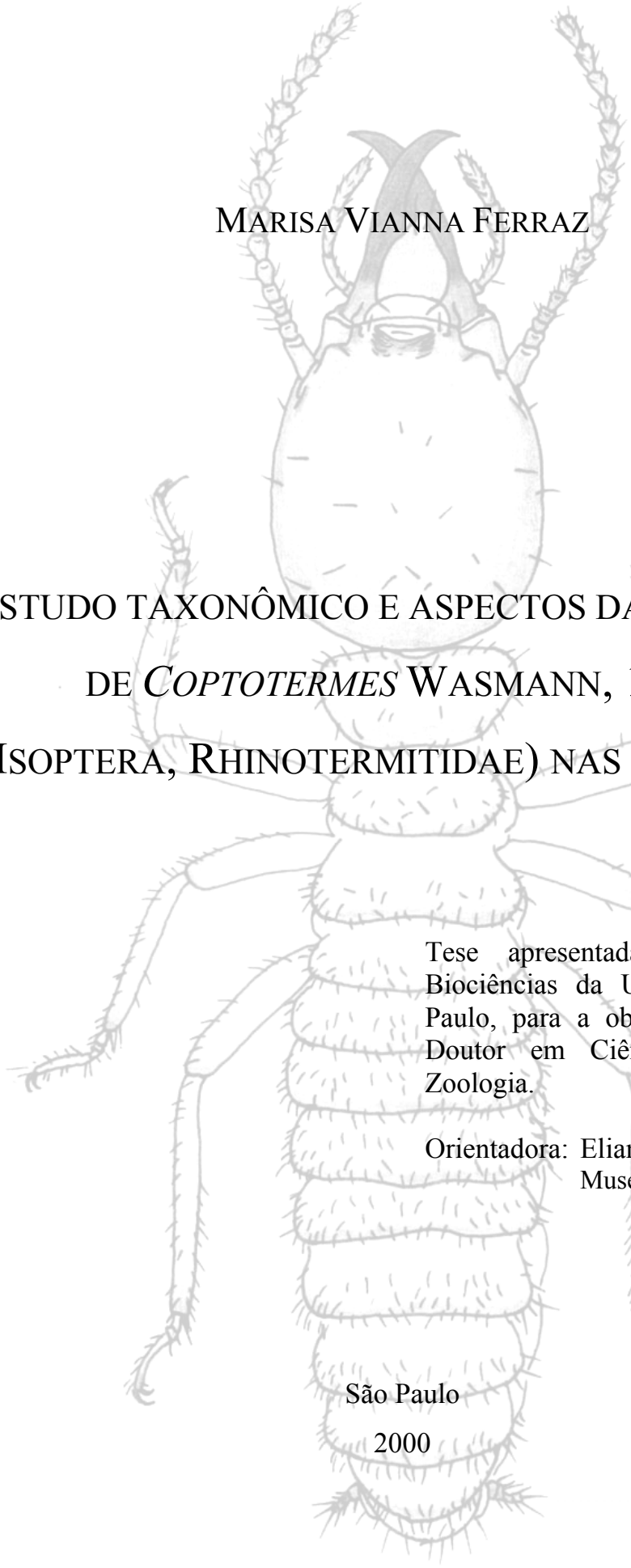
MARISA VIANNA FERRAZ



ESTUDO TAXONÔMICO E ASPECTOS DA BIOLOGIA DE *COPTOTERMES* WASMANN, 1896 (ISOPTERA, RHINOTERMITIDAE) NAS AMÉRICAS

Tese apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, para a obtenção de Título de Doutor em Ciências, na Área de Zoologia.

Orientadora: Eliana Marques Cancello
Museu de Zoologia da USP

São Paulo

2000

FICHA CATALOGRÁFICA

Ferraz, Marisa Vianna
Estudo Taxonômico e Aspectos da Biologia de *Coptotermes* Wasmann, 1896 (Isoptera, Rhinotermitidae) nas Américas
Número de páginas: 213

Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Zoologia.

1. *Coptotermes* 2. Taxonomia 3. Biologia I. Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências. Departamento de Zoologia.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Antônio Tadeu de Lelis

Prof. Dr. Divino Brandão

Prof. Dr. Sérgio Antônio Vanin

Prof. Dr. Carlos Roberto F. Brandão

Profa. Dra. Eliana Marques Cancello
Orientadora

Ao meu pai, Bernardo,
meu maior incentivador no campo da ciência,
e à toda minha família que,
de uma forma ou de outra, sempre me apoiou.

"If I should write you
all the interesting things I see among the termites,
it would read like a Münchausen story..."

J. Beaumont
(Panamá, junho de 1889)

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa de estudos.

À professora Dra. Eliana Marques Cancello, pela orientação neste estudo e participação na minha formação.

Aos professores do Museu de Zoologia, Dr. Ubirajara Ribeiro Martins de Souza, Dra. Mirian David Marques, Dr. Carlos Roberto F. Brandão, Dra. Sônia Aparecida Casari e Dr. Mario de Vivo, e do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Dr. Antônio Tadeu de Lelis, pelo apoio e valiosa contribuição para a minha formação.

Ao professor da Universidade da Flórida, Dr. Nan-Yao Su, pela acolhida e orientação durante meu estágio no Fort Lauderdale Research and Education Center, Flórida, EUA, para aprender técnicas de monitoramento, captura, manejo e criação de cupins subterrâneos.

Aos colegas do Fort Lauderdale Research and Education Center, Jan Křeček, Paul Ban, Ron Popin, Joan Perrier, Jack Kramer, Rudolf Scheffrahn e o cãozinho Frankie, pela amizade e apoio durante o meu estágio.

Ao colega Nícolas Lavor de Albuquerque, por sua sempre boa vontade e enorme paciência em me ajudar na edição e formatação dos desenhos e das imagens de microscopia eletrônica.

À colega Christiane Izumi Yamamoto, por sua grande contribuição nas coletas dos alados e também na solução de problemas, que não foram poucos.

Ao colega Alberto Akama, pelo seu sempre pronto auxílio na confecção dos slides e fotografias deste trabalho.

À colega Erika Hingst-Zaher, pela sua grande disponibilidade e competência na realização da parte da estatística.

À colega Christiana Klingenberg, além das traduções dos textos em alemão, pela sua sempre disponibilidade, estímulo incansável e ajuda valiosa na finalização deste trabalho. Vielen Dank!

Aos demais colegas do Museu de Zoologia, Márcia Fernandes Lourenço Françoso, Orlando Tobias Silveira, Rogério R. da Silva, Beatriz Woiski Teixeira Coelho, Palmira Ros-Farré, Bodo Hasso Dietz, Patricia Romano da Silva, Lyncoln da S. Ferreira, Antonio Alves Tavares, Thibaud Monnin, Luís Cláudio Marques de Oliveira, Yana Teixeira dos Reis, Selma Bellusci, Samira Chahad, Tiago Courrol Ramos, Angela Maria Zanata, Gilson E. Iack-Ximenez, Sergio Ide e Ronaldo Toma, pela grande troca de experiências.

A todos os funcionários do Museu de Zoologia da USP.

A chefe da biblioteca do Museu de Zoologia, Dione Seripierri, e às demais bibliotecárias, Claudia Alves de Melo, Marta Lucia Zamana Bonamini, Carmina Lupo, Teresa Beatriz Nunes Guimarães, Janete da Rocha, Maria Regina Mendonça Ferreira, Maria da Conceição Bueno da Silva, que sempre estiveram prontas a auxiliar.

À técnica de microscopia eletrônica, Lara Maria Guimarães, pela colaboração na confecção das imagens de microscopia eletrônica.

Ao biólogo Marcelo Turra Ponte, da empresa de prevenção e combate a insetos "Prev-Insect", e aos pesquisadores do Instituto Biológico, Marcos Roberto Potenza e João Justi Junior, pelo fornecimento de ninhos e cupins vivos.

Aos responsáveis pela Estação Meteorológica do Instituto Astronômico e Geofísico (IAG), Artemio Plana Fattori e Frederico Luiz Funari, pelos dados referentes à temperatura, umidade e precipitação da cidade de São Paulo.

Aos curadores das coleções, pelo empréstimo do material estudado.

À Maria Letícia Augusta Falabella Tavares de Lima (tia Lae), pela cuidadosa revisão do texto.

A todos de minha família: Marília, Bernardo, Helena, Fernando, Bado, Kika, Bê, Nanda, Mauro, Fernandinho e Fabinho, que, de uma forma ou de outra, me compreendem e apóiam meu modo de ser.

A Hidalina Luiza Del Rigo, pela força e pelos novos horizontes, me ensinando a maneira de sonhar, lutar e vencer.

RESUMO

Coptotermes (Isoptera: Rhinotermitidae) é um gênero de grande importância econômica que, no sudeste do Brasil, é responsável pela maioria dos estragos em materiais celulósicos. Nenhum estudo taxonômico havia sido feito anteriormente, para as espécies das Américas e, até o momento, apenas cinco espécies eram conhecidas na região. Este gênero, com distribuição pantropical, apresenta cerca de 80 espécies descritas no mundo e, por ser um grupo grande e bastante diversificado, existe uma carência de trabalhos de revisão taxonômica e a identificação das espécies é, freqüentemente, uma tarefa difícil.

No presente trabalho, foi feito o estudo taxonômico do gênero *Coptotermes*, nas Américas. Além das cinco espécies conhecidas, *C. havilandi*, *C. formosanus*, *C. testaceus*, *C. crassus* e *C. niger*, reconheço agora 13 novos táxons, que apresento aqui como espécies novas. Juntamente com as descrições, acrescentei dados de morfometria, desenhos esquemáticos, imagens de microscopia eletrônica de varredura, mapas com a distribuição geográfica e chaves de identificação de todas as espécies, com exceção de *C. niger*, pois não pude examinar os tipos, nem identificar qualquer amostra, com certeza, como sendo desta espécie. Achei preferível manter tal nome e a descrição traduzida de SNYDER (1922), mas não posso afirmar que se trata de uma boa espécie por falta de dados. Apesar da grande quantidade de material estudado (730 amostras), grandes áreas geográficas, em especial a região norte e nordeste do Brasil e outros países da América do Sul, ainda carecem de material representativo. Com a realização de coletas mais extensivas, acredito que este número possa duplicar.

Foi dada ênfase no estudo de *Coptotermes havilandi*, principal praga de madeiras do sudeste brasileiro. Para esta espécie, foi feito o estudo da biologia das colônias iniciais, observando-se o comportamento pós-revoada, escolha do substrato de nidificação, taxa de sobrevivência das colônias, tempo de pré-postura, período de incubação dos ovos, tempo de duração e taxa de mortalidade entre os instares dos operários, muda e porcentagem da casta de soldados, número e viabilidade de indivíduos por colônia e rejeição das câmaras de criação, pelos reprodutores. Os resultados do estudo da biologia evidenciam a grande plasticidade de *C. havilandi*, no

estabelecimento de novas colônias, em diversos tipos de substratos, até mesmo nos considerados pouco propícios e, também, sem a necessidade de contato com o solo.

Também foi feito o estudo da fenologia das revoadas desta espécie, na cidade de São Paulo, destacando a sazonalidade e horário das revoadas, assim como razão sexual dos alados. Sua capacidade de fazer revoadas esporádicas, fora do período de pico (entre agosto e outubro), durante quase todo o ano, além de sua ampla distribuição horária, evidenciam a alta plasticidade de *C. havilandi* na dispersão dos indivíduos e a grande capacidade reprodutiva da espécie, com a produção de alados durante quase o ano inteiro.

Por último, foi feita a descrição do ninho desta espécie, que mostrou um padrão semelhante a outras descrições feitas previamente, para esta e outras espécies do gênero.

ABSTRACT

Coptotermes (Isoptera: Rhinotermitidae) is a genus economically important, responsible for most of the damage to wood in southeastern Brazil. No taxonomic study on American species is available, and so far only five species have been described in the Americas. *Coptotermes* has a pantropical distribution, with approximately 80 species described worldwide. Taxonomic reviews for this genus are scarse and the identification of species of this diversified group is often difficult.

This work is a taxonomic study of the genus *Coptotermes* in the Americas. In addition to the five described species, *C. havilandi*, *C. formosanus*, *C. testaceus*, *C. crassus* and *C. niger*, I describe thirteen new taxa that are presented as new species. Together with the descriptions of species I include morphometric data, schematic drawings, scanning electron microscopy pictures, maps of the distribution of each species and an identification key for all species except *C. niger*, for which I could not examine the types neither identify samples with certainty. Therefore, I chose rather to retain the name and description given by SNYDER (1922), although I cannot show that it is actually a good species. Despite the high number of samples analyzed (730) representative data from big geographical areas, especially north and northeastern Brazil and the other countries of South America are still lacking. More extensive collects in these areas potentially can double the number of the known *Coptotermes* species in the Americas.

I focused on the study of *C. havilandi*, which is the main pest of wood in southeastern Brazil. The biology of incipient colonies has been studied, recording post-swarming behavior, nest choice, survival rate of colonies, duration of pre-oviposition, incubation time for eggs, each instar's duration, death rate between worker instars, moulting and proportion of soldiers, number and viability of individuals per colony, and rejection from reproductive chambers by the reproductives. The study of the biology shows the high plasticity of *C. havilandi* to founding colonies in different types of substrates, including some considered as poorly suitable and some lacking contact with the soil.

The study of the phenology of swarms in São Paulo city reveals the seasonality and timing of swarms, as well as the sexual ratio of alates. The capacity to produce sporadic dispersal flights (i.e. out of the peak period from August to October) almost year round and during a large part of the day demonstrate the high plasticity of *C. havilandi* in its dispersal habit and high reproductive capacity.

Finally, I describe the nest of *C. havilandi*, showing a similar pattern to previous descriptions for this and other species of the genus.

SUMÁRIO

1. Introdução Geral e Objetivos 1

2. Taxonomia do Gênero *Coptotermes* 9
RESUMO 9
2.1 INTRODUÇÃO 9
2.2 MATERIAIS E MÉTODOS 12
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 21
2.3.1 DESCRIÇÕES 21
COPTOTERMES Wasmann, 1896 21
COPTOTERMES HAVILANDI Holmgren, 1911B 27
COPTOTERMES FORMOSANUS Shiraki, 1909 37
COPTOTERMES TESTACEUS (Linnaeus, 1758) 41
COPTOTERMES CRASSUS Snyder, 1922 46
COPTOTERMES NIGER Snyder, 1922 48
COPTOTERMES SP.N, SP.N. 51
COPTOTERMES SP.A, SP.N. 53
COPTOTERMES SP.B, SP.N 54
COPTOTERMES SP.D, SP.N. 56
COPTOTERMES SP.E, SP.N. 58
COPTOTERMES SP.G, SP.N. 59
COPTOTERMES SP.I, SP.N. 61
COPTOTERMES SP.J, SP.N 63
COPTOTERMES SP.K, SP.N. 64
COPTOTERMES SP.L, SP.N. 66
COPTOTERMES SP.M, SP.N 68
COPTOTERMES SP.O, SP.N. 69
COPTOTERMES SP.P, SP.N. 72
2.3.2 CHAVE DE IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE *COPTOTERMES* DAS AMÉRICAS 73
2.3.3 ANÁLISES MORFOMÉTRICAS 77
2.3.4 FIGURAS 82

3. Biologia de colônias iniciais de *Coptotermes havilandi* 95
RESUMO 95
3.1 INTRODUÇÃO 95
3.2 MATERIAIS E MÉTODOS 98
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 101
3.2.1 COMPORTAMENTO PÓS-REVOADA 101
3.2.2 ESCOLHA DO SUBSTRATO DE NIDIFICAÇÃO 106
3.2.3 TAXA DE SOBREVIVÊNCIA DAS COLÔNIAS 107
3.2.4 TEMPO DE PRÉ-POSTURA 108
3.2.5 PERÍODO DE INCUBAÇÃO DOS OVOS 109
3.2.6 TEMPO DE DURAÇÃO DOS ÍNSTARES DOS OPERÁRIOS 110

3.2.7 TAXA DE MORTALIDADE ENTRE OS ÍNSTARES DOS OPERÁRIOS 111
3.2.8 MUDA E PORCENTAGEM DA CASTA DOS SOLDADOS..... 111
3.2.9 NÚMERO E VIABILIDADE DE INDIVÍDUOS POR COLÔNIA 112
3.2.10 REJEIÇÃO DA CÂMARA NUPCIAL, PELOS REPRODUTORES 114
3.2.11 RESUMO DOS EXPERIMENTOS COM AS COLÔNIAS INICIAIS 114
3.2.12 FIGURAS 116

4. Fenologia das revoadas 122
RESUMO 122
4.1 INTRODUÇÃO 122
4.2 MATERIAIS E MÉTODOS 124
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 126
4.3.1 SAZONALIDADE DAS REVOADAS 126
4.3.2 HORÁRIO DAS REVOADAS 129
4.3.3 RAZÃO SEXUAL 131
4.3.4 FIGURAS 134

5. Descrição dos ninhos 137
RESUMO 137
5.1 INTRODUÇÃO 137
5.2 MATERIAIS E MÉTODOS 138
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 139
5.3.1 DESCRIÇÕES 139
5.3.2 FIGURAS 143

6. Conclusões 144

Referências Bibliográficas 148

Biografia 161

1. INTRODUÇÃO GERAL E OBJETIVOS

Coptotermes é um gênero pantropical que ocorre entre os paralelos 45º N e 45º S (WEESNER 1965), sendo comumente encontrado em madeira morta em decomposição (BANDEIRA 1979). São cupins de tamanho relativamente médio, cujos soldados, cegos, são facilmente reconhecidos por apresentarem, além das mandíbulas bem desenvolvidas, uma grande fontanela (abertura da glândula frontal) na cabeça, situada em um tubo curto, próxima ao clípeo (FIG.2.1). Através dessa fontanela, têm o hábito característico de expelirem, quando perturbados, uma secreção branca, viscosa, utilizada para a defesa da colônia. A glândula frontal, nos soldados de *Coptotermes*, é bem desenvolvida e geralmente se estende por grande parte do abdome. Como resultado disso, o abdome geralmente apresenta coloração branco-leitosa (QUENNEDEY & DELIGNE 1975).

As espécies do gênero, como um todo, são popularmente conhecidas como "cupins de solo" ou "cupins subterrâneos", mas, atualmente, têm-se registros de alguns casos de infestações, conhecidas como "aéreas", onde não existe nenhum tipo de contato do ninho, com o solo (SU *et al*. 1989; 1990; CANCELLO & PONTE 1991; LELIS 1995). Dos quatro grupos de cupins considerados pragas, os subterrâneos causam muito mais estrago que os outros: os de madeira seca, os de madeira úmida e os forrageadores (NUTTING & JONES 1990).

No sudeste do Brasil, em área urbana, *Coptotermes* é um dos três insetos responsáveis pela maioria dos estragos em materiais celulósicos. Os *Cryptotermes* (Isoptera: Kalotermitidae), conhecidos como cupins de madeira seca; as larvas de besouros das famílias Lyctidae, Anobiidae e Bostrichidae, entre outros, são os demais insetos incluídos neste grupo de pragas. Em ambientes tropicais, os cupins são considerados os de maior importância econômica (SU & TAMASHIRO 1986). É relativamente fácil diferenciar os ataques infligidos por estes três tipos de insetos. As larvas de besouros e os cupins de madeira seca têm colônias (ou grupos, no caso dos besouros) relativamente pequenas, vivendo no interior da própria peça de madeira atacada, enquanto que os *Coptotermes* têm colônias grandes e geralmente vivem fora da sua fonte de alimento. Larvas de besouros expelem um pó muito fino que cai da peça atacada; cupins de madeira seca excretam grânulos um pouco maiores, que são

suas fezes; os *Coptotermes* não expelem as fezes para fora de sua colônia, mas usam-nas para a construção dos ninhos e dos túneis, que são usados para o forrageamento até uma fonte de alimento. Desta forma, muito estrago pode ser feito sem que se note sua extensão.

Juntamente com os cupins do gênero *Cryptotermes*, os *Coptotermes* são conhecidos por serem os mais prejudiciais (ARAUJO 1980) e os mais facilmente introduzidos em novas regiões (GAY 1967), tendo se estabelecido, aliás, com sucesso, em muitos países. GAY (*op. cit.*), que listou e fez um histórico de todos os casos de introduções de cupins em várias regiões do mundo, constatou 17 casos definitivos e cinco casos prováveis de introdução e estabelecimento de espécies de *Coptotermes*, além de 10 casos adicionais de interceptações, nos portos de entrada. Já em 1924, DIETZ & SNYDER haviam sugerido que este gênero seria o mais destrutivo entre todos os cupins, na maior parte do mundo. ADAMSON, em 1938, e EMERSON, em 1940, também citaram este gênero como o mais destrutivo, nos trópicos. Em 1965, este gênero foi considerado o de maior importância econômica, entre todos os cupins (WEESNER 1965). Atualmente, o gênero *Coptotermes* é o que merece maior atenção de pesquisadores e técnicos de controle de pragas do Novo Mundo. Na Amazônia brasileira, por exemplo, este gênero é citado como uma das pragas mais importantes (BANDEIRA 1998). Em São Paulo, são gastos, anualmente, cerca de 20 milhões de dólares, no tratamento e controle de *Coptotermes havilandi* e *Cryptotermes brevis*, estimativa feita pelo engenheiro agrônomo Paulo Roberto Corrêa em uma pesquisa envolvendo um grande número de empresas de controle de cupins. A estimativa para todo o Brasil seria de 250 milhões de dólares, para todos os cupins. Perdas anuais causadas, principalmente, por *Coptotermes formosanus* nos Estados Unidos, foram estimadas em US$ 1,02 bilhões em 1986 (EDWARDS & MILL 1986) e US$ 2,5 bilhões em 1990 (NUTTING & JONES 1990). O sucesso alcançado por este gênero, deve-se à sua alta capacidade de alimentar-se e de sobreviver em praticamente qualquer material que contenha celulose, além de diversos outros tipos de materiais e várias espécies de plantas (LAI *et al.* 1983). Outra explicação para este sucesso, deve-se ao fato das espécies deste gênero terem uma alta proporção de soldados (10%) na colônia (OSTER & WILSON 1978). Além disso, esses soldados respondem mais agressivamente a distúrbios, do que outras espécies nativas (WALLER & LA FAGE 1986). Em seu intuito de atacar a madeira, eles são conhecidos

por corroer, tanto materiais celulósicos quanto materiais não celulósicos (BEAL 1967). Isto é conseguido através da ação conjunta das mandíbulas e da substância ácida secretada pela glândula frontal (OSHIMA 1919).

O cupim de madeira seca *Cryptotermes brevis* é uma espécie cosmopolita, provavelmente vinda das Antilhas (ARAUJO 1958). Cupins de madeira seca são os mais facilmente transportados em carregamentos, porque têm a capacidade de tolerar baixas umidades por longos períodos, e colônias inteiras podem desenvolver-se em pequenas quantidades de madeira, tais como peças de mobiliário. Os cupins subterrâneos não são tão facilmente transportados, pois necessitam de uma quantidade mínima de umidade para estabelecerem seus ninhos. O grande perigo encontra-se na madeira que ficou armazenada, principalmente se estiver úmida pela chuva, em contato com o solo, por um certo período, antes de ser transportada e que possua formas aladas em seu interior. Estas podem sobreviver a uma curta viagem, estabelecendo-se no local de destino (ADAMSON 1938). Além disso, focos isolados podem desenvolver formas reprodutivas neotênicas, estabelecendo-se com sucesso em habitats exóticos (COATON & SHEASBY 1976). LENZ *et al.* (1986), inclusive, afirmaram que é mais fácil uma espécie se adaptar a um novo ambiente com a ajuda de neotênicos do que com os alados. Devido à falta de rigorosos programas de inspeção nos meios de transporte marítimo e aéreo, existe sempre o risco da introdução de cupins exóticos, tais como *C. formosanus*, que ainda não foi constatado no Brasil mas que se constitui em praga altamente nociva, nos lugares em que foi introduzido (FOWLER & FORTI 1990).

Espécies introduzidas, geralmente tornam-se de grande importância econômica, não obstante raramente invadam habitats nativos, restringindo-se a ambientes modificados pelo homem, tais como edificações e plantações (EMERSON 1955; GAY 1969). Estas espécies obtêm maior sucesso quando se estabelecem em ambientes que são climaticamente parecidos ao seu habitat nativo. Muitas vezes essa similaridade é resultado de fatores artificiais, tais como sistemas de aquecimento e de canalização de água em edificações. Estas espécies exóticas se beneficiam com fato dos cupins nativos não competirem por fontes de alimento dentro das edificações, e apenas um pouco fora delas (COATON & SHEASBY 1976). *Coptotermes* e *Cryptotermes*, por exemplo, estão geralmente restritos às construções humanas, sendo raramente encontrados em áreas naturais na região Neotropical (FOWLER &

FORTI 1990). SCHEFFRAHN (1997) relatou apenas um caso de infestação de *Cryptotermes brevis* em uma *Acacia* morta em Oahu, Havaí, cerca de 100 m da edificação mais próxima. KŘEČEK (comunicação pessoal) também coletou esta espécie em região rural (madeira morta) apenas no Canal do Panamá.

Como todos os cupins xilófagos, que são nutricionalmente dependentes de celulose, os *Coptotermes* não só são importantes pragas de madeira, mas também ecologicamente significantes, em ambientes naturais (COOK & GOLD 2000). Eles apresentam um importante papel na reciclagem dos nutrientes, funcionando como decompositores, ou seja, convertendo plantas mortas em substâncias que poderão ser utilizadas por outros organismos (CHAUDHRY 1954; WOOD 1978; COLLINS 1981). Eles podem ser responsáveis pela distribuição de vários nutrientes no solo, através da construção de ninhos e/ou galerias, aumentando significantemente a produção, nos campos de cultura (LOGAN 1992), alterando a estrutura física (através da manutenção ou recuperação da porosidade, aeração, umidade e ciclagem de partículas minerais e orgânicas) e a composição química (através da metabolização da celulose e da deposição de nutrientes derivados da saliva, das fezes e dos corpos dos cupins mortos) do solo até vários metros abaixo da superfície (SYS 1955; LEE & WOOD 1971; WILSON 1992). Algumas espécies possuem simbiontes intestinais capazes de fixar o nitrogênio atmosférico (BREZNAK *et al.* 1973; SYLVESTER-BRADLEY *et al.* 1978). Eles também são uma rica fonte de alimento protéico para muitos outros animais. Por outro lado, algumas espécies são responsáveis por enormes prejuízos ao homem, tanto no meio urbano como no meio rural e florestal, já que se alimentam de vários materiais de importância econômica, como por exemplo, madeiras para construção, postes, edificações, plantações e árvores, que acabam por destruir (ADAMSON 1946). Nas regiões urbanas, onde a maior parte da madeira utilizada concentra-se em edificações, insetos que se alimentam de madeira causam considerável estrago (LELIS 1978). Para se evitar o ataque de cupins, são necessárias algumas mudanças na construção de edificações, nos trópicos, utilizando-se apenas madeiras naturalmente resistentes. Caso isso seja inviável, é necessário tratar a madeira química ou fisicamente, para torná-la resistente.

A história da taxonomia dos cupins neotropicais teve início no século 18 quando LINNAEUS (1758) em seu "Systema Naturae" citou três únicos cupins para a fauna neotropical. Um deles, *Hemirobius testaceus* (= *Coptotermes testaceus*), foi encontrado na Bacia Amazônica. Após LINNAEUS, diversos autores descreveram novas espécies de cupins, mas o primeiro trabalho de maior alcance sobre a taxonomia dos Isoptera, onde se reuniu e organizou toda a esparsa informação de cupins do mundo inteiro, foi feito por HAGEN (1855; 1858a; 1860a; 1860b). Nele estão listadas 98 espécies de cupins; 41 das quais, das Américas. HAGEN também foi o primeiro a considerar os Isoptera aparentados com as baratas. Nos anos que se seguiram, os trabalhos de maior relevância foram os de SILVESTRI (1902; 1903), que descreveu 2 gêneros e 45 espécies neotropicais, registrando os resultados de investigações realizadas durante sua viagem à América do Sul; de DESNEUX (1904), que publicou um catálogo, listando 86 espécies do Novo Mundo; e de HOLMGREN (1906; 1909; 1911a; 1912; 1913), cujos trabalhos são a base moderna de todo o conhecimento sistemático da Ordem. Este último foi o primeiro a tentar estabelecer uma classificação sistemática, baseada em presumíveis linhas evolutivas. Em seu trabalho de 1906, ele fez um amplo estudo dos cupins da América do Sul e de sua distribuição geográfica. No total, 19 gêneros e 65 espécies foram descritos para a região Neotropical. A contribuição de SNYDER (1949) para o estudo dos Isoptera foi notável, com o seu catálogo mundial das espécies, em que lista 1773 espécies descritas (395 para o Novo Mundo), e sua bibliografia analítica (1956; 1961; 1968). É de sua autoria, a descrição de 94 espécies neotropicais. ARAUJO (1970), em um capítulo do livro de KRISHNA & WEESNER (1970), fez uma completa sinopse, até aquela data, dos cupins da região Neotropical, entre outros, descrevendo também vários aspectos da biologia das espécies neárticas e neotropicais. ROONWAL, em uma série de trabalhos (1964; 1970; 1975; 1977), definiu e utilizou diversos índices de medidas, para os Isoptera. Um dos pesquisadores que mais contribuiu para o estudo dos Isoptera em geral e mais especificamente, dos neotropicais, foi EMERSON, que descreveu sozinho e em colaboração com outros autores, 13 gêneros e 87 espécies neotropicais e publicou importantes trabalhos sobre sistemática, biologia e distribuição dos cupins, inclusive alguns sobre fósseis. Seus principais trabalhos, que datam dos anos 20 aos anos 70, estão citados no primeiro catálogo feito para os cupins do Novo Mundo, de ARAUJO (1977). Neste catálogo estão citadas as

sinonímias, distribuição e principais publicações para as espécies que ocorrem nesta região, onde estão listados 70 gêneros e 471 espécies. Alguns alunos de Emerson, especialmente AHMAD (1950) e KRISHNA (1961), realizaram importantes trabalhos de filogenia. Desde então, muitas espécies neotropicais têm sido descritas por diversos pesquisadores brasileiros e estrangeiros, cujas obras estão citadas no catálogo de CONSTANTINO (1998). Neste catálogo, o mais atual para os cupins do Novo Mundo, são citadas 553 espécies para as Américas, incluindo as introduzidas.

Atualmente, a bibliografia básica da taxonomia e biologia dos Isoptera está compreendida pelos trabalhos de KRISHNA & WEESNER (1969; 1970) e de GRASSÉ (1982; 1984; 1986), que com seu "Termitologia", deu uma contribuição fundamental para o estudo da ordem, fazendo a maior, mais abrangente e mais recente compilação dos Isoptera, em todos os aspectos. Do ponto de vista do controle, podem-se obter informações básicas no capítulo XV de ARAUJO (1980) e no periódico "Pest Control". O livro de EDWARDS & MILL (1986) trata mais especificamente do controle de cupins, em áreas urbanas. Catálogos, como os de SNYDER (1949), de ARAUJO (1977) e a compilação de ERNST & ARAUJO (1986), facilitam muito os levantamentos bibliográficos. Em 1980, foi editado o primeiro volume do "Termite Abstracts", que teve sua publicação interrompida em 1993 com o volume 12. A partir daí, deve-se consultar o "Abstracts of Entomology" como obra de referência.

Publicações gerais na língua portuguesa constam, entre outras, da súmula de COSTA LIMA (1939), já desatualizada, do Boletim Técnico do Instituto Biológico (ZORZENON & POTENZA 1998) e do livro de FONTES & BERTI FILHO (1998).

De acordo com as mais recentes classificações, a ordem Isoptera, considerada monofilética, está dividida em sete famílias, listadas a seguir. Entre parênteses, encontra-se o número de espécies nas Américas, de acordo com CONSTANTINO (1998):

- Mastotermitidae (sem representantes nas Américas)
- Kalotermitidae (122 spp.)
- Hodotermitidae (sem representantes nas Américas)
- Termopsidae (4 spp.)
- Rhinotermitidae (35 spp.)
- Serritermitidae (1 sp. - endêmica do Brasil)
- Termitidae (381 spp.)

Há aproximadamente 2750 espécies descritas de cupins, no mundo. Este número é subestimado, pois muitas espécies ainda permanecem desconhecidas. Das 553 espécies presentes nas Américas, cerca de 290 encontram-se no Brasil. A região Neotropical é a segunda em número de espécies conhecidas, ficando atrás apenas da região Etiópica. No entanto, o estudo dos cupins neotropicais encontra-se ainda limitado, se comparado com os extensos trabalhos realizados por europeus, em várias partes da África. Das cerca de 290 espécies conhecidas no Brasil, apenas 19 são consideradas espécies prejudiciais ao homem (MILL 1991).

Os *Coptotermes* estão incluídos na família Rhinotermitidae. Cupins desta família podem ser caracterizados pela presença de uma fontanela; tarsos com quatro artículos; alados quase sempre com ocelos; antenas com 14 a 22 artículos; pronoto mais ou menos achatado; asas pouco reticuladas, com o setor radial simples; mediana muito próxima da cubital ou fusionada com ela; escamas alares anteriores, mais longas que as posteriores (com exceção de Psammotermitinae); cercos com dois artículos e soldados geralmente sem olhos (GRASSÉ 1986). *Heterotermes tenuis* HAGEN é a outra espécie de cupim pertencente à família Rhinotermitidae, que é considerada praga em edificações, nas áreas urbanas do estado de São Paulo e Rio de Janeiro.

A taxonomia da família Rhinotermitidae encontra-se, atualmente, ainda bastante mal resolvida. NOIROT (1995) caracterizou as famílias e subfamílias dos Isoptera, com base no estudo do trato digestivo dos cupins. Enquanto que as famílias estão bem definidas, cada uma parecendo ser um táxon monofilético, o mesmo não acontece na separação das subfamílias de Rhinotermitidae. As mais recentes classificações dividem esta família em sete subfamílias: Psammotermitinae, Heterotermitinae, Coptotermitinae, Prorhinotermitinae, Termitogetoninae, Stylotermitinae e Rhinotermitinae. *Coptotermes* é o único gênero da subfamília Coptotermitinae. Outras duas subfamílias também são compostas por apenas um gênero: Prorhinotermitinae e Termitogetoninae.

O objetivo principal desta dissertação foi preencher algumas lacunas do conhecimento taxonômico do gênero *Coptotermes*, nas Américas. Gostaria de enfatizar, entretanto, que este estudo não é uma revisão, pois não tive acesso ao

material-tipo. Além disto, como este gênero apresenta distribuição mundial e a fauna das Américas possui espécies introduzidas, uma revisão ficaria muito prejudicada nos limites de um doutorado.

Com o intuito de contribuir para o conhecimento da importância econômica do gênero nas Américas, dei ênfase ao estudo de *C. havilandi*, espécie introduzida no Brasil e que hoje é a principal praga de madeira do sudeste brasileiro. Foi feito um estudo de sua variação, pois havia suspeita de haver uma outra espécie (introduzida, talvez) que estaria sendo erroneamente determinada como *C. havilandi*. Para esta espécie também estudei, a partir de alados coletados em revoadas, alguns aspectos importantes da biologia de colônias iniciais, para determinar os requisitos necessários para seu estabelecimento. Até que ponto a fundação de colônias nesta espécie de "cupim do solo" estaria dependente do solo?

Procurando ter uma visão mais completa do comportamento desta espécie, acompanhei, na tentativa de entender melhor sua forma de ataque, algumas inspeções realizadas por empresas de controle de pragas, em edificações nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro. Além disto, estudei a arquitetura dos ninhos e também a fenologia das revoadas na cidade de São Paulo, procurando determinar o padrão de dispersão das colônias de uma espécie exótica em grandes aglomerações urbanas. Desta forma, pretendi explorar os principais aspectos de uma espécie-praga e obter, com isto, ferramentas para um melhor trabalho de prevenção ao ataque desta espécie.

A realização deste estudo, portanto, levou em consideração todos os pontos até aqui detalhados: importância econômica do gênero, falta de um estudo taxonômico do gênero nas Américas e escassez de informações sobre a biologia e comportamento de uma espécie praga.

2. TAXONOMIA DO GÊNERO *COPTOTERMES*

RESUMO

Coptotermes WASMANN (1896) é um gênero pantropical que tem, atualmente, cerca de 80 espécies descritas. Não obstante a alta biodiversidade encontrada na região Neotropical, o gênero está presentemente representado, nas Américas, por apenas cinco espécies: *C. testaceus* (LINNAEUS, 1758); *C. niger* SNYDER, 1922; *C. crassus* SNYDER, 1922; *C. havilandi* HOLMGREN, 1911b; e *C. formosanus* SHIRAKI, 1909. O pequeno número de espécies conhecidas, deve-se aos poucos estudos realizados na região. Até o momento, quase todas as amostras de *Coptotermes* coletadas no norte, nordeste e centro-oeste do Brasil, por exemplo, foram identificadas como pertencentes a uma única espécie: *C. testaceus*. A partir do estudo de 730 amostras de *Coptotermes*, das Américas, constatei que, na verdade, existem várias espécies diferentes. Além das cinco espécies já conhecidas para a fauna das Américas, reconheci 13 novos táxons, que considero, aqui, como espécies novas. Este estudo vem preencher uma lacuna no conhecimento das espécies do gênero, nas Américas.

2.1 INTRODUÇÃO

Coptotermes (FIG.2.1), foi descrito por WASMANN (1896) como subgênero de *Termes* LINNAEUS para a espécie *gestroi* de Burma, antiga Birmânia. Dois anos depois, *Coptotermes* foi elevado à categoria de gênero por HAVILAND (1898). Desde então, muitas espécies foram descritas, até que SNYDER em 1949, com seu catálogo mundial para a ordem, listou 43 espécies de *Coptotermes*, entre outros cupins. Neste trabalho, o gênero *Arrhinotermes* WASMANN, 1902 foi considerado sinônimo júnior de *Coptotermes*. Outro gênero também sinonimizado com *Coptotermes* foi *Vastitermes* SJÖSTEDT, 1926.

Alguns dos trabalhos mais importantes, que contribuíram para o conhecimento do gênero, são os de LIGHT (1927), que definiu um número de medidas e índices para os *Coptotermes*: medidas estas que, mais tarde, foram incorporadas ao trabalho de

ROONWAL (1970) e que considero importantes, sendo utilizadas até hoje nos trabalhos de morfometria; e de ROONWAL *et al.* (1979), que descreveram a microescultura específica das asas de várias espécies de *Coptotermes*.

Entre os estudos regionais feitos para o gênero, destaco alguns mais abrangentes. Na Austrália, RATCLIFFE *et al.* (1952) estudaram a biologia dos *Coptotermes* do continente, como um todo. Já no trabalho de CALABAY & GAY (1956), apesar de limitado aos *Coptotermes* do oeste da Austrália, foi feito um estudo mais completo, com notas sobre distribuição e correções taxonômicas. O estudo da taxonomia das espécies, para a região, resultou em seis espécies conhecidas. ROONWAL & CHHOTANI (1962) estudaram os *Coptotermes* indianos. Nesse trabalho, bastante completo, eles descreveram, ilustraram e mediram as 10 espécies conhecidas, além de corrigirem e fornecerem dados importantes sobre alguns aspectos morfológicos do gênero, como a fórmula dos esporões tibiais, definida em 3:2:2. Na Região Etiópica, também destaco dois trabalhos: o de HARRIS (1966) e o de COATON & SHEASBY (1976), que estudaram a biologia e distribuição dos *Coptotermes* da região. O primeiro citou apenas quatro espécies, para a região, enquanto que COATON & SHEASBY (*op. cit.*) citaram cinco espécies, incluindo a introduzida *C. curvignathus*. De acordo com GAO *et al.* (1990; 1996), a China conta, atualmente, com 36 espécies de *Coptotermes* descritas. Existem, entretanto, algumas reservas sobre os trabalhos de descrição de novas espécies, realizados na China (RUELLE 1996). Além disso, não considero que os principais caracteres, como tamanho da cabeça e forma da abertura da fontanela, utilizados em alguns trabalhos, sejam adequados para a descrição de novas espécies, dada a grande variação que estas podem apresentar dentro de uma mesma espécie. No Japão, MORIMOTO (1994) citou duas espécies conhecidas, mas afirmou que foram encontradas várias outras, que ainda são desconhecidas. Nos Estados Unidos, NAN-YAO SU é, atualmente, a maior autoridade no estudo da principal espécie de importância econômica para o país, *C. formosanus*, e já publicou mais de 100 trabalhos relativos a esta espécie; a maioria, referentes à biologia e controle (vide referências). A fauna dos Estados Unidos, para este gênero, compreende mais duas espécies conhecidas: *C. vastator*, presente no Havaí, e *C. havilandi*, recentemente introduzido no continente (SU *et al.* 1997). Por último, WANG & GRACE (1999) estudaram o atual "status" dos *Coptotermes* na China, Japão, Austrália e Estados Unidos, onde demonstraram que, com exceção dos Estados

Unidos, na verdade ainda existem muitas dúvidas e lacunas sobre a taxonomia deste gênero nessas regiões. Com base nos estudos taxonômicos feitos até agora, é possível afirmar que o número de espécies descritas para este gênero, é muito pequeno em relação ao que deve existir ainda para ser descrito. Com maiores estudos, acredito que esse número possa aumentar significantemente.

A maior parte das espécies do gênero *Coptotermes*, foi descrita no início deste século e quase todas antes de 1960. A partir desta data, houve uma lacuna em trabalhos dessa natureza e mais de 20 anos se passaram, sem que nenhuma nova espécie fosse descrita. Apenas a partir da década de 80, voltaram-se a publicar estudos taxonômicos, com a descrição de mais de 30 espécies novas da fauna Oriental, em especial a da China. Levando-se em conta estas últimas descrições, *Coptotermes* teria atualmente cerca de 80 espécies descritas.

A determinação acurada das espécies de *Coptotermes* não é tarefa das mais fáceis, como já havia observado EMERSON, em 1928, pois a variabilidade intraespecífica é muito grande, sendo necessário levar em conta as amplitudes de variação de amostras do maior número de localidades possível. Ao mesmo tempo, existe pouca variabilidade interespecífica, ou seja, os caracteres entre as diferentes espécies são poucos claros e pouco definidos, muitas vezes sem a presença de uma autapomorfia muito clara. Muitas das descrições das espécies de *Coptotermes* que foram feitas até agora, principalmente as mais antigas, foram baseadas em certos caracteres que podem apresentar grande variabilidade dentro de uma mesma espécie, tais como tamanho da cabeça e forma da abertura da fontanela. Entretanto, é possível caracterizar de forma razoável algumas espécies, estabelecendo a amplitude de variação dos caracteres. Alguns autores conseguiram fazer a separação de espécies ou populações, através de diferenças encontradas nos hidrocarbonos cuticulares de *C. formosanus* (HAVERTY *et al.* 1990; 1991).

Nas Américas, são conhecidas cinco espécies nominais. Três nativas: *C. testaceus* (LINNAEUS, 1758), descrita do Suriname; *C. niger* SNYDER, 1922, descrita do Panamá; e *C. crassus* SNYDER, 1922, descrita de Honduras; e duas introduzidas: *C. havilandi* HOLMGREN, 1911b, espécie descrita da Indonésia e introduzida no Brasil, entre outros países; e *C. formosanus* SHIRAKI, 1909, descrita da ilha Formosa (=Taiwan) e introduzida nos Estados Unidos, entre outros países. Para a espécie *C.*

niger, não pude examinar os tipos e nem identificar qualquer amostra; portanto, não posso afirmar que se trata de uma boa espécie.

Registros de ocorrência nas Américas, abrangem desde o sul dos Estados Unidos até o sudeste do Brasil (FIG. 2.48). Muitas espécies deste gênero são consideradas pragas e de grande importância econômica, principalmente junto às grandes cidades. No sudeste do Brasil, em área urbana, *Coptotermes* é um dos três insetos responsáveis pela maioria dos estragos em materiais celulósicos.

Enquanto que a fauna neártica, representada aqui pela espécie *C. formosanus*, tem sido bastante estudada por SU (vide referências), a fauna neotropical, considerada a segunda em número de espécies e abundância de cupins, tem sido comparativamente pouco estudada, em relação à das outras Regiões Zoogeográficas. Até o momento, nenhum estudo taxonômico ou sistemático, para o gênero, foi realizado na região. Como exemplo da falta destes estudos, quase todas as amostras de *Coptotermes* coletadas no norte, nordeste e centro-oeste do Brasil, regiões de conhecida alta biodiversidade, foram até aqui identificadas como uma única espécie: *C. testaceus*. Neste estudo, constatei que, na verdade, existem várias espécies diferentes.

O conhecimento da distribuição das espécies, nas Américas, notadamente na América Latina, também ainda é fragmentário. Grandes áreas apresentam pouco ou nenhum registro de material coletado e o resultado desta amostragem insuficiente, provavelmente se reflete na distribuição disjunta de certas espécies, nos mapas (FIGS. 2.51, 2.53, 2.54).

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Material examinado - Estudei um total de 730 amostras de *Coptotermes*, provenientes das Américas. Além destas, também examinei algumas amostras de regiões extra-Americanas, para estudos comparativos complementares. O material examinado e identificado está listado após cada descrição. Para cada espécie, adotei a seguinte ordem: país, estado, cidade, abreviatura da instituição à qual o material pertence, número de coleção, coletor e data de coleta. Para as espécies conhecidas, também procurei citar todos os registros de ocorrência, encontrados na literatura.

Estes registros, entretanto, devem ser observados com cuidado, pois algumas referências citadas para uma dada espécie podem, no presente estudo, pertencer a uma espécie diferente. Isto se aplica, principalmente, aos registros de ocorrência para *C. testaceus*, que agora separei em diferentes espécies.

Localidades - Para a elaboração dos mapas de distribuição fiz, previamente, uma cuidadosa pesquisa com o auxílio da publicação de VANZOLINI & PAPAVERO (1968), do programa "Atlas Mundial Encarta", da Microsoft®, e também sob a orientação do Dr. Ubirajara Ribeiro Martins de Souza (comunicação pessoal) para a confirmação das localidades constantes nos rótulos das amostras. Estas, muitas vezes, encontravam-se com denominações antigas, abreviadas, ou então apresentavam poucos dados, o que dificultava a determinação exata do local de coleta. Para a pesquisa dos locais cujos nomes foram alterados, consultei a obra GUIA POSTAL TELEGRÁFICO DO BRASIL (1957). Como resultado desta pesquisa, obtive, para todas as amostras, suas respectivas coordenadas geográficas.

Institutos contatados - Fiz contato com 34 instituições, no Brasil e no estrangeiro. Destas, 6 não responderam e 11 não tinham material para empréstimo. O material que examinei, neste estudo, pertence às 17 instituições listadas abaixo. As abreviaturas das instituições foram baseadas no trabalho de ARNETT *et al.* (1993), com algumas alterações (IOC, IPT, MZUSP e UFPB) e acréscimos (DCFM, FFUT, LBAC, LEFS, UFG e UNB). Nas alterações, decidi adotar a sigla pela qual a instituição é conhecida mundialmente. Esta lista está ordenada da seguinte forma: abreviatura da instituição, nome da instituição, departamento, cidade, estado, país e responsável pelo empréstimo.

- AMNH - American Museum of Natural History - Dep. Entomology Collections; New York, NY, EUA; Dr. James Carpenter.
- DCFM - Universidad Autónoma Chapingo - Div. Ciencias Forestales; Montecillo, México; Prof. Túlio M. Montiel.
- FFUT - University of Toronto - Faculty of Forestry; Toronto, ON, Canadá; Dr. Timothy G. Myles.
- IOC - Instituto Oswaldo Cruz - Coleção Entomológica; Rio de Janeiro, RJ, Brasil; Dr. Sebastião J. Oliveira.
- FSCA - University of Florida - Fort Lauderdale Research and Education Center; Fort Lauderdale, FL, EUA; Dr. Rudolf H. Scheffrahn.

- INPA - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - Coordenação de Pesquisa em Entomologia; Manaus, AM, Brasil; Dra. Catarina Motta.
- IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas - Dep. Preservação de Madeiras; São Paulo, SP, Brasil; Prof. Gonzalo A. C. Lopes.
- LBAC - Université Libre de Bruxelles - Faculté de Sciences; Bruxelles, Bélgica; Dr. Yves Roisin.
- LEFS - Universitá degli studi di Napoli Frederico II - Dep. Entomologia e Zoologia Agraria; Portici, NA, Itália; Dr. E. Tremblay.
- MCZC - Harvard University - Museum of Comparative Zoology; Cambridge, MA, EUA; Dr. Michael S. Kelley.
- MPEG - Museu Paraense Emilio Goeldi - Dep. Zoologia; Belém, PA, Brasil; Dra. Ana Harada.
- MZUSP - Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo - Serviço de Invertebrados; São Paulo, SP, Brasil; Dra. Eliana M. Cancello.
- PPRI - Plant Protection Research Institute - National Collection of Insects; Pretoria, África do Sul; Dra. Vivienne M. Uys
- SEAN - Servicio Entomológico Autónomo - Museo Entomológico; León, Nicarágua; Dr. Jean-Michel Maes.
- UFG - Universidade Federal de Goiás - Inst. Ciências Biológicas; Goiânia, GO, Brasil; Dr. Divino Brandão.
- UFPB - Universidade Federal da Paraíba - Dep. Sistemática e Ecologia; João Pessoa, PB, Brasil; Dr. Adelmar G. Bandeira.
- UNB - Universidade de Brasília - Dep. Zoologia; Brasília, DF, Brasil; Dr. Reginaldo Constantino.

Terminologia - Nas descrições dos indivíduos adotei, basicamente, a terminologia empregada por GRASSÉ (1982) e KRISHNA & WEESNER (1969), exceto quanto às asas, para as quais também adotei a terminologia utilizada por ROONWAL *et al.* (1979). Observações e acréscimos estão listados a seguir.

- Fontanela: abertura da glândula frontal.
- Inclinação da fontanela: em relação ao plano longitudinal da cabeça, em vista lateral.
- Fossetas anteriores de inserção do tentório (fossetas) (FIGS. 2.2 e 2.5, seta escura): invaginações do tegumento entre a base de inserção das antenas e o clípeo. A "linha invaginante" destas estruturas é observada em vista dorsal, por transparência, como um pequeno risco oblíquo à sua margem. Estas estruturas são aqui utilizadas, pela primeira vez, como um auxílio na identificação de algumas espécies.

- Margens laterais anteriores da cabeça (FIGS. 2.2 e 2.5, seta clara): margem lateral anterior da cabeça, imediatamente abaixo das mandíbulas e anterior à antena.

- "Micrasters": tipo de micro-escultura da superfície das asas de alguns cupins (vide ROONWAL *et al.* 1979).

- Pilosidade: empreguei os termos, a seguir, de forma comparativa.

    - Cerdas longas: estruturas tricóides longas, duras, com base bem marcada, aproximadamente do mesmo comprimento que o 1º artículo da antena.

    - Cerdas curtas: estruturas tricóides, com o mesmo aspecto das cerdas longas, mas com cerca de metade do seu comprimento.

    - Pêlos: estruturas tricóides bem curtas e finas.

    - Pêlos microscópicos: estruturas tricóides muito pequenas, apenas visíveis sob grande aumento (cerca de 100 X), em microscópio eletrônico de varredura.

- Espinhos e esporões: seguem a terminologia de GRASSÉ (1982)

- Coloração: Nas descrições, baseei-me na tabela de SANDS (1965). A cor, entretanto, por apresentar grande variação intraespecífica, não é um caráter muito importante na identificação das espécies. Esta variação pode estar relacionada à idade do indivíduo, idade da colônia e também ao tempo de fixação da amostra. A graduação dos matizes, variou da seguinte forma: branco, branco-amarelado, amarelo-claro, amarelo, amarelo-alaranjado, laranja, laranja-acobreado, acobreado, marrom-acobreado, marrom-acobreado-escuro, preto.

A etimologia dos nomes científicos foi consultada nas obras de BROWN (1954) e PAPAVERO (1994).

Descrições - Não examinei os tipos das 5 espécies de *Coptotermes* conhecidas nas Américas. Este material encontra-se desaparecido ou inacessível. O holótipo de *C. havilandi*, que deveria estar no Naturhistoriska Riksmuseet (NHRS), em Estocolmo - Suécia, não foi localizado por seu curador, o Dr. Bert Gustafsson. O material-tipo de *C. formosanus* encontra-se, de acordo com a literatura, desaparecido. Os parátipos de *C. testaceus*, que deveriam estar no Museum of Comparative Zoology (MCZC), em Cambridge - EUA, também não foram localizados, por seu curador, o

Dr. Michael S. Kelley. Os holótipos de *C. crassus* e *C. niger* provavelmente encontram-se no National Museum of Natural History (USNM), em Washington – EUA, mas o curador, Dr. David Nickle, não conseguiu localizar o material. Desta forma, identifiquei as espécies conhecidas, comparando o material com as descrições originais e/ou posteriores e também com sua distribuição geográfica.

No caso das espécies novas, utilizei letras que as identificassem provisoriamente, até a publicação deste estudo. Os holótipos e parátipos serão designados posteriormente e depositados nas instituições às quais pertencem, ficando, com o aval dos curadores, um sublote de parátipos no MZUSP.

Por serem muito antigas, as descrições originais do gênero e das 5 espécies conhecidas para as Américas, não apresentam um bom diagnóstico para a sua identificação. Apesar de alguns autores terem feito, posteriormente, algumas redescrições, ainda assim considerei que estas carecem de detalhes importantes. Optei então por fazer, além das descrições das espécies novas, redescrições mais detalhadas do gênero e das 5 espécies conhecidas, pesquisando a variação intra-específica de cada espécie. Cabe aqui ressaltar, entretanto, que a descrição do gênero baseia-se apenas no material das espécies das Américas e, portanto, pode haver restrições ou acréscimos.

Examinei os indivíduos em placas de Petri, contendo areia fina, em álcool a 80%, com o auxílio de um microscópio estereoscópio, que possui aumento máximo de 50 X.

Fiz os desenhos com o auxílio de uma câmara clara, acoplada ao microscópio estereoscópio. A escala que aparece nos desenhos, equivale sempre a 1,0 mm, com exceção do desenho da mandíbula do alado, a qual equivale a 0,2 mm. As figuras, para cada espécie, mostram desenhos da cabeça e pronoto de soldados e alados (quando presentes), em vistas dorsal e lateral; e do pós-mento dos soldados, em vista ventral.

Imagens de microscopia eletrônica de varredura - Fotografei todos os táxons, utilizando microscópio eletrônico de varredura (MEV) Zeiss, modelo LEO 440 do MZUSP, com voltagem variando de 10 a 20 KV e utilizando a seguinte metodologia:

- Limpeza: primeiramente mergulhei os espécimes em uma solução aquosa de detergente comercial "Veja Limpeza Pesada®" a 10%, em água destilada. Submeti esta solução a um banho no ultra-som Thornton®, por dois minutos, a 40 Khz de freqüência. Em seguida, repeti esse procedimento por duas vezes, sem a utilização do detergente, utilizando, em seu lugar, apenas água destilada.

- Ponto Crítico: após a limpeza, mergulhei as amostras em três soluções, uma após a outra, por cerca de dois minutos cada: álcool absoluto 100%; álcool absoluto + acetona 50:50; acetona pura 100%. Em seguida, para processar a retirada de toda a água do material, coloquei as amostras no aparelho de ponto crítico Bal-Tec CPD 030®, cobertas com acetona pura. Neste aparelho é feita, gradualmente, a troca da acetona pelo CO_2 a uma temperatura de 5 ^{o}C. Este processo durou cerca de duas horas.

- Montagem: Para a técnica de montagem dupla, utilizei, como cola, esmalte vermelho para unhas. A coloração vermelha desse cosmético, devida à presença de pigmentos metálicos, pode auxiliar na condução de elétrons no MEV. Primeiramente colei, com o esmalte, a parte ventral abdominal do espécime, a um pequeno pedaço triangular de alumínio maleável (utilizado para lacrar latas de mantimentos). Após a metalização, descrita a seguir, fixei este triângulo diretamente, pela sua base maior, no suporte "stub" do MEV, utilizando uma fita adesiva de dupla face.

- Metalização: Metalizei o material com ouro, colocando-o no aparelho metalizador Bal-Tec SCD 050® que, após fazer a polarização da superfície, faz uma aspersão de pó de ouro, sobre a amostra. O tempo de recobrimento do material dura 90 segundos, a 50 mA.

Caracteres morfométricos - Fiz análises morfométricas, utilizando medidas de algumas estruturas do corpo dos cupins, para comparar, quantitativamente, a forma entre as diversas espécies e populações estudadas e criar, assim, referências para comparações.

Para a escolha e definições dos caracteres morfométricos, baseei-me no trabalho de ROONWAL (1970). Os caracteres morfométricos utilizados e as respectivas siglas adotadas, estão listados a seguir. Os números entre parênteses, referem-se aos

números utilizados por ROONWAL (*op. cit.*), em cujo trabalho é possível encontrar as descrições exatas de cada medida.

- Soldados:

CmiCa - Distância entre o occipício e a fontanela (=comprimento da cabeça) (23)
LmaCa - Largura máxima da cabeça (17)
LmiCa - Largura mínima da cabeça (19)
CmaMb - Comprimento máximo da mandíbula esquerda (37)
DmaFo - Diâmetro máximo da fontanela (24)
DmiFo - Diâmetro mínimo da fontanela (25)
CmiPm - Comprimento mínimo (mediano) do pós-mento (61)
LmaPm - Largura máxima do pós-mento (62)
LmiPm - Largura mínima do pós-mento (63)
CmePr - Comprimento mediano do pronoto (66)
LmaPr - Largura máxima do pronoto (68)
CmaTb - Comprimento máximo da tíbia posterior (85)

- Alados:

CmiCa - Comprimento da cabeça até a base mediana do clípeo (8)
LmaCa - Largura máxima da cabeça, incluindo os olhos (17)
DmaOl - Diâmetro máximo do olho, incluindo o esclerito ocular (48)
DmiOl - Diâmetro mínimo do olho, incluindo o esclerito ocular (50)
DmaOc - Diâmetro máximo do ocelo (55)
DmiOc - Diâmetro mínimo do ocelo (56)
OlOc - Distância mínima entre o olho e o ocelo (57)
CmePr - Comprimento mediano do pronoto (66)
LmaPr - Largura máxima do pronoto (68)
CmaTb - Comprimento máximo da tíbia posterior (85)

Para fazer as medidas, utilizei 30 indivíduos de cada amostra, escolhidos ao acaso, salvo quando a amostra continha menos indivíduos. No caso das estruturas pares (mandíbulas, pernas, olhos etc), tomei como padrão a medida da estrutura esquerda. As medidas foram feitas com o auxílio de uma escala micrométrica com resolução de 0,02 mm. As siglas adotadas para a apresentação das medidas, foram:

N= número de amostras

$\overline{X}$= média das medidas

s= desvio padrão

A= amplitude (mínimo/máximo)

Utilizei métodos uni e multivariados para analisar os resultados obtidos para a casta dos soldados. Inicialmente, verifiquei a ocorrência de indivíduos com medidas extremas, através de gráficos bivariados de medidas com escalas de variação similares. Este tipo de abordagem permite, não só detectar a ocorrência de extremos, como também verificar a composição etária da população, já que indivíduos de colônias mais jovens ou mais velhas terão valores mais baixos ou mais altos, respectivamente, para as duas variáveis envolvidas.

Em seguida, fiz uma série de diagramas de "Dice-Leraas" (DICE & LERAAS 1936) para cada medida, comparando as diversas espécies. Esté método, puramente gráfico, que mostra a variabilidade de uma determinada medida para as diferentes amostras estudadas, através da representação da sua média, do intervalo de confiança e dos valores extremos, permite determinar, com uma certa segurança, a existência de diferenças significativas estre as espécies, para cada uma das medidas.

Por último, fiz uma análise canônica discriminante, com todas as espécies, representando as duas primeiras variáveis canônicas discriminantes, através de um gráfico. Este tipo de análise representa a variabilidade encontrada em cada um dos grupos analisados, maximizando as diferenças entre eles. Através dos gráficos, pode-se verificar os grupos que apresentam maiores diferenças entre si.

Diferenças entre alguns dos grupos, foram exploradas mais detalhadamente através de teste *t*. Decidi realizar este teste entre as espécies ou populações que considerei muito próximas, morfologicamente. Os grupos escolhidos foram os pares de espécies *C.* sp.A e *C.* sp.B, *C. crassus* e *C.* sp.N, e *C.* sp.T e *C.* sp.J. Para as espécies *C. crassus* e *C.* sp.N, verifiquei também se as médias resultantes encontram-se entre os intervalos descritos originalmente por SNYDER, em 1922. Esse autor lista apenas as medidas extremas encontradas e, em alguns casos, apenas uma única medida.

No caso da espécie *C. havilandi*, procurei verificar a existência de variações entre cinco populações diferentes: quatro coletadas no campo e uma criada em laboratório (*C. havilandi*-5). Entre as populações de campo, duas são do estado de São Paulo, sendo uma da capital (*C. havilandi*-1) e uma da cidade de Salesópolis (*C.*

havilandi-2); e duas são do Rio de Janeiro, capital (*C. havilandi*-3 e *C. havilandi*-4). Primeiramente, comparei as quatro populações de campo com uma análise de variância (ANOVA) seguida de um teste *a posteriori* de "Tukey". Em seguida, fiz uma análise canônica discriminante, envolvendo as cinco populações de *C. havilandi*.

Considerei um nível de significância de 0,05 em todas as análises. Todos os testes e gráficos foram feitos com o "SPSS", versão 8.0 e com o "SAS", versão 6.12.

Caracteres morfológicos - Além da coloração e pilosidade geral, examinei principalmente os seguintes caracteres morfológicos, lembrando que estes podem apresentar variações dentro de uma mesma amostra:

1. Para a casta dos soldados:
   - Forma da cabeça: ovalada (FIG. 2.6), sub-retangular (FIG. 2.2) ou alongada (FIG. 2.17).
   - Margens laterais anteriores da cabeça: contínuas (FIG. 2.2, seta clara) ou com saliência (FIG. 2.5, seta clara).
   - Margem externa das mandíbulas: contínua (FIG. 2.2) ou com reentrância (FIG. 2.5).
   - Tubo frontal: com muitas ranhuras (FIG. 2.25D) ou poucas ranhuras (FIG. 2.36D).
   - Número de cerdas ao redor da fontanela: 1 par (FIG. 2.25D), 2 pares (FIG. 2.27D), 3 ou mais pares (FIG. 2.28D).
   - Disposição da linha invaginante nas fossetas: partindo do meio de sua margem (FIG. 2.2, seta escura) ou da quina de sua margem (FIG. 2.5, seta escura).
   - Cerda próxima às fossetas: presente (FIG. 2.5) ou ausente (FIG. 2.2).
   - Número de artículos das antenas.
   - Tamanho relativo do pós-mento: longo (FIG. 2.5) ou curto (FIG. 2.12).
   - Forma do pronoto.

2. Para a casta dos alados:
   - Forma da cabeça: subcircular (FIG. 2.20) ou alongada (FIG. 2.21).
   - Tamanho relativo dos ocelos: pequeno (FIG. 2.22) ou grande (FIG. 2.21).
   - Forma dos ocelos: sub-elíptica (FIG. 2.21) ou sub-circular (FIG. 2.22).
   - Posição dos ocelos: encostados no olho (FIG. 2.20) ou afastados do olho (FIG. 2.22).
   - Marcas das inserções musculares: distintas (FIG. 2.20) ou não distintas (FIG. 2.21).
   - Sutura fronto-clipeal: muito arqueada (FIG. 2.20) ou pouco arqueada (FIG. 2.21).

- Número de artículos das antenas.
- Forma do pronoto.
- Forma da margem posterior do mesonoto e do metanoto.
- Superfície das asas: com ou sem "micrasters".
- Venação das asas.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Descrições

Para as descrições das espécies, adotei a seguinte ordem de apresentação: nome do táxon e autor, lista das sinonímias e novas combinações, etimologia do nome, relação dos tipos e da localidade-tipo, descrição, morfometria, comentários, registros de ocorrência e lista do material examinado.

Não consegui identificar um total de 303 amostras. Esse material encontra-se: ou danificado, ou com poucos indivíduos, ou apresenta grande variação morfológica, de tal forma que não consigo ainda classificá-lo entre as espécies que já determinei.

Apresento, primeiramente, a descrição do gênero e em seguida as descrições das espécies já existentes e as que considero novas.

Coptotermes WASMANN, 1896

Termes (*Coptotermes*) WASMANN, 1896: 629.
Arrhinotermes WASMANN, 1902: 99 [parte]; SNYDER, 1949: 75 [cat., syn.].
Coptotermes; SILVESTRI, 1903: 46.
Vastitermes SJÖSTEDT, 1926: 27; SNYDER, 1949: 75 [cat., syn.].

Etimologia: O nome *Coptotermes* significa "cupim que corta". Provém do grego *koptos*, que significa "cortado em pequenos pedaços", devido ao hábito, deste inseto, de destruir árvores vivas; e do latim *termes*, que significa "verme que rói a madeira".

Espécie tipo: *Termes* (*Coptotermes*) *gestroi* WASMANN, 1896: 629.

SOLDADOS – **Cabeça** de forma variável, geralmente ovalada (FIG. 2.6), em vista dorsal, podendo ser, às vezes, sub-retangular (FIG. 2.2) ou alongada (FIG. 2.17); convexa no dorso, gena e epicrânio, em vista lateral; margens laterais bem convexas (FIG. 2.7) ou, às vezes, quase paralelas (FIG. 2.2), em vista dorsal, mais estreitas na base de inserção das mandíbulas; margens laterais anteriores da cabeça, contínuas (FIG. 2.2) ou com saliência (FIG. 2.5), podendo ser mais largas (FIG. 2.6) ou, às vezes, mais estreitas (FIG. 2.9) que a distância mínima entre os soquetes das antenas, em vista dorsal; margem posterior convexa. Cerca de 1/5 a 1/6 mais longa (do occipício à fontanela) que larga (FIG. 2.5), ou tão longa quanto larga (FIG. 2.12). **Fontanela** presente em um tubo frontal bem curto, situado próximo à margem ântero-dorsal da cápsula cefálica, perto da base do clípeo, com abertura larga projetada anteriormente, mais ou menos inclinada a 45°, em relação ao plano longitudinal da cabeça, em vista lateral; abertura de forma diversa, variando desde a circular (FIG. 2.39) até a subquadrada (FIG. 2.35), passando pela subtriangular (FIG. 2.37), com grande variação intraespecífica; região ao redor da abertura, com muitas ranhuras (FIG. 2.25D) ou poucas ranhuras (FIG. 2.36D). A glândula frontal, que se abre pela fontanela, é bem desenvolvida e geralmente se estende por quase toda a cabeça e grande parte do abdome. **Olhos** geralmente ausentes; "manchas oculares" foram observadas em duas amostras de *C. havilandi* das Antilhas. **Fossetas** geralmente com linha invaginante reta, partindo da quina lateral de sua margem, formando um ângulo agudo (FIG. 2.5), às vezes acompanhando sua margem (FIG. 2.17), ou partindo da região mediana (FIG. 2.2). **Labro** em ponta de lança, em vista dorsal, mais longo que largo, mais largo perto da base, com superfície dorsal levemente convexa; ápice agudo, hialino. **Clípeo** pequeno, estreito, mais largo que longo, trapezoidal; divisão em ante-clípeo e pós-clípeo distinta. **Mandíbulas** longas e estreitas, em forma de sabre, mais ou menos simétricas, levemente inclinadas para cima, em vista lateral; ápice bem agudo, curvado para dentro, grau de curvatura com grande variação intraespecífica; margens externas contínuas (FIG. 2.2) ou com reentrâncias (FIG. 2.5); cruzadas a cerca de um terço do ápice, a esquerda sobre a direita, quando em repouso; margens internas afiadas; margem interna da mandíbula direita contínua; a da esquerda serrilhada com cerca de 4 projeções distais ao dente basal proeminente. **Antenas** com 14 a 16 artículos; artículo 1 mais longo; 2 cerca de metade do

comprimento de 1; 3 variável, menor que 2; o resto mais ou menos uniforme, alongando-se em direção ao ápice. **Pós-mento** ligeiramente convexo, em vista lateral, entre duas a três vezes mais longo que largo; mais largo no primeiro terço anterior, estreitado no terço posterior. **Pronoto** pequeno, de forma variável, geralmente sub-trapezoidal, com as margens laterais podendo convergir muito (FIG. 2.25F) ou pouco (FIG. 2.27F) para trás; ligeiramente arqueado, em vista lateral; em geral distintamente mais estreito que a cabeça, largura cerca de duas vezes o comprimento; margens convexas, a anterior mais larga, muito emarginada (FIG. 2.39) ou pouco emarginada (FIG. 2.29); margem posterior mais estreita que a anterior, com fraco emarginado mediano. **Tíbias** com alguns espinhos; fórmula dos esporões apicais 3:2:2. **Estilos** presentes em ambos os sexos; sexos não distinguíveis externamente.

Pilosidade: Quase toda a superfície do corpo é coberta por pêlos microscópicos. Cabeça com cerdas longas esparsas no dorso, esparsas (FIG. 2.25) ou moderadamente abundantes (FIG. 2.33), e algumas cerdas curtas, na parte ventral. Ante-clípeo glabro; pós-clípeo com algumas cerdas curtas e duas ou três mais longas. Labro com duas cerdas longas no ápice. Pós-mento com poucas cerdas curtas, em sua metade anterior. Fontanela com um par (FIG. 2.25D) a três ou quatro pares (FIG. 2.28D) de cerdas longas ao seu redor. Fossetas com (FIG. 2.5) ou sem uma cerda longa próxima (FIG. 2.2). Antenas com artículos 1 e 2 glabros ou pouco pilosos; o resto, moderadamente pilosos, com cerdas curtas e pêlos; pilosidade aumentando gradualmente, em direção ao ápice. Pronoto com margens adornadas por cerdas longas, mais ou menos abundantes e algumas cerdas curtas; superfície de fraca (FIG. 2.25F) a moderadamente pilosa (FIG. 2.31F), com cerdas curtas; margem ventral anterior, com uma fileira de pêlos. Notos com cerdas longas nas margens posteriores e cerdas curtas, na superfície. Coxa, trocanter e fêmur com pêlos e poucas cerdas curtas. Tíbias e tarsos com pêlos e cerdas curtas. Cercos cobertos de pêlos e com 3 cerdas curtas. Estilos cobertos por pêlos e uma cerda curta no ápice.

Coloração: Cabeça geralmente amarelada, variando desde o amarelo-claro até o marrom-acobreado. Antenas e palpos um pouco mais claros. Mandíbulas escuras, marrom-acobreadas, mais claras na base. Ponta do labro e ante-clípeo hialinos; pós-clípeo amarelado. Pronoto um pouco mais claro que a cabeça, variando do amarelo-claro ao laranja-acobreado. Mesonoto, metanoto, abdome e pernas, geralmente de

branco-amarelados a amarelo-claros; abdome um pouco mais esbranquiçado, na região ventral.

ALADOS – **Cabeça** geralmente sub-circular (FIG. 2.20), às vezes um pouco alongada (FIG. 2.21), em vista dorsal, levemente convexa no dorso, gena e epicrânio, em vista lateral, com pequena depressão na região da fontanela. Cerca de 1/5 a 1/6 mais larga (sem os olhos) que longa (até a sutura fronto-clipeal). **Fontanela** presente como um minúsculo e quase inconspícuo ponto no meio do dorso da cabeça, entre os olhos, eqüidistante entre o clípeo e a margem posterior do epicrânio; abertura pequena (FIG. 2.43B) ou grande (FIG. 2.44B); área próxima ligeiramente côncava. Anteriormente à fontanela, existe uma marca em "Y" que pode ser distinta (FIG. 2.20) ou inconspícua (FIG. 2.21). **Olhos** mais ou menos circulares, salientes, de tamanho médio, separados da margem inferior da cabeça, em vista lateral, por quase 1/3 ou ½ do seu diâmetro maior. **Ocelos** laterais de forma sub-elíptica (FIG. 2.21) a sub-circular (FIG. 2.22), levemente salientes, situados acima dos olhos, um pouco inclinados e deslocados para a região anterior, tocando os olhos (FIG. 2.20) ou bem separados deles (FIG. 2.22), com tamanho variando, de quase o tamanho do soquete da antena (FIG. 2.21) até 1/3 desse tamanho (FIG. 2.22). **Marcas das inserções musculares** às vezes indistintas (FIG. 2.21), geralmente distintas como áreas mais claras, reniformes ou em forma de meia lua (FIG. 2.20), situadas à frente dos ocelos e um pouco deslocadas para o centro da cabeça; um pouco maiores que os ocelos. **Labro** geralmente um pouco mais largo que longo, com superfície dorsal levemente convexa, ápice arredondado e margens hialinas. **Clípeo** inflado, dividido em ante-clípeo e pós-clípeo. Ante-clípeo geralmente trapezoidal. Pós-clípeo de tamanho variável, com largura cerca de 4 (FIG. 2.20) a 6 vezes o comprimento (FIG. 2.22), dividido por uma depressão mediana muito (FIG. 2.20) ou pouco distinta (FIG. 2.22), em vista dorsal; sutura fronto-clipeal muito (FIG. 2.20) ou pouco arqueada (FIG. 2.21), em vista dorsal. **Mandíbulas** (FIGS. 2.24, 2.47): mandíbula esquerda com um dente apical e 3 dentes marginais; o primeiro dente marginal moderadamente grande; segundo mais longo que o primeiro; terceiro mais curto e mais longo que o segundo, um pouco inclinado para baixo. Mandíbula direita com um dente apical e dois marginais, com um dente subsidiário na base do primeiro, que é grande; segundo marginal pouco distinto da margem da mandíbula; placa molar longa com cerca de 20 cristas. **Antenas** com 19 a 23 artículos; artículo 1, mais longo;

2, cerca de metade do comprimento de 1; 3, variável, menor que 2; o resto mais ou menos uniforme, alongando-se em direção ao ápice. **Pronoto** grande, de forma variável, um pouco arqueado, em vista lateral, quase da mesma largura que a cabeça (incluindo os olhos), em vista dorsal (FIG. 2.20), ou cerca de 1/5 mais estreito (FIG. 2.21); largura cerca de uma vez e meia (FIG. 2.21) a quase duas vezes o comprimento (FIG. 2.20); margem anterior, levemente côncava (FIG. 2.20) a fortemente côncava (FIG. 2.22), não emarginada; margem posterior convexa, emarginada; margens laterais arredondadas; margens ântero-laterais acuminadas; póstero-laterais arredondadas. **Tíbias** com alguns espinhos; fórmula dos esporões apicais 3:2:2. **Asas** tanto sem "micrasters" e com aspecto transparente (*C. havilandi*, *C. formosanus*) ou densamente cobertas por eles e com aspecto escuro (*C. testaceus*, *C. niger*, *C. crassus* e outros); com papilas em locais restritos (nas 2 veias anteriores e na margem posterior). **Asas anteriores** com todas as veias partindo independentemente a partir da sutura da escama alar; costal fundida com a subcostal; a veia fundida bem esclerotizada, percorrendo a margem anterior inteira da asa; radial bem esclerotizada, sem ramos, passando perto e paralelamente à costal+subcostal e atingindo o ápice da asa; mediana pouco esclerotizada, percorrendo o comprimento inteiro da asa, subdivida distalmente em dois ou três ramos; cubital também pouco esclerotizada e subdividida em 10 a 12 ramos, a maioria no lado inferior. **Asas posteriores** com costal+subcostal, radial e cubital, como na asa anterior; mediana, com origem na base do setor radial, do lado de fora da escama. Escamas alares triangulares: as anteriores, grandes, sobrepondo-se em cerca de 1/3 às posteriores.

Pilosidade: Quase toda a superfície do corpo é coberta por pêlos microscópicos, mais ou menos abundantes. Cabeça coberta com muitos pêlos e cerdas curtas e algumas cerdas longas esparsas, que apresentam área de inserção mais distinta. Ante-clípeo glabro; pós-clípeo com algumas cerdas curtas e duas ou três mais longas. Labro com algumas cerdas curtas, em sua metade distal. Pós-mento com pêlos e poucas cerdas curtas, em sua superfície. Área em volta da fontanela, com moderada ou abundante pilosidade (pêlos microscópicos, pêlos e cerdas curtas), formando uma área pontuada. Marcas das inserções musculares glabras. Antenas com artículos 1 e 2 glabros, ou ligeiramente pilosos; o resto moderadamente piloso, com cerdas curtas e pêlos, com pilosidade aumentando gradualmente, em direção ao ápice. Pronoto coberto por alguns pêlos e muitas cerdas curtas e longas; as últimas, muito abundantes nas

margens. Notos com cerdas longas nas margens posteriores e cerdas curtas na superfície. Coxa e fêmur com muitos pêlos e cerdas curtas. Trocanter com pêlos e poucas cerdas curtas. Tíbia e tarsos com pêlos, cerdas curtas. Cercos cobertos de pêlos e com 3 cerdas curtas. Estilos cobertos por pêlos e uma cerda curta no ápice. Asas com toda a superfície coberta por muitos pêlos; veias costal+subcostal, com pilosidade mais abundante. Escamas alares, com pêlos, cerdas curtas e muitas cerdas longas.

Coloração: Cabeça geralmente variando do laranja-acobreado ao marrom-acobreado-escuro no dorso, laranja-acobreado na região ventral; região próxima à fontanela um pouco mais clara; soquetes das cerdas, claros. Gena, marcas das inserções musculares, pós-clípeo, labro, palpos das peças bucais e antenas laranja-acobreados. Olhos pretos. Mandíbulas laranja-acobreadas, com margem distal preta. Ante-clípeo e ocelos esbranquiçados. Notos e tergitos abdominais, do laranja-acobreado ao acobreado. Esternitos abdominais amarelo-alaranjados. Pernas amarelo-claras. Asas, de translúcidas a bem escuras, com veias costal+subcostal e radial marrom-acobreadas.

OPERÁRIOS – Muito uniformes entre as espécies. Cabeça sub-circular; fontanela ausente. Mandíbulas como nos alados, um pouco menores. Ante-clípeo, pós-clípeo e labro, muito semelhantes aos dos alados. Antenas, com 12 a 15 artículos. Pronoto sub-trapezoidal, distintamente mais estreito que a cabeça, geralmente achatado, às vezes com a margem anterior elevada, em vista lateral. Fórmula dos esporões apicais das tíbias 3:2:2. Pilosidade seguindo, mais ou menos, o mesmo padrão da dos alados. Cabeça, tórax e abdome branco-amarelados, com exceção das margens distais das mandíbulas, mais escuras.

Comentários: WASMANN (1896), ao descrever *Coptotermes*, não mencionou o número de esporões apicais das tíbias; também DESNEUX (1904) e HOLMGREN (1913), que estudaram o gênero mais tarde, não mencionam esse número. HILL (1942) atestou que o número de esporões apicais das tíbias, nas três castas, é de 3:3:3. AHMAD (1950) distinguiu os Heterotermitinae (com esporões tibiais 3:2:2), dos Coptotermitinae, com base nesse número, entre outros caracteres. ROONWAL & CHHOTANI (1962), entretanto, examinando 32 espécies de *Coptotermes* de todo o

mundo, afirmam que esse número é, na verdade, sempre 3:2:2. Quanto à pilosidade dos tergitos abdominais, HOLMGREN (*op. cit.*) separou o grupo de *C. formosanus* (*C. formosanus, C. travians* e *C. parvulus*) do grupo de *C. heimi* (*C. heimi* e *C. ceylonicus*), com base na pilosidade dos tergitos abdominais: no grupo *C. heimi*, os pêlos arranjam-se em duas fileiras, enquanto que no grupo *C. formosanus*, os pêlos são uniformes, não arranjados em fileiras. ROONWAL & CHHOTANI (*op. cit.*), entretanto, afirmam que este caráter mostra uma grande variabilidade intra-específica e não pode ser usado na separação das espécies.

Coptotermes havilandi HOLMGREN, 1911b

(FIGS. 2.2, 2.3, 2.20, 2.25, 2.26, 2.43, 2.49)

C. havilandi HOLMGREN, 1911a: 74 [*nom. nud.*].

C. havilandi HOLMGREN, 1911b: 192 [imag.]. Loc-tipo: "Hinterindien".

C. javanicus KEMNER, 1934: 59 [imag., sold., oper.]. Loc-tipo: Java; SNYDER, 1949: 79 [cat., syn.].

Coptotermes sp. *prope intermedius* MOUTIA, 1936: 14 [imag., sold.]. Ilhas Maurício [introd.].

Coptotermes sp. ADAMSON, 1938: 221. Barbados [introd.].

C. vastator; COSTA LIMA, 1936: 12 [ident. err. (ARAUJO, 1958: 194)] COSTA LIMA, 1939: 322 [ident. err. (ARAUJO, 1968: 194)].

Etimologia: O nome *havilandi* é uma homenagem a George D. Haviland, entomologista do século passado.

Tipos (não observados): os síntipos de *C. havilandi*, que deveriam estar no Naturhistoriska Riksmuseet (NHRS) em Estocolmo - Suécia, não foram localizados por seu curador.

Loc.-Tipo: "Hinterindien" [Península no sudeste da Ásia, entre a baía de Bengala, o mar de Andaman e o estreito de Málaca no oeste, e o mar do sul da China e o golfo da Tailândia no leste. Compreende a Málaca e parte da Tailândia].

SOLDADOS - **Cabeça** pequena, sub-retangular, em vista dorsal; em indivíduos provenientes de colônias jovens seu tamanho pode ser até 45% menor; lados quase paralelos, convergindo na altura dos soquetes das antenas, com maior largura no meio; pouco menos que 1/5 mais longa (até a fontanela) que larga; com leve saliência do terço anterior do dorso, em vista lateral; margens laterais anteriores da cabeça, contínuas em vista dorsal, mais largas que a distância mínima entre os soquetes das antenas. **Fontanela** grande, de forma variável, com muitas ranhuras ao redor da sua margem dorsal. **Fossetas** com a linha invaginante reta, partindo do meio da sua margem, em vista dorsal. **Labro** cerca de 1/3 mais longo que largo; ápice hialino bem acuminado. **Mandíbulas** em forma de sabre, cerca de 60% do comprimento da cabeça; margens externas geralmente lisas ou, às vezes, com reentrância quase inconspícua próximo à base. **Antenas** com 14 a 16 artículos. Indivíduos provenientes de colônias jovens podem apresentar de 12 a 13 artículos. **Pós-mento** quase duas vezes e meia mais longo que sua largura máxima; estreitamento a cerca de 1/3 de sua margem posterior. **Pronoto** como na FIG. 2.2, com as margens laterais convergindo pouco para trás, cerca de duas vezes mais largo que longo; margem anterior emarginada; margem posterior muito fracamente emarginada.

Pilosidade: Cabeça muito esparsamente pilosa, com cerdas longas no dorso e algumas cerdas curtas na parte ventral; indivíduos provenientes de colônias jovens são um pouco mais pilosos. Fontanela geralmente com um par de cerdas longas junto à abertura; em indivíduos provenientes de colônias jovens, pode haver dois pares. Fossetas sem cerdas longas próximas. Pronoto esparsamente piloso; dorso com alguns pêlos e bem poucas cerdas curtas.

Coloração: Cabeça de amarelo-clara a amarelo-alaranjada. Mandíbulas marrom-acobreadas, amarelo-alaranjadas na base. Antenas, labro, palpos e pronoto amarelados. Ante-clípeo esbranquiçado. Mesonoto e metanoto branco-amarelados. Pernas branco-amareladas, com garras tarsais e espinhos amarronzados. Abdome esbranquiçado.

Medidas (em mm). MZUSP-8767, N=30. CmiCa: $\bar{X}$=1,27 s=0,03 A=1,20-1,32 / LmaCa: $\bar{X}$=1,08 s=0,03 A=1,02-1,14 / LmiCa: $\bar{X}$=0,67 s=0,02 A=0,64-0,70 / CmaMb: $\bar{X}$=0,78 s=0,02 A=0,74-0,80 / DmaFo: $\bar{X}$=0,14 s=0,01 A= 0,12-0,16 / DmiFo: $\bar{X}$=0,12 s=0,01 A=0,10-0,14 / CmiPm: $\bar{X}$=0,91 s=0,03 A=0,84-0,96 / LmaPm: $\bar{X}$=0,38 s=0,01

A=0,36-0,40 / LmiPm: $\bar{X}$=0,25 s=0,01 A=0,24-0,28 / CmePr: $\bar{X}$=0,38 s= 0,01 A=0,36-0,40 / LmaPr: $\bar{X}$=0,79 s=0,03 A=0,72-0,84 / CmaTb: $\bar{X}$=0,94 s=0,03 A=0,90-0,98.

MZUSP-8377, N=30. CmiCa: $\bar{X}$=1,33 s=0,04 A=1,24-1,40 / LmaCa: $\bar{X}$=1,22 s=0,04 A=1,14-1,30 / LmiCa: $\bar{X}$=0,74 s=0,02 A=0,68-0,78 / CmaMb: $\bar{X}$=0,84 s=0,02 A=0,80-0,90 / DmaFo: $\bar{X}$=0,17 s=0,01 A= 0,14-0,18 / DmiFo: $\bar{X}$=0,14 s=0,01 A=0,14-0,16 / CmiPm: $\bar{X}$=1,00 s=0,04 A=0,94-1,08 / LmaPm: $\bar{X}$=0,41 s=0,01 A=0,38-0,42 / LmiPm: $\bar{X}$=0,28 s=0,01 A=0,26-0,30 / CmePr: $\bar{X}$=0,46 s= 0,02 A=0,44-0,50 / LmaPr: $\bar{X}$=0,94 s=0,03 A=0,86-1,00 / CmaTb: $\bar{X}$=1,10 s=0,04 A=1,04-1,18.

MZUSP-2732, N=30. CmiCa: $\bar{X}$=1,28 s=0,02 A=1,22-1,32 / LmaCa: $\bar{X}$=1,14 s=0,03 A=1,08-1,18 / LmiCa: $\bar{X}$=0,71 s=0,02 A=0,66-0,72 / CmaMb: $\bar{X}$=0,82 s=0,02 A=0,78-0,88 / DmaFo: $\bar{X}$=0,18 s=0,01 A= 0,16-0,20 / DmiFo: $\bar{X}$=0,14 s=0,01 A=0,12-0,14 / CmiPm: $\bar{X}$=0,94 s=0,02 A=0,90-1,00 / LmaPm: $\bar{X}$=0,41 s=0,01 A=0,40-0,44 / LmiPm: $\bar{X}$=0,28 s=0,01 A=0,24-0,30 / CmePr: $\bar{X}$=0,44 s= 0,01 A=0,42-0,46 / LmaPr: $\bar{X}$=0,92 s=0,03 A=0,88-1,04 / CmaTb: $\bar{X}$=1,06 s=0,03 A=1,02-1,12.

MZUSP-8261, N=30. CmiCa: $\bar{X}$=1,22 s=0,04 A=1,14-1,30 / LmaCa: $\bar{X}$=1,03 s=0,03 A=0,98-1,10 / LmiCa: $\bar{X}$=0,66 s=0,02 A=0,62-0,70 / CmaMb: $\bar{X}$=0,76 s=0,02 A=0,72-0,80 / DmaFo: $\bar{X}$=0,13 s=0,01 A= 0,12-0,14 / DmiFo: $\bar{X}$=0,11 s=0,01 A=0,10-0,12 / CmiPm: $\bar{X}$=0,85 s=0,03 A=0,80-0,92 / LmaPm: $\bar{X}$=0,38 s=0,02 A=0,34-0,40 / LmiPm: $\bar{X}$=0,25 s=0,01 A=0,22-0,26 / CmePr: $\bar{X}$=0,39 s= 0,01 A=0,36-0,42 / LmaPr: $\bar{X}$=0,79 s=0,03 A=0,74-0,84 / CmaTb: $\bar{X}$=0,89 s=0,03 A=0,86-0,96.

MZUSP-11107, N=20. CmiCa: $\bar{X}$=1,10 s=0,07 A=0,94-1,20 / LmaCa: $\bar{X}$=0,90 s=0,05 A=0,80-0,98 / LmiCa: $\bar{X}$=0,59 s=0,03 A=0,54-0,66 / CmaMb: $\bar{X}$=0,74 s=0,04 A=0,66-0,84 / DmaFo: $\bar{X}$=0,11 s=0,02 A= 0,08-0,14 / DmiFo: $\bar{X}$=0,09 s=0,01 A=0,06-0,10 / CmiPm: $\bar{X}$=0,69 s=0,10 A=0,33-0,80 / LmaPm: $\bar{X}$=0,34 s=0,01 A=0,32-0,36 / LmiPm: $\bar{X}$=0,22 s=0,01 A=0,20-0,24 / CmePr: $\bar{X}$=0,29 s= 0,02 A=0,24-0,34 / LmaPr: $\bar{X}$=0,55 s=0,05 A=0,46-0,64 / CmaTb: $\bar{X}$=0,68 s=0,06 A=0,58-0,78.

ALADOS - **Cabeça** sub-circular, em vista dorsal, pouco mais que 1/4 mais larga (sem os olhos) que longa (até a sutura fronto-clipeal); sutura pós-frontal mais ou menos distinta partindo dos ocelos e dirigindo-se ao vértice. **Fontanela** muito pequena. **Olhos** de tamanho médio, quase redondos, cerca de 1/3 de seu diâmetro distantes da margem inferior da cabeça. **Ocelos** grandes, um pouco menores que o tamanho dos

soquetes das antenas, sub-elípticos, com o lado menor tocando ou ligeiramente separado dos olhos; margem superior ligeiramente proeminente. Área entre os ocelos e o soquete das antenas um pouco rugosa. **Marcas das inserções musculares** bem distintas, grandes, cerca do mesmo tamanho que os ocelos, reniformes ou em forma de meia-lua. **Labro** cerca de duas vezes mais largo que longo. **Ante-clípeo e pós-clípeo** bem inflados separadamente, em vista lateral. Ante-clípeo um pouco mais curto que o pós-clípeo. Pós-clípeo pouco mais que 3 vezes mais largo que longo, com sutura mediana distinta, em vista dorsal; sutura fronto-clipeal bem arqueada. **Mandíbulas** com as características do gênero. **Antenas** com 20 a 23 artículos. **Pronoto** como na FIG. 2.20, ligeiramente mais estreito que a cabeça (com os olhos); largura mais que uma vez e meia o comprimento; margem anterior côncava; margem posterior convexa, emarginada; margens ântero-laterais acuminadas; póstero-laterais arredondadas. Margem posterior do **metanoto** como na FIG. 2.43F. **Asas** com membrana quase 4 vezes mais longa que larga, sem "micrasters"; nervura mediana geralmente subdividida em dois ou três ramos; cubital com cerca de 10 ramos.

Pilosidade: Cabeça e pronoto bem pilosos; cabeça com muitas cerdas curtas e pêlos em quase toda a sua superfície, exceto no epicrâneo; área de inserção de 14 cerdas maiores, mais distinta; pronoto com muitos pêlos, cerdas curtas e longas em quase toda a sua superfície, exceto em uma pequena área mediana, anterior. Fontanela com abundante pilosidade ao seu redor, formando uma área pontuada. Pós-clípeo com algumas cerdas curtas e duas mais longas de cada lado. Membrana das asas densamente coberta com pêlos bem curtos.

Coloração: Cabeça de laranja-acobreada a marrom-acobreada. Mandíbulas amarelo-alaranjadas na base, ficando acobreadas próximas ao ápice; ápice marrom-acobreado-escuro. Antenas, pós-clípeo, labro e palpos amarelados. Marcas das inserções musculares amarelo-alaranjados. Ante-clípeo esbranquiçado. Pronoto, mesonoto, metanoto e tergitos abdominais laranja-acobreados. Esternitos abdominais de amarelo a amarelo-alaranjado. Coxas, trocanteres e fêmures amarelados; tíbias e tarsos um pouco mais escuros, com garras tarsais e espinhos amarronzados. Asas hialinas, quase transparentes; veias costal+subcostal e radial fracamente distintas, acobreadas; veias mediana, cubital e anal inconspícuas. Escamas alares acobreadas.

Medidas (em mm). MZUSP-10139, N=30. CmiCa: $\bar{X}$=1,05 s=0,02 A=1,00-1,08 / LmaCa: $\bar{X}$=1,40 s=0,03 A=1,34-1,48 / DmaOl: $\bar{X}$=0,40 s=0,01 A=0,36-0,42 / DmiOl:

$\bar{X}$=0,37 s=0,01 A=0,34-0,38 / DmaOc: $\bar{X}$=0,15 s=0,01 A= 0,14-0,18 / DmiOc: $\bar{X}$=0,12 s=0,01 A=0,12-0,14 / OlOc: $\bar{X}$=0,00 s=0,00 A=0,00-0,01 / CmePr: $\bar{X}$=0,72 s= 0,02 A=0,66-0,76 / LmaPr: $\bar{X}$=1,35 s=0,03 A=0,30-0,44 / CmaTb: $\bar{X}$=1,31 s=0,03 A=1,26-1,36.

MZUSP-10115, N=30. CmiCa: $\bar{X}$=1,06 s=0,03 A=1,00-1,10 / LmaCa: $\bar{X}$=1,38 s=0,04 A=1,28-1,46 / DmaOl: $\bar{X}$=0,40 s=0,01 A=0,38-0,42 / DmiOl: $\bar{X}$=0,37 s=0,01 A=0,34-0,40 / DmaOc: $\bar{X}$=0,16 s=0,01 A= 0,14-0,18 / DmiOc: $\bar{X}$=0,12 s=0,01 A=0,10-0,14 / OlOc: $\bar{X}$=0,00 s=0,00 A=0,00-0,01 / CmePr: $\bar{X}$=0,72 s=0,03 A=0,66-0,76 / LmaPr: $\bar{X}$=1,33 s=0,05 A=1,22-1,42 / CmaTb: $\bar{X}$=1,28 s=0,04 A=1,20-1,36.

MZUSP-8259, N=30. CmiCa: $\bar{X}$=1,03 s=0,03 A=0,96-1,08 / LmaCa: $\bar{X}$=1,32 s=0,04 A=1,22-1,38 / DmaOl: $\bar{X}$=0,39 s=0,01 A=0,36-0,40 / DmiOl: $\bar{X}$=0,35 s=0,01 A=0,32-0,36 / DmaOc: $\bar{X}$=0,15 s=0,01 A= 0,12-0,16 / DmiOc: $\bar{X}$=0,11 s=0,01 A=0,10-0,12 / OlOc: $\bar{X}$=0,00 s=0,00 A=0,00-0,01 / CmePr: $\bar{X}$=0,68 s=0,02 A=0,62-0,72 / LmaPr: $\bar{X}$=1,26 s=0,03 A=1,20-1,32 / CmaTb: $\bar{X}$=1,27 s=0,03 A=1,20-1,32.

MZUSP-8389, N=30. CmiCa: $\bar{X}$=1,04 s=0,03 A=0,96-1,10 / LmaCa: $\bar{X}$=1,37 s=0,04 A=1,30-1,44 / DmaOl: $\bar{X}$=0,40 s=0,01 A=0,38-0,42 / DmiOl: $\bar{X}$=0,36 s=0,02 A=0,32-0,40 / DmaOc: $\bar{X}$=0,15 s=0,01 A= 0,12-0,16 / DmiOc: $\bar{X}$=0,12 s=0,01 A=0,10-0,14 / OlOc: $\bar{X}$=0,00 s=0,01 A=0,00-0,01 / CmePr: $\bar{X}$=0,70 s=0,02 A=0,66-0,74 / LmaPr: $\bar{X}$=1,31 s=0,05 A=1,22-1,40 / CmaTb: $\bar{X}$=1,28 s=0,03 A=1,20-1,34.

Comentários: *Coptotermes havilandi* é uma espécie oriental que não tem registros de sua localidade-tipo. Acredita-se que seja originária do sudeste da Ásia e Indonésia (GAY 1967). Atualmente está distribuída também nas três Américas, Tahiti, continente africano e ilhas adjacentes. No Brasil, foi introduzida provavelmente no início deste século pelos portos do Rio de Janeiro (RJ) e de Santos (SP). KALSHOVEN (1962) diz que esta espécie foi originalmente descrita por HOMLGREN (1912) a partir de alados coletados na Tailândia. Entretanto, tanto no trabalho de 1911a, quanto no de 1912 de HOLMGREN, *C. havilandi* é apenas citado. Na verdade, a descrição desta espécie baseou-se em material procedente de Sri Lanka (ARAUJO 1958). Essa descrição, muito imprecisa, feita por HOLMGREN em 1911b (*In:* ESCHERICH 1911), nada mais é do que a relação de cinco medidas, duas das quais nem são mais usadas atualmente em trabalhos de taxonomia. *C. havilandi* foi citado pela primeira vez no

Brasil (Rio de Janeiro), em 1936 por COSTA LIMA como *C. vastator*, LIGHT (1929), sendo mais tarde corrigido por ARAUJO (1958). Existe, entretanto, registro de material coletado no Rio de Janeiro (RJ) em 1923 e em Santos (SP) em 1934 (ARAUJO *op. cit.*). Atualmente existem grandes infestações nas cidades de São Paulo (SP) e do Rio de Janeiro (RJ), além de novas introduções nos estados de Pernambuco (FONTES & VEIGA 1998), Pará e Bahia. No Paraná, existe uma referência de uma amostra que foi coletada em um carregamento mas, sendo este o único registro, não acredito que esta espécie esteja estabelecida neste estado. MILL (1991) citou *C. havilandi* para a Amazônia, mas seria preciso confirmar esta citação pois até hoje não há referências de que esta espécie já tenha atingido tanto o interior do Brasil. Novas introduções desta espécie incluem os EUA (SU *et al.* 1997) e o México (observação pessoal). *C. havilandi* foi encontrado em árvores vivas de *Acacia tomentosa*, em Java (KALSHOVEN 1962), e atacando árvores de *Albizzia lebbeckioides* na Indonésia e Malásia (HARRIS 1966). Há também registros desta espécie em tronco de abacateiro morto e sob a casca solta de abacateiro vivo (GONÇALVES & D'ARAUJO E SILVA 1962). Os soldados deste gênero não apresentam olhos, entretanto observei "manchas oculares" em duas amostras de *C. havilandi* das Antilhas, Ilhas Cayman (FSCA-CA100 e FSCA-CA115). Não observei a ocorrência de dimorfismo sexual entre os alados.

Registros de ocorrência. BRASIL: *São Paulo*: São Paulo, Santos, Guarujá, São Vicente, Cubatão, Bertioga, Ilha Bela, Salesópolis, Jacareí, São Sebastião, Campinas, Limeira, Piracicaba, Rio Claro, Ribeirão Preto; *Rio de Janeiro*: Rio de Janeiro, Guaratiba, Angra dos Reis, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Seropédica, Resende; *Espírito Santo*: Vitória; *Paraná*: Curitiba; *Bahia*: Salvador; *Amazônia*; *Pará*: Benevides; *Pernambuco*: Recife, Paulista; GUIANA; ANTIGUA; BARBADOS: *Barbados*; CAYMAN: *Little Cayman*: Pirates' Point Resort, Historic Store; CUBA: *Habana*: Calabazar; *Isla de Pinos*: Nueva Gerona; JAMAICA: *Kingston*: Bournemouth Gardens; MONTSERRAT: *Plymouth*: Amersham; TURKS & CAICOS: *Providenciales*: Turtle Cove; PORTO RICO: *San Juan*: El Morro; BRITISH VIRGIN GORDA; MÉXICO: *Colima*: Manzanillo; EUA: *Flórida*: Miami, Ft. Pierce; THAITI; ÁFRICA DO SUL; GANA; MADAGASCAR; ILHAS MAURÍCIO: *Port Louis*; LA REUNION: *La Bretagne*; SEYCHELLES: *Mahé*; SRI LANKA; MALÁSIA; JAVA: *Semarang*; TAILÂNDIA.

Material examinado (FIG. 2.49). BRASIL: *Rio de Janeiro*: Rio de Janeiro: IOC-02, 13/viii/1923 (sem coletor); IOC-04, viii/1936 (H.S. Lopes); IPT-020, 26/ix/1980 (A.T. Lelis & P.A. Zanotto); MZUSP-0041, 05/viii/1962 (R.L. Araujo); MZUSP-0042, 05/ix/1962 (R.L. Araujo); MZUSP-0045, 08/ix/1962 (R.L. Araujo); MZUSP-0046, 28/viii/1962 (R.L. Araujo); MZUSP-0047, 17/viii/1962 (R.L. Araujo); MZUSP-0122, 14/viii/1961 (R.L. Araujo); MZUSP-0123, 20/viii/1961 (R.L. Araujo); MZUSP-0273, 03/ix/1962 (R.L. Araujo); MZUSP-0274, 05/i/1964 (W. Santos); MZUSP-0275, 31/viii/1963 (R.L. Araujo); MZUSP-0373, 22/viii/1967 (R.L. Araujo); MZUSP-0378, 06/i/1966 (R.L. Araujo); MZUSP-0383, 05/vii/1967 (R.L. Araujo); MZUSP-0384, 04/viii/1967 (R.L. Araujo); MZUSP-0385, 23/xi/1966 (R.L. Araujo); MZUSP-0393, 13/xii/1965 (R.L. Araujo); MZUSP-0569, 25/iii/1968 (A. Peracchi); MZUSP-1681, x/1968 (T. Cavalcante); MZUSP-1685, 04/viii/1968 (R.L. Araujo); MZUSP-1686, 30/viii/1968 (R.L. Araujo); MZUSP-1687, 30/viii/1968 (R.L. Araujo); MZUSP-1688, 10/ix/1968 (R.L. Araujo); MZUSP-1689, 13/ix/1968 (R.L. Araujo); MZUSP-1690, 15/ix/1968 (R.L. Araujo); MZUSP-1691, 19/ix/1968 (R.L. Araujo); MZUSP-1692, 20/ix/1968 (R.L. Araujo); MZUSP-1693, x/1968 (T. Cavalcante); MZUSP-2731, 13/viii/1923 (sem coletor); MZUSP-2732, 21/vii/1925 (T. Borgmeier); MZUSP-2955, iii/1927 (sem coletor); MZUSP-4568, 16/vii/1953 (C.H. Reiniger); MZUSP-4570, 24/viii/1948 (A.G. Araujo e Silva); MZUSP-4571, 07/iv/1954 (C.R. Gonçalves); MZUSP-4573, x/1954 (D. Cardoso); MZUSP-4737, 09/viii/1969 (A. Peracchi); MZUSP-4738, 16/viii/1969 (A. Peracchi); MZUSP-5348, 13/viii/1973 (R.L. Araujo); MZUSP-5446, 26/ix/1970 (R.L. Araujo); MZUSP-5447, ix/1970 (A.P. Prado); MZUSP-5448, 26/ix/1970 (R.L. Araujo); MZUSP-5450, ix/1970 (A.P. Prado); MZUSP-7298, 04/vii/1976 (R.L. Araujo); MZUSP-7302, 27/28/viii/1976 (R.L. Araujo); MZUSP-8254, 31/viii/1966 (R.L. Araujo); MZUSP-8255, 13/viii/1969 (R.L. Araujo); MZUSP-8256, 23/vi/1969 (R.L. Araujo); MZUSP-8257, 01/ix/1966 (R.L. Araujo); MZUSP-8258, 21/xii/1951 (W. Kempf); MZUSP-8259, 14/viii/1966 (R.L. Araujo); MZUSP-8260, 15/viii/1969 (R.L. Araujo); MZUSP-8261, x/1973 (R.L. Araujo); MZUSP-8389, 22/ix/1975 (R.L. Araujo); MZUSP-8827, 20/i/1987 (P. Zanotto); MZUSP-8830, 20/xi/1986 (P. Zanotto); MZUSP-10101, 03/ix/1969 (R.L. Araujo); MZUSP-10102, 03/ix/1969 (R.L. Araujo); MZUSP-10103, i/1976 (R.L. Araujo); MZUSP-10201, 31/viii/1974 (R.L. Araujo); MZUSP-10479, 29/viii/1974 (R.L. Araujo); MZUSP-10480, 20/ix/1974 (R.L. Araujo); MZUSP-10481, 26/ix/1974 (R.L. Araujo); MZUSP-10518, 10/viii/1998 (M.V. Ferraz & J. Krecek); MZUSP-10522, 14/viii/1998 (M.V. Ferraz & A.C.N. Magalhães); MZUSP-10539, 07/ix/1998 (M.T. Ponte); MZUSP-10545, 15/viii/1998 (A.C.N. Magalhães); MZUSP-10946, 24/viii/1998 (D.C. Lima); MZUSP-10947, 22/viii/1999 (D.C. Lima); Guaratiba: MZUSP-4567, vi/1953 (A.G. Araujo e Silva); MZUSP-4569, 29/iii/1953 (A.G. Araujo e Silva); MZUSP-4572, 30/v/1953 (A.G. Araujo e Silva); Arraial do Cabo: MZUSP-10945, 18/ix/1999 (M.V. Ferraz); Seropédica: MPEG-2589, 01/viii/1987 (I. Ferreira); MPEG-3968, 13/x/1988 (I. Ferreira); Resende: MZUSP-10525, 15/viii/1998 (M.V. Ferraz); *São Paulo*: São Paulo: MZUSP-1665, 30/xi/1966 (H.M. Canter); MZUSP-1671, 25/v/1956 (J.F. Prado); MZUSP-1673, 04/i/1967 (H.M. Canter); MZUSP-1674, 17/xi/1966 (H.M. Canter); MZUSP-1675, vii/1967 (M.C. Rigo & H.M. Canter); MZUSP-1676, 28/iv/1966 (H.M. Canter); MZUSP-5220, 09/ii/1973 (R.L. Araujo); MZUSP-5394, 01/x/1970 (R.L. Araujo); MZUSP-8225, 07/x/1968 (R.L. Araujo); MZUSP-8226, 12/xi/1969 (R.L. Araujo); MZUSP-8441, vii/1984 (C. Costa); MZUSP-8767, 28/v/1986 (E.M. Cancello); MZUSP-8828, 13/i/1987 (P. Zanotto); MZUSP-8829, 30/x/1986 (P. Zanotto); MZUSP-8832, 06/x/1986 (P. Zanotto); MZUSP-9377, sem data (M.T. Ponte); MZUSP-9420,

05/xi/1990 (L. Guimarães); MZUSP-9791, 23/ix/1992 (E.M. Cancello); MZUSP-9792, 22/ix/1992 (F. Ejchel); MZUSP-9801, 13/x/1992 (F. Ejchel); MZUSP-9923, 16/ii/1995 (E.M. Cancello); MZUSP-9953, 21/ix/1990 (E.M. Cancello); MZUSP-10074, vi/1994 (A.T. Lelis); MZUSP-10075, 31/viii/1995 (E.M. Cancello); MZUSP-10104, 18/iii/1996 (M.V. Ferraz); MZUSP-10105, 06/iii/1996 (A.T. Lelis); MZUSP-10106, 10/i/1996 (A.T. Lelis); MZUSP-10107, 07/vii/1986 (P. Zanotto); MZUSP-10108, 16/x/1986 (P. Zanotto); MZUSP-10109, 28/i/1987 (P. Zanotto); MZUSP-10114, 30/viii/1995 (A. Acedo); MZUSP-10115, 11/x/1993 (S. Ide); MZUSP-10116, 14/x/1993 (J Diniz); MZUSP-10117, 12/x/1993 (E.M. Cancello); MZUSP-10118, 10/x/1993 (E.M. Cancello); MZUSP-10119, 25/viii/1995 (E.M. Cancello); MZUSP-10120, 27/x/1995 (E.M. Cancello); MZUSP-10121, 27/viii/1995 (E.M. Cancello); MZUSP-10122, 11/x/1993 (E.M. Cancello); MZUSP-10123, 25/x/1995 (E.M. Cancello); MZUSP-10124, 07/x/1995 (E.M. Cancello); MZUSP-10125, 25/x/1994 (E.M. Cancello); MZUSP-10126, 21/ix/1994 (E.M. Cancello); MZUSP-10127, 11/ix/1995 (A. Acedo); MZUSP-10128, 22/ix/1994 (E.M. Cancello); MZUSP-10129, 13/ix/1994 (E.M. Cancello); MZUSP-10130, 22/ix/1994 (E.M. Cancello); MZUSP-10131, 26/ix/1988 (E.M. Cancello); MZUSP-10132, 13/ix/1994 (S. Casari); MZUSP-10133, 14/ix/1994 (S. Casari); MZUSP-10134, 23/ix/1994 (E.M. Cancello); MZUSP-10135, 26/x/1995 (E.M. Cancello); MZUSP-10136, 24/viii/1995 (A.R. Lopes); MZUSP-10137, ix/1988 (E.M. Cancello); MZUSP-10138, 14/ix/1994 (M.T.O. Malmann); MZUSP-10139, 29/viii/1995 (L.S. Rocha); MZUSP-10140, 11/ix/1995 (E.M. Cancello); MZUSP-10141, 08/iv/1996 (M.V. Ferraz); MZUSP-10142, 16/x/1991 (E.M. Cancello); MZUSP-10143, 19/x/1994 (E.M. Cancello); MZUSP-10144, 13/viii/1995 (E.M. Cancello); MZUSP-10145, 01/ix/1995 (E.M. Cancello); MZUSP-10146, 17/vii/1995 (E.M. Cancello); MZUSP-10147, 01/ix/1995 (E.M. Cancello); MZUSP-10148, 10/ix/1995 (E.M. Cancello); MZUSP-10149, 26/viii/1995 (E.M. Cancello); MZUSP-10150, 24/viii/1995 (S. Ide); MZUSP-10151, 30/viii/1995 (E.M. Cancello); MZUSP-10152, 24/viii/1995 (E.M. Cancello); MZUSP-10156, 02/x/1993 (S. Ide); MZUSP-10157, 21/x/1993 (E.M. Cancello); MZUSP-10158, 23/ix/1994 (S. Ide); MZUSP-10163, 15/v/1996 (M.U. de Mattos); MZUSP-10200, 26/viii/1996 (E.M. Cancello); MZUSP-10202, 09/x/1996 (M.V. Ferraz); MZUSP-10203, 02/ix/1996 (E.M. Cancello); MZUSP-10204, 25/viii/1996 (E.M. Cancello); MZUSP-10205, 26/viii/1996 (L.S. Rocha); MZUSP-10206, 22/ix/1996 (E.M. Cancello); MZUSP-10207, 10/x/1996 (E.M. Cancello); MZUSP-10208, 13/x/1996 (E.M. Cancello); MZUSP-10209, 21/ix/1996 (E.M. Cancello); MZUSP-10210, 12/x/1996 (E.M. Cancello); MZUSP-10211, 14/x/1996 (E.M. Cancello); MZUSP-10273, 06/viii/1971 (R.L. Araujo); MZUSP-10274, 17/viii/1996 (E.M. Cancello); MZUSP-10277, 03/iv/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10278, 03/iv/1997 (E.M. Cancello); MZUSP-10284, 1994 (R. Bernardi Jr.); MZUSP-10285, 28/vii/1997 (B.H. Dietz); MZUSP-10292, 15/viii/1997 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10293, 16/viii/1997 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10294, 16/viii/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10295, 17/viii/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10296, 17/viii/1997 (B.H. Dietz); MZUSP-10297, 18/viii/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10298, 18/viii/1997 (B. Ferraz Neto); MZUSP-10299, 18/viii/1997 (B.H. Dietz); MZUSP-10300, 18/viii/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10301, 19/viii/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10302, 20/viii/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10303, 20/viii/1997 (D.P. Mathioli Jr.); MZUSP-10304, 28/viii/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10305, 28/viii/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10306, 28/viii/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10307, 31/viii/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10308, 01/ix/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10309, 01/ix/1997 (D.P. Mathioli Jr.); MZUSP-10310, 02/ix/1997 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10311, 03/ix/1997 (M.V.

Ferraz); MZUSP-10312, 04/ix/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10313, 05/ix/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10314, 07/ix/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10315, 08/ix/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10316, 08/ix/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10317, 08/ix/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10318, 09/ix/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10319, 13/ix/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10320, 24/ix/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10321, 28/ix/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10322, 30/ix/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10323, 04/x/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10324, 05/x/1997 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10325, 09/x/1997 (B.W.T. Coelho); MZUSP-10326, 09/x/1997 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10327, 09/x/1997 (B. Ferraz Neto); MZUSP-10328, 10/x/1997 (B. Ferraz Neto); MZUSP-10329, 10/x/1997 (E.M. Cancello); MZUSP-10330, 10/x/1997 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10331, 11/x/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10332, 12/x/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10333, 12/x/1997 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10334, 15/x/1997 (C. Klingenberg); MZUSP-10335, 16/x/1997 (Martin); MZUSP-10336, 28/x/1997 (C. Klingenberg); MZUSP-10337, 31/x/1997 (M.V. Ferraz); MZUSP-10338, 12/xi/1997 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10339, 20/xii/1997 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10340, 29/xii/1997 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10341, 13/i/1998 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10356, 01/viii/1997 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10491, iv/1999 (E.S. Gios); MZUSP-10503, 16/i/1998 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10504, 28/i/1998 (E.M. Cancello); MZUSP-10505, 04/ii/1998 (G. Ximenes); MZUSP-10506, 09/ii/1998 (C. Klingenberg); MZUSP-10507, 18/ii/1998 (M.V. Ferraz); MZUSP-10508, 20/ii/1998 (B.W.T. Coelho); MZUSP-10509, 01/iii/1998 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10510, 02/iii/1998 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10511, 12/iii/1998 (B.W.T. Coelho); MZUSP-10512, 22/iii/1998 (M.V. Ferraz); MZUSP-10513, 24/iii/1998 (M.V. Ferraz); MZUSP-10514, 13/iv/1998 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10515, iv/1998 (R. Ramos); MZUSP-10516, 28/vii/1998 (M.V. Ferraz); MZUSP-10517, 28/vii/1998 (M.V. Ferraz); MZUSP-10519, 11/viii/1998 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10520, 14/viii/1998 (D.T. Gonçalves); MZUSP-10521, 14/viii/1998 (E.M. Cancello & C.I. Yamamoto); MZUSP-10523, 15/viii/1998 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10526, 18/viii/1998 (M.V. Ferraz); MZUSP-10527, 24/viii/1998 (M.V. Ferraz); MZUSP-10528, 23/viii/1998 (B. Ferraz Neto); MZUSP-10529, 25/viii/1998 (M.V. Ferraz); MZUSP-10530, 25/viii/1998 (E.M. Cancello); MZUSP-10531, 26/viii/1998 (M.V. Ferraz); MZUSP-10532, 26/viii/1998 (B.H. Dietz); MZUSP-10533, 25/viii/1998 (L.S. Rocha); MZUSP-10534, 27/viii/1998 (L.S. Rocha); MZUSP-10535, 27/viii/1998 (M.V. Ferraz); MZUSP-10536, 02/ix/1998 (M.V. Ferraz); MZUSP-10537, 03/ix/1998 (M.V. Ferraz); MZUSP-10538, 04/ix/1998 (M.V. Ferraz); MZUSP-10540, 11/ix/1998 (B.H. Dietz & C.I. Yamamoto); MZUSP-10541, 12/ix/1998 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10542, 12/ix/1998 (L.S. Rocha); MZUSP-10543, 17/ix/1998 (M.V. Ferraz); MZUSP-10544, 27/ix/1998 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10546, 04/x/1998 (B.H. Dietz); MZUSP-10547, 23/x/1998 (B.H. Dietz); MZUSP-10548, 07/xi/1998 (M.V. Ferraz); MZUSP-10549, 21/xi/1998 (M.V. Ferraz); MZUSP-10550, 30/xii/1998 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10876, 21/viii/1999 (M.T. Ponte); MZUSP-10918, 04/i/1999 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10919, 19/i/1999 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10920, 20/i/1999 (D.T. Gonçalves); MZUSP-10921, 21/i/1999 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10922, 01/ii/1999 (E.M. Cancello); MZUSP-10923, 22/ii/1999 (D.T. Gonçalves); MZUSP-10924, 10/iii/1999 (E.M. Cancello); MZUSP-10925, 30/iii/1999 (E.M. Cancello); MZUSP-10926, viii/1984 (S. Casari); MZUSP-10928, 06/viii/1999 (E.M. Cancello); MZUSP-10929, 12/viii/1999 (B.H. Dietz); MZUSP-10930, 22/viii/1999 (B.H. Dietz); MZUSP-10931, 25/viii/1999 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10932, 26/viii/1999 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10933, 29/viii/1999 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10934, 29/viii/1999 (B.H. Dietz); MZUSP-10935, 30/viii/1999 (M.V.

Ferraz); MZUSP-10936, 31/viii/1999 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10937, 01/ix/1999 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10938, 02/ix/1999 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10939, 07/ix/1999 (M.V. Ferraz); MZUSP-10940, 08/ix/1999 (E.M. Cancello); MZUSP-10941, 30/viii/1999 (L.S. Rocha); MZUSP-10942, 31/viii/1999 (L.S. Rocha); MZUSP-10943, 04/ix/1999 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10944, 05/ix/1999 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10948, 28/ix/1999 (M.V. Ferraz); MZUSP-10949, 01/x/1999 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10950, 15/x/1999 (M.V. Ferraz); MZUSP-10951, 16/xi/1999 (E.M. Cancello & C. Bordereau); MZUSP-10952, 31/xii/1999 (E.M. Cancello); MZUSP-10957, 07/ii/1999 (C.I. Yamamoto); MZUSP-10959; vi/1998 (M.T. Ponte); MZUSP-10960; i/2000 (C.I. Yamamoto); MZUSP-11091; 24/ii/2000 (M.V. Ferraz); MZUSP-11092; 21/iii/2000 (Robson P. da Silva); MZUSP-11093; 23/iii/2000 (E.M. Cancello); Guarujá: IPT-001, 08/vii/1981 (S. Milano); IPT-002, 12/ix/1985 (G.A.C. Lopez); Santos: IPT-003, 01/xii/1977 (G.A.C. Lopez); IPT-004, 31/iii/1980 (P.A. Zanotto); IPT-005, 22/iii/1982 (P.A. Zanotto); IPT-006, 22/iii/1983 (P.A. Zanotto); IPT-007, 06/iv/1994 (G.A.C. Lopez); IPT-008, 01/xii/1997 (A.T. Lelis); IPT-009, 02/xii/1997 (A.T. Lelis); IPT-010, 15/i/1998 (A.T. Lelis); IPT-011, 07/v/1999 (A.T. Lelis); MZUSP-0981, 13/ix/1934 (R.L. Araujo); MZUSP-1664, xi/1960 (sem coletor); MZUSP-3118, 31/v/1948 (J.F. Prado F^{o}); MZUSP-4255, 1954 (Seção de Vigilância Sanitária Vegetal do Inst. Biológico); MZUSP-8831, 08/x/1986 (P.A. Zanotto); MZUSP-10239, 15/ii/1971 (Dr. Falcão); São Vicente: IPT-012, 01/xii/1997 (D.K. Suganuma); MZUSP-10077, v/1995 (H.J.G. Marques); Cubatão: IPT-013, 25/x/1993 (A. Ribeiro); Salesópolis: MZUSP-8377, 16/viii/1966 (C. Costa); Jacareí: IPT-014, 24/ix/1980 (P.A. Zanotto); São Sebastião: IPT-015, 16/x/1985 (P.A. Zanotto); Campinas: IPT-016, 06/x/1981 (P.A. Zanotto); IPT-017, 07/x/1981 (P.A. Zanotto); MZUSP-10927, 14/vi/1999 (J. & G. Seleghim); Rio Claro: IPT-018, 18/iii/1980 (S.M. Prada); MZUSP-10078, 26/xii/1994 (R. Barsotti); Ribeirão Preto: IPT-019, 27/iv/1994 (G.A.C. Lopez); MZUSP-10345, 01/iv/1997 (T. Schlemmermeyer); MZUSP-10524, 15/viii/1998 (T. Schlemmermeyer); *Paraná*: Curitiba: MZUSP-0303, 18/ii/1965 (M.M. Vernalha); *Bahia*: Salvador: UNB-13, 18/xii/1977 (N. Anjos); UNB-14, 18/xii/1977 (N. Anjos); *Pará*: Benevides: MPEG-3970, 15/x/1988 (L. Macambira); *Pernambuco*: Recife: IPT-021, 23/v/1979 (F.G. Serpa); Paulista: IPT-022, 15/iv/1986 (A.T. Lelis & Cañedo); IPT-023, 18/iv/1986 (A.T. Lelis & Cañedo); MÉXICO: *Colima*: Manzanillo: DCFM-0023, 23/xii/1994 (T.M. Montiel); EUA: *Flórida*: Miami: FSCA-FL311, 01/iv/1996 (Petrozzino & Valdes); FSCA-FL373, 12/iii/1997 (P. Ban); FSCA-FL482, 08/viii/1996 (Works & Petrozzino); FSCA-FL483, 18/vii/1996 (N.-Y. Su); MZUSP-10289, iii/1997 (N.-Y. Su); Ft. Pierce: FSCA-FL481, 21/i/1991 (K.C. Londo); ILHAS CAYMAN: *Little Cayman*: FSCA-CA93, 22/iv/1996 (M. Collins); FSCA-CA94, 14/ii/1995 (M. Collins); *Pirates' Point Resort*: FSCA-CA83, 10/i/1996 (P. Ban); FSCA-CA87, 11/i/1996 (P. Ban); FSCA-CA100, iv/1996 (M. Collins); FSCA-CA112, 19/v/1996 (J. Krecek); *Historic Store*: FSCA-CA115, 19/v/1996 (J. Krecek); CUBA: *Habana*: Calabazar: FSCA-CU548, 29/ix/1972 (J. Krecek); FSCA-CU612, 15/i/1973 (J. Krecek); FSCA-CU677, 08/iii/1973 (J. Krecek); FSCA-CU757, 10/v/1973 (J. Krecek); *Isla de Pinos*: Nueva Gerona: FSCA-CU797, 15/vii/1973 (J. Krecek); JAMAICA: *Kingston*: Bournemouth Gardens: PPRI-TM6182, 19/iii/1939 (W.B. Dixon); MONTSERRAT: *Plymouth*: Amersham: FSCA-MSI21, 02/iv/1991 (J. Darlington); BARBADOS: *Barbados*: FSCA-MSI45, xi/1993 (Retokill Inc.); PPRI-TM6181, ii/1937 (R.W.E. Tucker); PORTO RICO: *San Juan*: El Morro: FSCA-PR538, 26/iii/1997 (N.-Y. Su); TURKS & CAICOS: *Providenciales*: Turtle Cove: FSCA-TC43, 10/iii/1990 (Scheffrahn & Diehl); FSCA-TC89, 26/iii/1996 (Helm); FSCA-TC90,

26/iii/1996 (Helm); BRITISH VIRGIN GORDA: FSCA-VI35, 02/iii/1995 (C. & J. Friedlander).

Coptotermes formosanus SHIRAKI, 1909

(FIGS. 2.5, 2.21, 2.27, 2.44, 2.50)

Coptotermes formosanus SHIRAKI, 1909: 239 [descr.]. Loc-tipo: Formosa.

Coptotermes raffrayi MATSUMURA, 1910: 1. Loc-tipo: Japão; SNYDER, 1949: 78 [cat., syn.].

Coptotermes gestroi OSHIMA, 1910: 376 [*non* WASMANN, 1896: 628]. Loc-tipo: Formosa; SNYDER, 1949: 78 [cat., syn.].

Termes gestroi; OSHIMA, 1911: 359; SNYDER, 1949: 78 [cat., syn.].

Coptotermes formosanus HOLMGREN, 1913: 76 [descr. como n. sp. de Formosa]; SNYDER, 1949: 78 [cat., syn.].

Coptotermes hongkonensis OSHIMA, 1914: 559 [sold. oper.]. Loc-tipo: Hongkong; SNYDER, 1949: 78 [cat., syn.].

Coptotermes intrudens OSHIMA, 1920: 262. Loc-tipo: Havaí, Honolulu; SNYDER, 1949: 78 [cat., syn.].

Coptotermes n. sp. FULLER, 1925: 1. Loc-tipo: África do Sul; SNYDER, 1949: 78 [cat., syn.].

Coptotermes remotus SILVESTRI, 1928: 93 [imag., sold.]. Loc-tipo: África do Sul; EMERSON, 1939: 1 [syn.].

Etimologia: O nome *formosanus* refere-se à Ilha de Formosa, atualmente Taiwan, de onde esta espécie foi descrita.

Tipos (não observados): de acordo com a literatura, encontram-se desaparecidos (ARAUJO 1977; CONSTANTINO 1998).

Loc.-Tipo: TAIHOKU (Ilha Formosa).

SOLDADOS - **Cabeça** pequena, sub-retangular a levemente ovalada, em vista dorsal; lados sub-paralelos, um pouco arqueados, convergindo na altura dos soquetes das antenas, com maior largura no meio ou no terço posterior; cerca de 1/5 a 1/6 mais longa (até a fontanela) que larga; dorso uniformemente arqueado, em vista lateral; margens laterais anteriores da cabeça, com uma pequena saliência, em vista dorsal,

bem mais largas que a distância mínima entre os soquetes das antenas. **Fontanela** de tamanho médio, de forma variável, com poucas ranhuras ao redor da sua margem dorsal. **Fossetas** geralmente com a linha invaginante pouco definida, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando um ângulo agudo. **Labro** cerca de meia vez mais longo que largo; ápice hialino bem acuminado. **Mandíbulas** em forma de sabre, cerca de 60% do comprimento da cabeça; margens externas com duas reentrâncias próximas à base. **Antenas** com 14 a 16 artículos. **Pós-mento** quase duas vezes e meia mais longo que sua largura máxima; estreitamento a cerca de 1/3 de sua margem posterior. **Pronoto** como na FIG. 2.5, com as margens laterais convergindo pouco para trás, quase duas vezes mais largo que longo; margem anterior fracamente emarginada; margem posterior moderadamente emarginada.

Pilosidade: Cabeça muito esparsamente pilosa, com cerdas longas no dorso e algumas cerdas curtas na parte ventral. Fontanela com dois pares de cerdas longas, junto à abertura. Fossetas com uma cerda longa próxima a cada uma. Pronoto esparsamente piloso; dorso com alguns pêlos, cerdas curtas e longas.

Coloração: Cabeça de amarelo-clara a amarelo-alaranjada. Mandíbulas marrom-acobreadas, amarelo-alaranjadas na base. Antenas, labro, palpos e pronoto amarelados. Ante-clípeo esbranquiçado. Mesonoto e metanoto branco-amarelados. Pernas branco-amareladas, com garras tarsais e espinhos amarronzados. Abdome esbranquiçado.

Medidas (em mm). MZUSP-10291, N=30. CmiCa: $\bar{X}$=1,30 s=0,03 A=1,22-1,34 / LmaCa: $\bar{X}$=1,09 s=0,04 A=1,00-1,16 / LmiCa: $\bar{X}$=0,69 s=0,02 A=0,66-0,72 / CmaMb: $\bar{X}$=0,80 s=0,02 A=0,76-0,84 / DmaFo: $\bar{X}$=0,16 s=0,01 A= 0,12-0,16 / DmiFo: $\bar{X}$=0,13 s=0,01 A=0,12-0,14 / CmiPm: $\bar{X}$=0,90 s=0,03 A=0,84-0,94 / LmaPm: $\bar{X}$=0,39 s=0,02 A=0,36-0,42 / LmiPm: $\bar{X}$=0,23 s=0,01 A=0,20-0,24 / CmePr: $\bar{X}$=0,38 s= 0,02 A=0,34-0,42 / LmaPr: $\bar{X}$=0,78 s=0,03 A=0,72-0,84 / CmaTb: $\bar{X}$=1,05 s=0,07 A=0,92-1,16.

ALADOS - **Cabeça** sub-circular, ligeiramente alongada, em vista dorsal, com margens laterais anteriores aos olhos, sub-paralelas; 1/10 mais larga (sem os olhos) que longa (até a sutura fronto-clipeal); sutura pós-frontal indistinta. **Fontanela** pequena, como um pequeno ponto saliente, em vista lateral. **Olhos** de tamanho médio, maiores que em *C. havilandi* e *C. testaceus*, quase redondos, cerca de 1/3 de

seu diâmetro distantes da margem inferior da cabeça. **Ocelos** bem grandes, quase do tamanho dos soquetes das antenas, sub-elípticos, com o lado menor separado dos olhos por cerca de 1/4 de seu diâmetro menor; margem superior ligeiramente proeminente. Área entre os ocelos e o soquete das antenas muito fracamente rugosa. **Marcas das inserções musculares** indistintas. **Labro** quase meia vez mais largo que longo. **Ante-clípeo e pós-clípeo** pouco inflados separadamente, em vista lateral; ante-clípeo ligeiramente mais longo que o pós-clípeo, em vista dorsal; pós-clípeo cerca de 5 vezes mais largo que longo, com sutura mediana mais ou menos distinta, em vista dorsal; sutura fronto-clipeal pouco arqueada. **Mandíbulas** com as características do gênero. **Antenas** com 19 a 21 artículos. **Pronoto** como na FIG. 2.21, visivelmente mais estreito que a cabeça (sem os olhos); largura cerca de uma vez e meia o comprimento; margem anterior côncava; margem posterior convexa, bem emarginada; margens ântero-laterais acuminadas; póstero-laterais arredondadas. Margens posteriores do **mesonoto e metanoto** como na FIG. 2.44F. **Asas** com membrana pouco mais que 3 vezes mais longa que larga, sem "micrasters"; nervura mediana geralmente subdividida em dois ramos próximo ao ápice; cubital com cerca de 10 ramos.

Pilosidade: Cabeça e pronoto bem pilosos; cabeça com muitas cerdas curtas e pêlos em quase toda a sua superfície, exceto no epicrâneo; área de inserção de 20 cerdas maiores, mais distinta; pronoto com muitos pêlos, cerdas curtas e longas em quase toda a sua superfície, exceto em uma pequena área mediana, anterior. Fontanela com pilosidade moderada ao seu redor, formando uma área pontuada. Pós-clípeo com algumas cerdas curtas e 3 ou 4 mais longas de cada lado. Membrana das asas densamente coberta com pêlos bem curtos.

Coloração: Cabeça de laranja a acobreada. Mandíbulas amarelo-alaranjadas na base, ficando acobreadas próximas ao ápice; ápice marrom-acobreado-escuro. Antenas, pós-clípeo, labro e palpos amarelados. Marcas das inserções musculares amarelo-alaranjados. Ante-clípeo esbranquiçado. Pronoto, mesonoto, metanoto e tergitos abdominais amarelo-alaranjados. Esternitos abdominais de amarelo a amarelo-alaranjado. Coxas, trocanteres e fêmures amarelados; tíbias e tarsos um pouco mais escuros, com garras tarsais e espinhos amarronzados. Asas hialinas, quase transparentes; veias costal+subcostal e radial fracamente distintas, acobreadas; veias mediana, cubital e anal inconspícuas. Escamas alares laranja-acobreadas.

Medidas (em mm). FSCA-FL477, N=20. CmiCa: $\bar{X}$=1,21 s=0,02 A=1,18-1,24 / LmaCa: $\bar{X}$=1,50 s=0,01 A=1,48-1,52 / DmaOl: $\bar{X}$=0,44 s=0,01 A=0,42-0,46 / DmiOl: $\bar{X}$=0,39 s=0,01 A=0,36-0,40 / DmaOc: $\bar{X}$=0,21 s=0,01 A= 0,18-0,22 / DmiOc: $\bar{X}$=0,14 s=0,01 A=0,12-0,16 / OlOc: $\bar{X}$=0,02 s=0,00 A=0,01-0,02 / CmePr: $\bar{X}$=0,74 s= 0,03 A=0,64-0,78 / LmaPr: $\bar{X}$=1,35 s=0,05 A=0,18-0,40 / CmaTb: $\bar{X}$=1,49 s=0,02 A=1,44-1,54.

Comentários: *Coptotermes formosanus* é originário de Formosa (sul da China). Teve seu primeiro registro no sub-continente Indo-Paquistanês em 1972 (CHAUDHRY & AHMAD 1972). É um cupim raro no Paquistão, encontrado alimentando-se em *Acacia modesta*. Registros de plantas atacadas por esta espécie no oriente incluem: arroz, cana-de-açúcar, lechia, vagem, raízes como batata, mandioca, cedro, eucalipto, *Ficus, Albizzia* e *Salix* (COATON & SHEASBY 1976). De todas as localidades onde ocorre como uma introdução exótica, apenas a África do Sul encontra-se no hemisfério sul (COATON & SHEASBY *op. cit.*). Na Região Neártica, *C. formosanus*, atualmente a principal espécie de importância econômica dos Estados Unidos, foi observada pela primeira vez em 1907, em Honolulu, por Perkins (ZIMMERMAN 1948), embora um velho artigo de jornal sugira que a espécie, provavelmente, já estivesse presente no Havaí em 1869 (YATES & TAMASHIRO 1990). Nos Estados Unidos, foi observada pela primeira vez em 1965, em Houston, Texas (SPINK 1967; BEAL & STAUFFER 1967). Um ano depois foi assinalada em mais quatro locais, em Nova Orleans, Louisiana (GAY 1967). Devido à falta de rigorosos programas de inspeção nos meios de transporte marítimo e aéreo, existe, principalmente aqui no Brasil, sempre o risco da introdução de *C. formosanus*, que ainda não foi relatado no país, mas que se constitui em praga altamente nociva nos lugares em que foi introduzido. CHHOTANI (1985) citou o Brasil como um dos países em que *C. formosanus* foi introduzido, mas até o momento não existe nenhum caso comprovado da introdução desta espécie na América do Sul. Não observei a ocorrência de dimorfismo sexual entre os alados.

Registros de ocorrência. EUA: *Texas*: Houston, Galveston; *Louisiana*: New Orleans, Lake Charles; *Carolina do Sul*: Charleston; *Flórida*, Temple Terrace, Hallandale, Pensacola, N. Palm Beach, Broward Co., Florida Keys, Milton; *Mississippi*: Gulfport; *Alabama*: Aubum; *Tenessee*; *California*; HAVAÍ: *Honolulu*; *Oahu*: Waimanalo, Keaau Beach Park, Punaluu; KIRIBATI: *Ilha Kanton*; ILHAS MARSHALL; ILHAS MARIANAS:

Guam; SRI LANKA; PAQUISTÃO; ÁFRICA DO SUL: *Komatipoort*; *Simon's Town*; JAPÃO: *Okinawa*; CHINA: *Formosa*; *Hong Kong*; *Wenchong*.

Material examinado (FIG. 2.50). EUA: *Flórida*: Temple Terrace: FSCA-FL07, 18/x/1996 (D. McMillon); Hallandale: FSCA-FL447, 06/vi/1991 (P. Ban); FSCA-FL450, 01/vii/1993 (A. Locke); FSCA-FL456, 30/v/1985 (R. Scheffrahn); FSCA-FL459, 27/iv/1990 (P. Ban); FSCA-FL460, 17/v/1990 (P. Ban); MZUSP-10290, 05/viii/1997 (P. Ban); MZUSP-10291, 05/viii/1997 (P. Ban); Pensacola: FSCA-FL469, 1992 (Pensacola Termite & PC); N. Palm Beach: FSCA-FL474, 15/vii/1996 (B. Ryser); Broward Co.: FSCA-FL477, vi/1995 (sem coletor); Florida Keys: FSCA-FL453, 24/vii/1986 (K. Hainge); Milton: FSCA-FL454, 15/v/1991 (A. Foster); *Mississippi*: Gulfport: MZUSP-0572, i/1969 (R.V. Smythe); HAVAÍ: *Honolulu*: MZUSP-4350, 13/viii/1924 (S.F. Light & D.T. Fullaway); *Oahu*: Waimanalo: FSCA-HI12, 05/xii/1996 (J. Chase & J. Mangold); FSCA-HI15, 05/xii/1996 (J. Chase & J. Mangold); Keaau Beach Park: FSCA-HI38, 06/xii/1996 (J. Chase & J. Mangold); FSCA-HI44, 06/xii/1996 (J. Chase & J. Mangold); FSCA-HI68, 07/xii/1996 (J. Chase & J. Mangold); Punaluu: FSCA-HI82, 07/xii/1996 (J. Chase & J. Mangold).

Coptotermes testaceus (LINNAEUS, 1758)

(FIGS. 2.7, 2.22, 2.28, 2.45, 2.51)

Hemerobius testaceus LINNAEUS, 1758: 550 [imag.]. Loc-tipo: América.

Perla fusca DE GEER, 1778: 567 [imag.]; SNYDER, 1949: 83 [cat., syn.].

Termes morio FABRICIUS, 1793: 90; SNYDER, 1949: 83 [cat., syn.].

Termes testaceus; BURMEISTER, 1839: 767; SNYDER, 1949: 83 [cat., syn.].

Termes (Eutermes) marabitanas HAGEN, 1858a: 191 [imag. sold.]; SNYDER, 1949: 83 [cat., syn.].

Termes (Eutermes) testaceus; HAGEN, 1858a: 198 [imag. sold.]; SNYDER, 1949: 83 [cat., syn.].

Coptotermes marabitanas; SILVESTRI, 1901: 4 [*non* HAGEN, 1858a: 191]; SNYDER, 1949: 83 [cat., syn.].

Coptotermes testaceus; HOLMGREN, 1911a: 73.

Coptotermes marabitanas; EMERSON, 1925: 344 [imag. sold.]; CONSTANTINO, 1998: 156 [cat., syn.].

Etimologia: O nome *testaceus* provém do latim e refere-se à cor marrom-amarelada dos soldados.

Tipos (não observados): os parátipos, que deveriam estar no Museum of Comparative Zoology (MCZC) em Cambridge - EUA, não foram localizados por seu curador.

Loc.-Tipo: SURINAME.

SOLDADOS - **Cabeça** pequena, ovalada, em vista dorsal; lados arqueados, convergindo a partir da metade da cabeça, com maior largura no terço posterior; cerca de 10% mais longa (até a fontanela) que larga; dorso uniformemente arqueado, em vista lateral; margens laterais anteriores da cabeça, contínuas, em vista dorsal, um pouco mais largas que a distância mínima entre os soquetes das antenas. **Fontanela** grande, de forma variável, com poucas ranhuras ao redor da sua margem dorsal. **Fossetas** geralmente com a linha invaginante reta, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando um ângulo agudo. **Labro** cerca de uma vez e meia mais longo que largo; ápice hialino bem acuminado. **Mandíbulas** em forma de sabre, cerca de 65% do comprimento da cabeça; margens externas com uma reentrância muito ou pouco acentuada próxima à base. **Antenas** com 14 a 15 artículos. **Pós-mento** pouco mais que duas vezes e meia mais longo que sua largura máxima; estreitamento a cerca de ¼ de sua margem posterior. **Pronoto** como na FIG. 2.7, com as margens laterais pouco convexas, convergindo muito para trás, cerca de duas vezes ou menos mais largo que longo; margem anterior bem emarginada; margem posterior muito fracamente emarginada.

Pilosidade: Cabeça esparsamente pilosa, com cerdas longas no dorso e algumas cerdas curtas na parte ventral. Fontanela com três ou quatro pares de cerdas longas junto à abertura. Fossetas com ou sem uma cerda longa próxima. Pronoto esparsamente piloso; dorso com alguns pêlos, cerdas curtas e longas.

Coloração: Cabeça de amarelo-alaranjada a acobreada. Mandíbulas marrom-acobreadas, laranja-acobreadas na base. Antenas, labro, palpos, notos e abdome amarelados ou alaranjados. Ante-clípeo esbranquiçado. Pernas branco-amareladas, com garras tarsais e espinhos amarronzados.

Medidas (em mm). MPEG-4517, N=30. CmiCa: $\bar{X}$=1,28 s=0,03 A=1,20-1,32 / LmaCa: $\bar{X}$=1,14 s=0,03 A=1,10-1,18 / LmiCa: $\bar{X}$=0,65 s=0,02 A=0,62-0,70 / CmaMb: $\bar{X}$=0,79 s=0,02 A=0,74-0,84 / DmaFo: $\bar{X}$=0,18 s=0,01 A= 0,16-0,20 / DmiFo: $\bar{X}$=0,13 s=0,01 A=0,10-0,14 / CmiPm: $\bar{X}$=0,87 s=0,03 A=0,82-0,94 / LmaPm: $\bar{X}$=0,36 s=0,01

A=0,32-0,38 / LmiPm: $\bar{x}$=0,20 s=0,01 A=0,18-0,22 / CmePr: $\bar{x}$=0,40 s= 0,02 A=0,38-0,42 / LmaPr: $\bar{x}$=0,83 s=0,02 A=0,78-0,88 / CmaTb: $\bar{x}$=1,06 s=0,03 A=1,00-1,10.

ALADOS - **Cabeça** sub-circular, em vista dorsal, pouco menos que ¼ mais larga (sem os olhos) que longa (até a sutura fronto-clipeal); sutura pós-frontal pouco distinta partindo dos ocelos e dirigindo-se ao vértice. **Fontanela** bem pequena. **Olhos** de tamanho médio, quase redondos, menos que 1/3 de seu diâmetro distante da margem inferior da cabeça. **Ocelos** pequenos, cerca de 1/3 do tamanho dos soquetes das antenas, sub-circulares, separados dos olhos por cerca de seu diâmetro menor ou metade disto; margem superior ligeiramente proeminente. Área entre os ocelos e o soquete das antenas levemente rugosa. **Marcas das inserções musculares** pouco distintas, mais ou menos do mesmo tamanho que os ocelos, com forma de meia lua ou pouco definida. **Labro** um pouco mais largo que longo. **Ante-clípeo e pós-clípeo** pouco inflados separadamente, em vista lateral. Ante-clípeo um pouco mais longo que o pós-clípeo, em vista dorsal. Pós-clípeo quase 5 vezes mais largo que longo, com sutura mediana pouco distinta, em vista dorsal; sutura fronto-clipeal pouco arqueada. **Mandíbulas** com as características do gênero. **Antenas** com 19 a 21 artículos. **Pronoto** como na FIG. 2.22, cerca da mesma largura ou pouco mais largo que a cabeça (com os olhos); largura mais que uma vez e meia o comprimento; margem anterior acentuadamente côncava; margem posterior convexa, fracamente emarginada; margens ântero-laterais acuminadas; póstero-laterais arredondadas. Margens posteriores do **mesonoto e metanoto** como na FIG. 2.45F. **Asas** com membrana cerca de 4 vezes tão longa quanto larga, com "micrasters"; veias costal+subcostal e radial bem distintas; nervura mediana pouco distinta, sem ramificações; cubital com cerca de 12 ramos.

Pilosidade: Cabeça e pronoto bem pilosos; cabeça com muitas cerdas curtas e pêlos em quase toda a sua superfície, exceto no epicrâneo; área de inserção de 16 cerdas maiores, mais distinta; pronoto com muitos pêlos, cerdas curtas e longas em quase toda a sua superfície, exceto em uma pequena área mediana, anterior. Fontanela com abundante pilosidade ao seu redor, formando uma área pontuada. Pós-clípeo com algumas cerdas curtas e 3 ou 4 mais longas de cada lado. Membrana das asas densamente coberta com pêlos bem curtos.

Coloração: Cabeça de laranja-acobreada a marrom-acobreada. Fontanela esbranquiçada. Mandíbulas amarelo-alaranjadas na base, ficando acobreadas próximas ao ápice; ápice marrom-acobreado-escuro. Antenas, marcas das inserções musculares, pós-clípeo, labro e palpos amarelo-alaranjados. Ante-clípeo esbranquiçado. Pronoto e escamas alares marrom-acobreados. Mesonoto, metanoto e tergitos abdominais acobreados. Esternitos abdominais de amarelo a amarelo-alaranjado. Coxas, trocanteres e fêmures amarelados; tíbias e tarsos um pouco mais escuros, com garras tarsais e espinhos amarronzados. Asas escuras; veias costal+subcostal e radial acobreadas; veias mediana, cubital e anal quase indistintas.

Medidas (em mm). AMNH-0002, N=30. CmiCa: $\bar{X}$=1,18 s=0,03 A=1,12-1,22 / LmaCa: $\bar{X}$=1,47 s=0,03 A=1,40-1,54 / DmaOl: $\bar{X}$=0,38 s=0,02 A=0,36-0,42 / DmiOl: $\bar{X}$=0,34 s=0,01 A=0,32-0,36 / DmaOc: $\bar{X}$=0,13 s=0,01 A= 0,12-0,14 / DmiOc: $\bar{X}$=0,10 s=0,01 A=0,08-0,12 / OlOc: $\bar{X}$=0,08 s=0,01 A=0,06-0,10 / CmePr: $\bar{X}$=0,80 s= 0,02 A=0,76-0,86 / LmaPr: $\bar{X}$=1,40 s=0,04 A=0,32-0,52 / CmaTb: $\bar{X}$=1,38 s=0,04 A=1,32-1,50.

Comentários: *Coptotermes testaceus* é conhecido como "cupim do cerne e da casca" e tem importância florestal, destruindo a parte interna das raízes e do cerne das árvores, anelando o tronco e comprometendo a brotação (NOGUEIRA & SOUZA 1987). É encontrada principalmente na floresta densa, de terra firme, mas é também comum em ambientes modificados pelo homem, tais como pastagens e roçados, desde que o ambiente de origem tenha sido floresta densa (BANDEIRA 1981). Seu alimento básico é a madeira pouco a medianamente podre, normalmente sem contato com o solo (BANDEIRA & MACAMBIRA 1988). De acordo com os registros de literatura, amostras identificadas como *C. testaceus* foram citadas como sendo muito comuns na Amazônia, sendo registradas como praga de mandioca em Bujaru (PA), penetrando pelas raízes tuberosas sãs, perfurando-as por um lado (BANDEIRA *op. cit.*), e também como pragas de madeira de edificações em Belém (PA) (BANDEIRA *et al.* 1989; BANDEIRA 1998). Em Tobago também foi registrado um grande estrago em um sobrado, causado por esta espécie (ADAMSON 1938). Em Minas Gerais, na região do cerrado, foi constatado o ataque de uma amostra identificada como *C. testaceus*, em eucalipto (NOGUEIRA & SOUZA *op. cit.*). Em outras regiões do país têm-se prejuízos com ataques em seringueiras (*Hevea brasiliensis*) e no pau-rosa (*Aniba duckei*). Foi

coletada também em cana-de-açúcar na Colômbia (MZUSP-8874) e em um toco duríssimo de madeira seca (MZUSP-9720). Foi observada a associação do besouro termitófilo *Termitodius peregrinus* (Coleoptera: Scarabaeidae) com *C. testaceus* (CHALUMEAU 1981). Não observei a ocorrência de dimorfismo sexual entre os alados. Morfologicamente, esta espécie difere pouco de *Coptotermes* sp.K, sp.n. Além disto, estas duas espécies compartilham a mesma distribuição geográfica. Entretanto, decidí deixá-las separadas, levando em conta o significativo maior tamanho de *C.* sp.K, sp.n. e os resultados da análise estatística (análise canônica). *C. testaceus* também apresenta algumas características em comum com *C.* sp.J, sp.n., mas a análise estatística - teste *t* (ítem 2.3.3) - separou, significativamente, 10 dentre os 12 caracteres morfométricos.

Registros de ocorrência. Decidi não relacionar dados de ocorrência para esta espécie porque, entre estes registros, pode haver identificações errôneas.

Material examinado (FIG. 2.51). BRASIL: *Pará*: Belém: MPEG-2542, 25/iii/1987 (S. Anderson); MPEG-2543, 03/iv/1987 (M.J.B. Macambira); MPEG-2551, 24/vii/1987 (L. Macambira); MPEG-3935, 05/xii/1990 (R. Constantino); Breves: MPEG-4235, 28/xi/1994 (L. Macambira); Melgaço: MPEG-4105, 17/x/1991 (J.O. Dias); MPEG-4421, 07/viii/1995 (L. Macambira); MPEG-4517, 13/xii/1995 (L. Macambira); Ilha de Marajó: MPEG-1453, 05/xii/1982 (W.L. Overal); MPEG-3858, 28/x/1983 (A.L. Henriques); Benevides: MPEG-0881, 24/iv/1980 (A.G. Bandeira); MPEG-0895, 23/iv/1980 (A.G. Bandeira); MPEG-2587, 22/ix/1987 (L. Macambira); MPEG-3966, 22/iv/1988 (L. Macambira); MPEG-3975, 09/ix/1988 (L. Macambira); MPEG-3976, 09/ix/1988 (L. Macambira); Bujaru: MPEG-0742, 30/iv/1979 (Pedro Monteiro); MPEG-0747, 30/iv/1979 (Pedro Monteiro); MPEG-0748, 30/iv/1979 (Paulo Eremita); MZUSP-9874, 21/v/1979 (A.G. Bandeira); Icoaraci: MPEG-0755, 06/v/1979 (Paulo Eremita); MPEG-0862, 22/vii/1979 (Pedro Monteiro); Tucurui: MPEG-2017, 04/iv/1984 (A.G. Bandeira); MPEG-2040, 06/iv/1984 (A.G. Bandeira); MPEG-2048, 07/iv/1984 (A.G. Bandeira); Fazenda Boa Esperança: MPEG-3049, 20/iii/1989 (R. Constantino); rio Tocantins: MPEG-2531, v/1984 (W.L. Overal); Prainha: MPEG-3148, 14/iii/1984 (C.R. Bicelli); boca do rio Cuminá: MZUSP-1669, 24/i/1968 (Hans Reichardt); MZUSP-1677, 25/i/1968 (Expedição Permanente Amazonas); Vigia a São Caetano de Odivelas: MPEG-1125, 10/viii/1982 (A.G. Bandeira); Serra dos Carajás: MPEG-1713, 13/ix/1983 (R.B. Neto); *Mato Grosso*: Barra do Tapirapé: MZUSP-1022, 24/i/1964 (B. Malkin); *Amapá*: Serra do Navio: MPEG-3092, 12/v/1989 (A.L. Henriques); MPEG-3096, 15/v/1989 (A.L. Henriques); MPEG-3097, 15/v/1989 (A.L. Henriques); MPEG-3110, v/1989 (A.L. Henriques); MPEG-3295, 03/xi/1989 (R. Constantino); MZUSP-9428, 03/xi/1989 (R. Constantino); Mazagão: MPEG-3182, 20/x/1989 (R. Constantino); Monte Dourado: MPEG-3854, 09/ii/1984 (G.T. Ribeiro); VENEZUELA: *Sucre*: El Rincón: MZUSP-9716, 01/xi/1986 (E.M. Cancello & C.R.F. Brandão); *Monaguas*: Caripe: MZUSP-9719, 30-31/x/1986 (E.M. Cancello, J. Lattke & C.R.F. Brandão); MZUSP-9720, 30-31/x/1986 (E.M. Cancello, J. Lattke & C.R.F. Brandão); GUIANA FRANCESA: *St. Laurent*: MZUSP-8701, 31/i/1984 (P. Lefeuve); *Maripasoula*: Haut Maroni: PPRI-TM3129, 12/vii/1977 (Y. Balazuc); SURINAME: *rio*

Surinam: Sint Barbara Plantation: MZUSP-2745, 14/iv/1927 (sem coletor); *Suriname District*: estrada Krakka-Phedra: MZUSP-0193, 25/x/1962 (B. Malkin); *Marowijne*: Langaman Kondre: MZUSP-1683, 17/viii/1965 (B. Malkin); COLÔMBIA: *Antióquia*: Santa Fé: MZUSP-8874, v/1985 (F.C. Yepes); PANAMÁ: *Canal Zone*: Biological Área: MZUSP-1130, 12/iv/1966 (E.K.P. Silveira); TRINIDAD/TOBAGO: *Trinidad*: Aripo Savanna: FSCA-TT11, 26/v/1996 (Scheffrahn *et al.*); FSCA-TT766, 20/viii/1996 (Maharajh); Balandra Beach: FSCA-TT66, 26/v/1996 (Scheffrahn *et al.*); S. Fyzabad: FSCA-TT179, 26/v/1996 (Scheffrahn *et al.*); Forest S. Vessigny: FSCA - TT255, 27/v/1996 (Scheffrahn *et al.*); Mangrove Cocos Bay South: FSCA-TT422, 29/v/1996 (Scheffrahn *et al.*); Vale Maracas: MZUSP-4355, 25/v/1937 (R. Boodhoo); TOBAGO: *Roxborough*: FSCA-TT603, 31/v/1996 (Scheffrahn *et al.*).

Coptotermes crassus SNYDER, 1922

(FIGS. 2.9, 2.29, 2.50)

C. crassus SNYDER, 1922: 21 (sold.).

Etimologia: O nome *crassus* provém do latim e significa grosso, espesso, gordo, referindo-se à cabeça destes soldados; esta, entretanto, não é mais gorda que a de outras espécies.

Tipos (não observados): os tipos, que deveriam estar no National Museum of Natural History (USNM), sob o nº 24571, em Washington - EUA, não foram localizados por seu curador.

Loc.-Tipo: HONDURAS: *San Juan Pueblo*.

SOLDADOS - **Cabeça** pequena, moderadamente ovalada a sub-retangular, em vista dorsal; lados relativamente pouco arqueados, convergindo na altura dos soquetes das antenas, com maior largura no meio; pouco menos que 1/5 mais longa (até a fontanela) que larga; dorso uniformemente arqueado, em vista lateral; margens laterais anteriores da cabeça, contínuas, em vista dorsal, mais estreitas que a distância mínima entre os soquetes das antenas. **Fontanela** pequena, de forma variável, com poucas ranhuras ao redor da sua margem dorsal. **Fossetas** geralmente com a linha invaginante reta, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando um ângulo bem agudo. **Labro** pouco mais que uma vez e meia mais longo que largo;

ápice hialino bem acuminado. **Mandíbulas** em forma de sabre, cerca de 55% do comprimento da cabeça; margens externas quase contínuas, podendo ter uma pequena reentrância próxima à base. **Antenas** com 14 a 15 artículos. **Pós-mento** cerca de duas vezes e meia mais longo que sua largura máxima; estreitamento a cerca de ¼ de sua margem posterior. **Pronoto** como na FIG. 2.9, com as margens laterais convergindo muito para trás, cerca de duas vezes ou menos mais largo que longo; margem anterior levemente emarginada; margem posterior muito fracamente emarginada.

Pilosidade: Cabeça muito esparsamente pilosa, com cerdas longas no dorso e algumas cerdas curtas na parte ventral. Fontanela geralmente com quatro, às vezes com três pares de cerdas longas junto à abertura. Fossetas geralmente sem cerda próxima. Pronoto esparsamente piloso; dorso com alguns pêlos, cerdas curtas e longas.

Coloração: Cabeça de amarelo-alaranjada a acobreada. Mandíbulas marrom-acobreadas, laranja-acobreadas na base. Antenas, labro, palpos e notos amarelados ou alaranjados. Ante-clípeo esbranquiçado. Pernas amarelo-claras, com garras tarsais e espinhos amarronzados. Abdome amarelo-claro.

Medidas (em mm). SEAN-0004, N=20. CmiCa: $\bar{X}$=1,30 s=0,03 A=1,26-1,36 / LmaCa: $\bar{X}$=1,13 s=0,03 A=1,08-1,18 / LmiCa: $\bar{X}$=0,67 s=0,02 A=0,64-0,72 / CmaMb: $\bar{X}$=0,80 s=0,02 A=0,76-0,84 / DmaFo: $\bar{X}$=0,18 s=0,01 A= 0,16-0,20 / DmiFo: $\bar{X}$=0,13 s=0,01 A=0,12-0,14 / CmiPm: $\bar{X}$=0,89 s=0,02 A=0,84-0,94 / LmaPm: $\bar{X}$=0,37 s=0,02 A=0,34-0,40 / LmiPm: $\bar{X}$=0,22 s=0,01 A=0,20-0,24 / CmePr: $\bar{X}$=0,44 s= 0,01 A=0,42-0,46 / LmaPr: $\bar{X}$=0,83 s=0,02 A=0,80-0,86 / CmaTb: $\bar{X}$=1,05 s=0,04 A=1,00-1,12.

ALADOS - Não observados.

Comentários: CHALUMEAU (1981) observou a associação do besouro termitófilo *Termitodius araujoi* (Coleoptera: Scarabaeidae) com *Coptotermes crassus*. LIGHT (1933) observou ninhos de *C. crassus* em madeira morta de mangueira e em madeira deteriorada, junto com *Heterotermes* (Rhinotermitidae). Apesar de não ter examinado nenhuma amostra de San Juan Pueblo, Honduras, que é a localidade-tipo de *C.*

crassus, considerei aqui que as amostras de Nicarágua, vizinha a Honduras, devem ser desta espécie. Ver comentário sobre a espécie *C.* sp.N, sp.n.

Registros de ocorrência. HONDURAS; PANAMÁ; NICARÁGUA: *León*; MÉXICO: *Colima*; *Nayarit*; GUATEMALA; ESTADOS UNIDOS: *Texas*: Huston.

Material examinado (FIG. 2.50). NICARÁGUA: *León*: SEAN-0001, 10/ix/1986 (R.C. Galvez Madera); *León*: Acosasco: SEAN-0004, 13/vii/1986 (R. Ramos); MZUSP-8982, 13/vii/1986 (R. Ramos); Acerrado Santa F: SEAN-0005, 14/xi/1990 (N. Gonzalez); El Pochote: MZUSP-9400, 22/x/1986 (L. Rodriguez); *Madriz San Jose de Cusmapa*: SEAN-0003, iv/1987 (J.M. Maes).

Coptotermes niger SNYDER, 1922

(não observado)

Termes testaceus; DUDLEY & BEAUMONT, 1890: 159, 164 [*non* LINNAEUS, 1758: 550] [biol.]; SNYDER, 1949: 81 [cat., syn.].

Coptotermes marabitanas; BANKS, 1918: 662 [*non* HAGEN, 1858a: 191] [local.]; SNYDER, 1949: 81 [cat., syn.].

Coptotermes niger SNYDER, 1922: 19 [imag., sold.].

Etimologia: O nome *niger* provém do latim e significa preto, escuro, sombreado.

Tipos (não observados): os tipos, que deveriam estar no National Museum of Natural History (USNM), sob o nº 24570, em Washington - EUA, não foram localizados por seu curador. O autótipo, pertencente à coleção de Wasmann, encontra-se no "Natuurhistorisch Museum of Maastricht" (BOVEN 1969).

Loc.-Tipo: PANAMÁ: *Zona do Canal*: Juan Mina.

SOLDADOS (tradução da descrição original) - **Cabeça** mais curta que em *C. marabitanus* HAGEN; mais larga posteriormente às cerdas longas presentes na margem da cabeça; estreitando em direção à região anterior, mais que em *C. marabitanus*, mais apontada no ápice. **Pós-mento** ligeiramente mais largo e curto que em *C. marabitanus*, mas não tão largo como em *C. crassus* SNYDER; largura no meio

cerca de metade da largura da região anterior. **Mandíbulas** curvadas na ponta, longas, mais finas que em *C. marabitanus* e *C. crassus*; mandíbula esquerda com o dente marginal da base menos proeminente que em *C. crassus*. **Labro** alongado, subtriangular, menos finamente apontado que em *C. crassus*, ligeiramente afilado no ápice. **Antenas** com 14 artículos; artículo 1 longo, cilíndrico, grosso; 2 mais curto, mas mais longo que 3 ou 4; 5 aproximadamente igual a 2; último artículo curto, fino, subovado. **Pronoto** não tão longo como em *C. crassus* ou mesmo em *C. marabitanus*. **Pernas** alongadas, finas.

Pilosidade: Cabeça esparsamente pilosa com cerdas longas no dorso e margens laterais, e também nas áreas anterior e posterior da superfície ventral. Labro com duas cerdas longas no ápice. Antenas pubescentes. Pronoto com cerdas longas. Abdome com longa pubescência.

Coloração: Cabeça amarelo-amarronzada, ligeiramente mais escura na região anterior. Mandíbulas de castanho-escuras a pretas. Labro castanho-escuro. Antenas amarelo-amarronzadas claras. Pronoto e pernas amarelo-claro. Abdome branco-sujo com toques de amarelo.

Medidas da descrição original (em mm). Comprimento total: A=4,00-4,50 / Comprimento da cabeça com as mandíbulas: A=2,00-2,10 / Comprimento da cabeça sem as mandíbulas: A=1,20-1,30 / Largura da cabeça (no ponto mais largo): A=1,15-1,20 / Comprimento da mandíbula esquerda: A=0,80-0,85 / Comprimento do pronoto: 0,40 / Largura do pronoto: A=0,702-0,750 / Comprimento da tíbia posterior: A=0,800-0,902.

ALADOS (tradução da descrição original) - **Cabeça** elíptica, mais longa que larga, mais larga nos olhos. **Fontanela** como uma depressão redonda entre os olhos compostos. **Olhos** quase redondos, menos que seu diâmetro distantes da margem inferior da cabeça, cerca de seu diâmetro distantes da frente da cabeça, ligeiramente projetados. **Ocelos** cerca de seu diâmetro maior distantes dos olhos, situados obliquamente a estes. **Pós-clípeo** muito mais largo que longo. **Labro** alongado, mais ou menos em forma de língua, mais longo que largo, mais largo na base, arredondado no ápice. **Antenas** mais longas que a cabeça, com 21 artículos; artículo 1 longo, grosso, cilíndrico; 2 aproximadamente a metade do comprimento de 1; 3 curto; 4

arredondado, longo, mas não tão longo como 2, tornando-se mais grosso em direção ao ápice; último artículo longo, mais fino, subovado. **Pronoto** quase duas vezes tão largo quanto longo, mais estreito que a cabeça, subcordado; margens anterior e posterior ligeiramente emarginadas; margem anterior mais côncava; posterior quase reta. **Asas** com 12 mm de comprimento; mediana próxima à cubital, normalmente com dois ramos no ápice; cubital com 17 ramos ou sub-ramos. Escama alar ligeiramente mais longa que o pronoto.

Pilosidade: Cabeça, labro, margens laterais do pronoto, escama alar e superfícies dorsal e ventral do abdome com longa pubescência. Antenas pubescentes. Asas ciliadas, com pubescência curta na supercície.

Coloração: Cabeça, pronoto e superfície dorsal do abdome muito escuros, de castanho-escuro a preto. Superfície ventral do corpo amarelo-amarronzado. Pós-clípeo, labro e pernas amarelo-amarronzados. Antenas marrom-claras. Asas marrom-acinzentadas escuras.

Medidas da descrição original (em mm). Comprimento total com as asas: A=13,00-13,50 / Comprimento total sem as asas: A=6,50-7,00 / Comprimento da cabeça: A=1,60-1,65 / Largura da cabeça: A=1,30-1,40 / Comprimento do pronoto (nas quinas): 0,90 / Largura do pronoto: A=1,30-1,40 / Comprimento da tíbia posterior: 1,30 / Comprimento da asa anterior: A=10,50-11,50 / Largura da asa nterior: A=3,00-3,25 / Comprimento da escama alar: 1,00 / Diâmetro do olho: A=0,300-0,307.

Comentários: Como não consegui identificar com precisão uma parte do material proveniente do Panamá, não pude identificar nenhuma amostra como *Coptotermes niger*. Por este motivo, reproduzi aqui a descrição original da espécie, feita por SNYDER (1922). Entretanto, como encontrei uma amostra de *C. testaceus* proveniente desta mesma localidade, existe a possibilidade de *C. niger* ser sinônimo de *C. testaceus*. HARRIS (1959) citou que *C. niger* é uma espécie altamente destrutiva, em madeiras usadas em construções e em árvores vivas. ARAUJO (1970) observou que esta espécie parece estar intimamente associada com a transmissão da doença "red ring", em palmeiras, pelo nematódeo *Aphelenchus cocophilus*. DIETZ & SNYDER (1924) encontraram operários desta espécie perfurando os revestimentos de cabos subterrâneos.

Registros de ocorrência. BRASIL: *Amazônia*; GUIANA: *Georgetown*, *Kartabo*; BOLÍVIA; NICARÁGUA; PANAMÁ: *Zona do Canal*; GUATEMALA; COSTA RICA; COLÔMBIA; HONDURAS; BELIZE; TRINIDAD: *Port of Spain*.

Material examinado (não examinei nenhum).

***Coptotermes* sp.N**, sp.n.

(FIGS. 2.8, 2.30, 2.50)

Tipos: O holótipo (FSCA-BZ9) será depositado no Fort Lauderdale Research and Education Center em Fort Lauderdale - EUA.

Loc.-Tipo: BELIZE: (18 milhas a sudoeste da cidade de Belize).

SOLDADOS - **Cabeça** pequena, ovalada ou piriforme, em vista dorsal; lados arqueados, convergindo a partir da metade da cabeça, com maior largura no terço posterior; cerca de 10% mais longa (até a fontanela) que larga; dorso uniformemente arqueado, em vista lateral; margens laterais anteriores da cabeça, contínuas em vista dorsal, mais estreitas que a distância mínima entre os soquetes das antenas. **Fontanela** pequena, de forma variável, sem ou com poucas ranhuras ao redor da sua margem dorsal. **Fossetas** geralmente com a linha invaginante partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, mais ou menos acompanhando sua margem, formando um ângulo agudo e levemente curvada para baixo no final. **Labro** cerca de uma vez e meia mais longo que largo; ápice hialino bem acuminado. **Mandíbulas** em forma de sabre, cerca de 65% do comprimento da cabeça; margens externas quase contínuas, apenas com quase inconspícua saliência próxima à sua base. **Antenas** com 14-15 artículos. **Pós-mento** quase duas vezes e meia mais longo que sua largura máxima; estreitamento a cerca de ¼ de sua margem posterior. **Pronoto** como na FIG. 2.8, com as margens laterais convergindo muito para trás, pouco menos que duas vezes mais largo que longo; margem anterior emarginada; margem posterior muito fracamente emarginada.

Pilosidade: Cabeça moderadamente pilosa, com cerdas longas no dorso e algumas cerdas curtas na parte ventral. Fontanela geralmente com quatro, às vezes com três ou

cinco pares de cerdas longas junto à abertura. Fossetas geralmente com uma cerda próxima a cada uma. Pronoto moderadamente piloso; dorso com alguns pêlos, cerdas curtas e longas.

Coloração: Cabeça de amarelo-alaranjada a acobreada. Mandíbulas marrom-acobreadas, laranja-acobreadas na base. Antenas, labro, palpos, notos e abdome amarelados ou alaranjados. Ante-clípeo esbranquiçado. Pernas amarelo-claras, com garras tarsais e espinhos amarronzados.

Medidas (em mm). FSCA-BZ06, N=10. CmiCa: $\bar{X}$=1,26 s=0,03 A=1,20-1,32 / LmaCa: $\bar{X}$=1,17 s=0,03 A=1,12-1,22 / LmiCa: $\bar{X}$=0,66 s=0,02 A=0,64-0,68 / CmaMb: $\bar{X}$=0,81 s=0,02 A=0,76-0,82 / DmaFo: $\bar{X}$=0,18 s=0,01 A= 0,16-0,20 / DmiFo: $\bar{X}$=0,14 s=0,01 A=0,12-0,14 / CmiPm: $\bar{X}$=0,84 s=0,01 A=0,82-0,86 / LmaPm: $\bar{X}$=0,35 s=0,02 A=0,32-0,38 / LmiPm: $\bar{X}$=0,22 s=0,01 A=0,22-0,24 / CmePr: $\bar{X}$=0,44 s= 0,01 A=0,42-0,46 / LmaPr: $\bar{X}$=0,86 s=0,03 A=0,82-0,90 / CmaTb: $\bar{X}$=1,01 s=0,02 A=1,00-1,06.

ALADOS - Não conhecidos.

Comentários: Apesar de *Coptotermes* sp.N, sp.n. e *C. crassus* compartilharem muitas semelhanças morfológicas, a análise estatística empregada - teste *t* (ítem 2.3.3) - separou, significativamente, seis dentre os 12 caracteres morfométricos; dois destes caracteres ("comprimento da cabeça" e "comprimento da tíbia posterior") são usados tradicionalmente para a separação entre espécies próximas pelos termitólogos. Além disto, a barreira geográfica representada pela Cordilheira de Sierra Madre seria mais uma evidência da separação destas duas espécies.

Material examinado (FIG. 2.50). MÉXICO: *Guerrero*: Acapulco: DCFM-0022, 15/xi/1994 (T.M. Montiel); *Michoacán*: Charapendo: DCFM-0082, 25/xii/1997 (D.C. Tovar); *Quintana Roo*: Chetumal: DCFM-2274, 08/i/1997 (Zamudio V.); *Campeche*: Calakmul Model Forest: FFUT-0001, 05/ix/1995 (T.G. & G.A. Myles); *Coatzacoalcos*: FSCA-NA28, 04/xi/1996 (T. Black); BELIZE: *18 miles SW Belize City*: FSCA-BZ06, 04/ix/1994 (Chase, Mangold & Anderson); FSCA-BZ09, 04/ix/1994 (Chase, Mangold & Anderson).

***Coptotermes* sp.A**, sp.n.

(FIG. 2.10, 2.31, 2.52)

Tipos: O holótipo (MPEG-2985) será depositado no Museu Paraense Emílio Goeldi (PA), Brasil.

Loc.-Tipo: BRASIL: *Amazonas*: rio Japurá, Maraã.

SOLDADOS - **Cabeça** pequena, sub-retangular, em vista dorsal; lados pouco arqueados, convergindo na altura dos soquetes das antenas, com maior largura no meio; cerca de 1/7 mais longa (até a fontanela) que larga; dorso uniformemente arqueado, em vista lateral; margens laterais anteriores da cabeça, contínuas ou com pequena saliência, em vista dorsal, mais largas que a distância mínima entre os soquetes das antenas. **Fontanela** de tamanho médio, de forma variável, com ranhuras ao redor da sua margem dorsal. **Fossetas** geralmente com a linha invaginante curva, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, mais ou menos acompanhando sua margem, formando um ângulo bem agudo. **Labro** cerca de uma vez e meia mais longo que largo; ápice hialino, acuminado. **Mandíbulas** em forma de sabre, cerca de 70% do comprimento da cabeça; margem externa da mandíbula esquerda com duas reentrâncias pronunciadas próximas à base. **Antenas** com 14 artículos. **Pós-mento** menos que duas vezes e meia mais longo que sua largura máxima; estreitamento a menos de ¼ de sua margem posterior. **Pronoto** como na FIG. 2.10, com as margens laterais convergindo muito para trás, pouco menos que duas vezes mais largo que longo; margem anterior emarginada; margem posterior muito fracamente emarginada.

Pilosidade: Cabeça moderadamente pilosa, com cerdas longas no dorso e algumas cerdas curtas na parte ventral. Fontanela geralmente com três, às vezes com quatro pares de cerdas longas junto à abertura. Fossetas com uma cerda longa próxima a cada uma. Pronoto moderadamente piloso; dorso com pêlos, cerdas curtas e longas.

Coloração: Cabeça de alaranjada a acobreada. Mandíbulas marrom-acobreadas, laranja-acobreadas na base. Antenas, labro, palpos, notos e abdome amarelados ou alaranjados. Ante-clípeo esbranquiçado. Pernas branco-amareladas, com garras tarsais e espinhos amarronzados.

Medidas (em mm). MPEG-3856, N=18. CmiCa: $\bar{X}$=1,31 s=0,03 A=1,28-1,36 / LmaCa: $\bar{X}$=1,21 s=0,03 A=1,14-1,28 / LmiCa: $\bar{X}$=0,73 s=0,01 A=0,70-0,74 / CmaMb: $\bar{X}$=0,83 s=0,02 A=0,80-0,86 / DmaFo: $\bar{X}$=0,17 s=0,01 A= 0,16-0,18 / DmiFo: $\bar{X}$=0,14 s=0,01 A=0,12-0,16 / CmiPm: $\bar{X}$=0,95 s=0,02 A=0,92-0,98 / LmaPm: $\bar{X}$=0,39 s=0,01 A=0,38-0,40 / LmiPm: $\bar{X}$=0,23 s=0,01 A=0,20-0,24 / CmePr: $\bar{X}$=0,43 s= 0,02 A=0,40-0,46 / LmaPr: $\bar{X}$=0,88 s=0,02 A=0,84-0,90 / CmaTb: $\bar{X}$=1,06 s=0,02 A=1,04-1,10.

ALADOS - Não conhecidos.

Comentários: Amostra coletada em ninho arbóreo, localizado em mata (MPEG-2985). Ver comentário sobre a espécie *C.* sp.B sp.n.

Material examinado (FIG. 2.52). BRASIL: *Amazonas*: rio Japurá, Maraã: MPEG-2985, 31/x/1988 (R. Constantino).

***Coptotermes* sp.B**, sp.n.

(FIG. 2.11, 2.32, 2.52)

Tipos: O holótipo (MZUSP-10155) será depositado no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (SP), Brasil.

Loc.-Tipo: BRASIL: *Roraima*: Ilha de Maracá.

SOLDADOS - **Cabeça** grande, sub-retangular a ovalada, em vista dorsal; lados pouco arqueados, convergindo na altura dos soquetes das antenas, com maior largura no terço posterior; menos que 1/5 mais longa (até a fontanela) que larga; dorso uniformemente arqueado, em vista lateral; margens laterais anteriores da cabeça, contínuas ou com quase inconspícua saliência, em vista dorsal, mais largas que a distância mínima entre os soquetes das antenas. **Fontanela** grande, de forma variável, com algumas ranhuras ao redor da sua margem dorsal. **Fossetas** geralmente com a linha invaginante reta, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando um ângulo agudo. **Labro** cerca de 1,4 vez mais longo que largo; ápice hialino bem

acuminado. **Mandíbulas** em forma de sabre, cerca de 65% do comprimento da cabeça; margem externa da mandíbula esquerda com duas pequenas reentrâncias próximas à base. **Antenas** com 14 a 15 artículos. **Pós-mento** menos que duas vezes e meia mais longo que sua largura máxima; estreitamento a cerca de ¼ de sua margem posterior. **Pronoto** como na FIG. 2.11, com as margens laterais convergindo muito para trás, cerca de duas vezes mais largo que longo; margem anterior emarginada; margem posterior fracamente emarginada.

Pilosidade: Cabeça moderadamente pilosa, com cerdas longas no dorso e algumas cerdas curtas na parte ventral. Fontanela geralmente com três, às vezes com quatro pares de cerdas longas junto à abertura. Fossetas com uma cerda longa próxima a cada uma. Pronoto moderadamente piloso; dorso com pêlos, cerdas curtas e longas.

Coloração: Cabeça de amarelada a acobreada. Mandíbulas marrom-acobreadas, laranja-acobreadas na base. Antenas, labro, palpos, notos e abdome amarelados ou alaranjados. Ante-clípeo esbranquiçado. Pernas amarelo-claras, com garras tarsais e espinhos amarronzados.

Medidas (em mm). MZUSP-10155, N=28. CmiCa: $\bar{X}$=1,38 s=0,03 A=1,34-1,44 / LmaCa: $\bar{X}$=1,23 s=0,04 A=1,16-1,30 / LmiCa: $\bar{X}$=0,73 s=0,05 A=0,64-0,82 / CmaMb: $\bar{X}$=0,84 s=0,03 A=0,80-0,90 / DmaFo: $\bar{X}$=0,18 s=0,02 A= 0,14-0,22 / DmiFo: $\bar{X}$=0,13 s=0,01 A=0,12-0,14 / CmiPm: $\bar{X}$=0,95 s=0,03 A=0,90-1,00 / LmaPm: $\bar{X}$=0,41 s=0,03 A=0,36-0,46 / LmiPm: $\bar{X}$=0,23 s=0,02 A=0,18-0,28 / CmePr: $\bar{X}$=0,45 s= 0,02 A=0,42-0,48 / LmaPr: $\bar{X}$=0,88 s=0,04 A=0,80-0,96 / CmaTb: $\bar{X}$=1,12 s=0,06 A=1,00-1,22.

ALADOS - Não conhecidos.

Comentários: Apesar de *C.* sp.B, sp.n. e *C.* sp.A, sp.n. compartilharem muitas semelhanças morfológicas, a análise estatística empregada - teste *t* (ítem 2.3.3) - separou, significativamente, seis dentre os 12 caracteres morfométricos; dois destes caracteres (“comprimento da cabeça” e “comprimento da tíbia posterior”) são usados tradicionalmente para a separação entre espécies próximas pelos termitólogos.

Material examinado (FIG. 2.52). BRASIL: *Roraima*: Ilha de Maracá: MZUSP-10155, 09/v/1981 (A.E. Mill).

***Coptotermes* sp.D**, sp.n.

(FIG. 2.4, 2.33, 2.53)

Tipos: O holótipo (MZUSP-2653) será depositado no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (SP), Brasil.

Loc.-Tipo: BRASIL: *São Paulo*: Novo Horizonte.

SOLDADOS - **Cabeça** muito grande, sub-retangular, em vista dorsal; lados pouco arqueados, convergindo na altura dos soquetes das antenas, com maior largura no meio; tão larga quanto longa (até a fontanela) ou ligeiramente mais longa; dorso uniformemente arqueado, em vista lateral, podendo ter uma leve depressão junto à fontanela; margens laterais anteriores da cabeça, contínuas ou com quase inconspícua saliência, em vista dorsal, mais largas que a distância mínima entre os soquetes das antenas. **Fontanela** grande, de forma variável, com poucas ranhuras ao redor da sua margem dorsal. **Fossetas** geralmente com a linha invaginante curva, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando, primeiramente, um ângulo bem agudo ou ficando quase colada à sua margem e, depois, afastando-se de sua margem. **Labro** menos que uma vez e meia mais longo que largo; ápice hialino bem acuminado. **Mandíbulas** em forma de sabre, de 65% a pouco mais que 70% do comprimento da cabeça; margens externas quase contínuas; mandíbula esquerda, às vezes, com uma pequena reentrância próxima à base. **Antenas** com 14 a 16 artículos. **Pós-mento** cerca de duas a duas vezes e meia mais longo que sua largura máxima; estreitamento a cerca de ¼ de sua margem posterior. **Pronoto** como na FIG. 2.4, com as margens laterais convergindo muito para trás, pouco menos que, ou cerca de duas vezes mais largo que longo; margens anterior e posterior emarginadas.

Pilosidade: Cabeça moderadamente pilosa, com cerdas longas no dorso e algumas cerdas curtas na parte ventral. Fontanela com três ou quatro pares de cerdas longas junto à abertura. Fossetas com uma cerda longa próxima a cada uma. Pronoto moderadamente piloso; dorso com alguns pêlos, cerdas curtas e longas.

Coloração: Cabeça de amarelo-alaranjada a marrom-acobreada. Mandíbulas marrom-acobreadas, acobreadas ou laranja-acobreadas na base. Antenas, labro, palpos, notos e

abdome amarelados ou alaranjados. Ante-clípeo esbranquiçado. Pernas de branco-amareladas a amarelo-alaranjadas, com garras tarsais e espinhos amarronzados.

Medidas (em mm). MZUSP-2653, N=30. CmiCa: $\bar{X}$=1,39 s=0,04 A=1,32-1,46 / LmaCa: $\bar{X}$=1,33 s=0,05 A=1,24-1,42 / LmiCa: $\bar{X}$=0,78 s=0,02 A=0,74-0,84 / CmaMb: $\bar{X}$=0,87 s=0,03 A=0,80-0,92 / DmaFo: $\bar{X}$=0,19 s=0,02 A= 0,16-0,22 / DmiFo: $\bar{X}$=0,14 s=0,01 A=0,12-0,16 / CmiPm: $\bar{X}$=0,96 s=0,04 A=0,90-1,08 / LmaPm: $\bar{X}$=0,42 s=0,01 A=0,40-0,46 / LmiPm: $\bar{X}$=0,25 s=0,01 A=0,22-0,28 / CmePr: $\bar{X}$=0,48 s= 0,02 A=0,44-0,52 / LmaPr: $\bar{X}$=1,04 s=0,05 A=0,94-1,14 / CmaTb: $\bar{X}$=1,23 s=0,03 A=1,18-1,30.

ALADOS - Não conhecidos.

Comentários: Amostras coletadas em mata, na madeira podre (MPEG-0235), em *Chrysobalanaceae* viva presente em um fragmento de floresta amazônica dentro de uma fazenda abandonada (MZUSP-10287), em galerias de pau seco em queimada (MZUSP-2653) e em Sibipiruna (MZUSP-10275). Apesar da ampla distribuição geográfica mostrada para esta espécie, o conjunto dos caracteres morfológicos parece caracterizar bem *Coptotermes* sp.D, sp.n.

Material examinado (FIG. 2.53). BRASIL: *Amazonas*: Manaus: MZUSP-10287, 05/xi/1997 (C. Klingenberg); MPEG-0235, 03/x/1977 (A. Ramos); INPA-0889, 03/x/1991 (A.G. Bandeira); *Pará*: Cururu: IOC-05, sem data (H. Sick); Tucurui: MPEG-2100, 28/iii/1984 (M.F. Torres); *Amapá*: Monte Dourado: MPEG-3853, 10/ii/1984 (G.T.Ribeiro); *Rondônia*: Ji-Paraná: MPEG-2200, 10/viii/1984 (R.B. Neto); *Mato Grosso do Sul*: Três Lagoas: MZUSP-1666, ii/1967 (F. Lane); MZUSP-1678, ii/1967 (F. Lane); MZUSP-1679, ii/1967 (F. Lane); *São Paulo*: Novo Horizonte: MZUSP-2653, 24/xi/1944 (Araujo & Silva); Nova América: MZUSP-8253, 13/iii/1971 (F. Mariconi); São José do Rio Preto: MZUSP-10275, 02/xi/1996 (J.L.M. Diniz).

***Coptotermes* sp.E**, sp.n.

(FIG. 2.12, 2.34, 2.52)

Tipos: O holótipo (MZUSP-0124) será depositado no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (SP), Brasil.

Loc.-Tipo: BRASIL: *Amazonas*: Benjamin Constant.

SOLDADOS - **Cabeça** pequena, curta, sub-retangular, em vista dorsal; lados pouco arqueados, convergindo na altura dos soquetes das antenas, com maior largura no meio; quase tão longa quanto larga; dorso uniformemente arqueado, em vista lateral; margens laterais anteriores da cabeça, contínuas em vista dorsal, mais largas que a distância mínima entre os soquetes das antenas. **Fontanela** grande, de forma variável, com poucas ranhuras ao redor da sua margem dorsal. **Fossetas** geralmente com a linha invaginante curva, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, e ficando quase colada à sua margem. **Labro** menos que uma vez e meia mais longo que largo; ápice hialino, acuminado. **Mandíbulas** em forma de sabre, cerca de 70% do comprimento da cabeça; margens externas com uma reentrância acentuada a cerca de ¼ de distância da base; mandíbula direita com a reentrância um pouco menos acentuada. **Antenas** com 14 artículos. **Pós-mento** curto, cerca de duas vezes mais longo que sua largura máxima; estreitamento a cerca de ¼ de sua margem posterior. **Pronoto** como na FIG. 2.12, com as margens laterais convergindo muito para trás, cerca de duas vezes mais largo que longo; margem anterior emarginada; margem posterior fracamente emarginada.

Pilosidade: Cabeça moderadamente pilosa, com cerdas longas no dorso e algumas cerdas curtas na parte ventral. Fontanela geralmente com três, às vezes com quatro pares de cerdas longas junto à abertura. Fossetas com uma cerda longa próxima a cada uma. Pronoto esparsamente piloso; dorso com alguns pêlos, cerdas curtas e longas.

Coloração: Cabeça de amarelo-alaranjada a acobreada. Mandíbulas marrom-acobreadas, laranja-acobreadas na base. Antenas, labro, palpos, notos e abdome amarelados ou alaranjados. Ante-clípeo esbranquiçado. Pernas amarelo-claras, com garras tarsais e espinhos amarronzados.

Medidas (em mm). MZUSP-0124, N=15. CmiCa: $\bar{X}$=1,24 s=0,03 A=1,20-1,28 / LmaCa: $\bar{X}$=1,21 s=0,03 A=1,16-1,26 / LmiCa: $\bar{X}$=0,71 s=0,03 A=0,68-0,76 / CmaMb: $\bar{X}$=0,78 s=0,02 A=0,76-0,82 / DmaFo: $\bar{X}$=0,19 s=0,02 A= 0,16-0,22 / DmiFo: $\bar{X}$=0,14 s=0,01 A=0,12-0,16 / CmiPm: $\bar{X}$=0,88 s=0,03 A=0,84-0,92 / LmaPm: $\bar{X}$=0,41 s=0,02 A=0,38-0,44 / LmiPm: $\bar{X}$=0,23 s=0,01 A=0,22-0,24 / CmePr: $\bar{X}$=0,43 s= 0,02 A=0,40-0,44 / LmaPr: $\bar{X}$=0,87 s=0,03 A=0,82-0,92 / CmaTb: $\bar{X}$=1,10 s=0,02 A=1,06-1,12.

ALADOS - Não conhecidos.

Comentários: Amostra coletada em madeira podre, na floresta. Apesar de ter examinado apenas uma amostra, *Coptotermes* sp.E, sp.n. apresenta características morfológicas bem definidas, que podem caracterizá-la como uma espécie "boa".

Material examinado (FIG. 2.52). BRASIL: *Amazonas*: Benjamin Constant: MZUSP-0124, 19/ix/1962 (K. Lenko).

***Coptotermes* sp.G**, sp.n.

(FIG. 2.13, 2.35, 2.54)

Tipos: O holótipo (MZUSP-5899) será depositado no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (SP), Brasil.

Loc.-Tipo: BRASIL: *Amapá*: rio Amaparí, Serra do Navio.

SOLDADOS - **Cabeça** pequena, sub-retangular, em vista dorsal; lados pouco arqueados, convergindo na altura dos soquetes das antenas, com maior largura no meio; ligeiramente mais longa (até a fontanela) que larga; dorso uniformemente arqueado, em vista lateral; margens laterais anteriores da cabeça, com quase inconspícua saliência, em vista dorsal, mais largas que a distância mínima entre os soquetes das antenas. **Fontanela** pequena, de forma variável, com poucas ranhuras ao redor da sua margem dorsal. **Fossetas** geralmente com a linha invaginante curva, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, ficando colada à sua margem.

Labro cerca de 1,4 vez mais longo que largo; ápice hialino bem acuminado. **Mandíbulas** em forma de sabre, cerca de 70% do comprimento da cabeça; margens externas quase contínuas, apenas com uma pequena saliência junto à base. **Antenas** com 14 a 15 artículos. **Pós-mento** quase 3 vezes mais longo que sua largura máxima; estreitamento a cerca de ¼ de sua margem posterior. **Pronoto** como na FIG. 2.13, com as margens laterais convergindo muito para trás, pouco mais que duas vezes mais largo que longo; margem anterior emarginada; margem posterior fracamente emarginada.

Pilosidade: Cabeça moderadamente pilosa, com cerdas longas no dorso e algumas cerdas curtas na parte ventral. Fontanela geralmente com três, às vezes com quatro pares de cerdas longas junto à abertura. Fossetas com uma cerda longa próxima a cada uma. Pronoto moderadamente piloso; dorso com alguns pêlos, cerdas curtas e longas.

Coloração: Cabeça de alaranjada a acobreada. Mandíbulas marrom-acobreadas, acobreadas na base. Antenas, labro, palpos, notos e abdome amarelados ou alaranjados. Ante-clípeo esbranquiçado. Pernas amareladas, com garras tarsais e espinhos amarronzados.

Medidas (em mm). MZUSP-5899, N=27. CmiCa: $\bar{X}$=1,33 s=0,03 A=1,28-1,38 / LmaCa: $\bar{X}$=1,26 s=0,03 A=1,16-1,32 / LmiCa: $\bar{X}$=0,73 s=0,02 A=0,68-0,76 / CmaMb: $\bar{X}$=0,83 s=0,03 A=0,78-0,88 / DmaFo: $\bar{X}$=0,16 s=0,01 A= 0,14-0,18 / DmiFo: $\bar{X}$=0,13 s=0,01 A=0,12-0,14 / CmiPm: $\bar{X}$=0,92 s=0,04 A=0,86-0,98 / LmaPm: $\bar{X}$=0,38 s=0,01 A=0,36-0,40 / LmiPm: $\bar{X}$=0,23 s=0,02 A=0,22-0,28 / CmePr: $\bar{X}$=0,46 s= 0,01 A=0,44-0,48 / LmaPr: $\bar{X}$=0,94 s=0,03 A=0,88-1,02 / CmaTb: $\bar{X}$=1,10 s=0,04 A=1,02-1,18.

ALADOS - Não conhecidos.

Comentários: O conjunto destes caracteres, levando em consideração as suas variações, pode caracterizar *Coptotermes* sp.G, sp.n. como uma espécie "boa".

Material examinado (FIG. 2.54). BRASIL: *Amapá*: Serra do Navio: MZUSP-5899, ii/1957 (A. Machado de Almeida); GUYANA: *Mazaruni river*: opposite Penal Settlement: PPRI-TM6202, 02/vii/1924 (A.E. Emerson).

***Coptotermes* sp.I**, sp.n.

(FIG. 2.14, 2.36, 2.55)

Tipos: O holótipo (MZUSP-9945) será depositado no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (SP), Brasil.

Loc.-Tipo: BRASIL: *Paraíba*: João Pessoa.

SOLDADOS - **Cabeça** pequena, ovalada, em vista dorsal; lados arqueados, convergindo a partir da metade da cabeça, com maior largura no terço posterior; ligeiramente mais longa (até a fontanela) que larga; dorso uniformemente arqueado, em vista lateral; margens laterais anteriores da cabeça, com pequena saliência em vista dorsal, mais largas que a distância mínima entre os soquetes das antenas. **Fontanela** pequena, de forma variável, sem ou com poucas ranhuras ao redor da sua margem dorsal. **Fossetas** geralmente com a linha invaginante curva, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando, primeiramente, um ângulo bem agudo e, depois, curvando-se para baixo; linha da fosseta direita freqüentemente com uma linha perpendicular, em direção à sua margem. **Labro** cerca de uma vez e meia mais longo que largo; ápice hialino bem acuminado. **Mandíbulas** em forma de sabre, cerca de 65% do comprimento da cabeça; margem externa da mandíbula esquerda com uma grande reentrância, e a da mandíbula direita com uma pequena reentrância próxima à base. **Antenas** com 13 a 15 artículos. **Pós-mento** pouco mais que duas vezes mais longo que sua largura máxima; estreitamento a cerca de ¼ de sua margem posterior. **Pronoto** como na FIG. 2.14, com as margens laterais convergindo muito para trás, pouco menos que duas vezes ou menos mais largo que longo; margem anterior fortemente emarginada; margem posterior emarginada.

Pilosidade: Cabeça moderadamente pilosa, com cerdas longas no dorso e algumas cerdas curtas na parte ventral. Fontanela geralmente com três, às vezes com quatro pares de cerdas longas junto à abertura. Fossetas com uma cerda longa próxima a cada uma. Pronoto moderadamente piloso; dorso com alguns pêlos, cerdas curtas e longas.

Coloração: Cabeça de amarelo-alaranjada a laranja-acobreada. Mandíbulas marrom-acobreadas, laranja-acobreadas na base. Antenas, labro, palpos, notos e abdome amarelados ou alaranjados. Ante-clípeo esbranquiçado. Pernas amarelo-claras, com garras tarsais e espinhos amarronzados..

Medidas (em mm). UFPB-479, N=24. CmiCa: $\bar{X}$=1,29 s=0,03 A=1,24-1,38 / LmaCa: $\bar{X}$=1,16 s=0,04 A=1,08-1,22 / LmiCa: $\bar{X}$=0,69 s=0,02 A=0,66-0,72 / CmaMb: $\bar{X}$=0,81 s=0,02 A=0,76-0,84 / DmaFo: $\bar{X}$=0,17 s=0,01 A= 0,16-0,20 / DmiFo: $\bar{X}$=0,13 s=0,01 A=0,12-0,16 / CmiPm: $\bar{X}$=0,89 s=0,03 A=0,82-0,96 / LmaPm: $\bar{X}$=0,38 s=0,01 A=0,36-0,40 / LmiPm: $\bar{X}$=0,23 s=0,01 A=0,20-0,24 / CmePr: $\bar{X}$=0,43 s= 0,02 A=0,40-0,46 / LmaPr: $\bar{X}$=0,84 s=0,04 A=0,76-0,90 / CmaTb: $\bar{X}$=1,04 s=0,05 A=0,96-1,16.

ALADOS - Não conhecidos.

Comentários: Uma das amostras foi coletada em toco podre, ressecado, em pasto "acapoeirado", ainda parte da vegetação litorânea. Não encontrei diferenças morfológicas muito claras para esta espécie. Entretanto, decidi deixá-la aqui separada devido à sua distinta distribuição geográfica e também aos resultados da análise estatística. Levando em conta a distribuição geográfica, é provável que uma citação de *Coptotermes testaceus* para o estado da Paraíba, feita por BANDEIRA & VASCONCELLOS (1999) seja, na verdade, *C.* sp.I, sp.n.

Material examinado (FIG. 2.55). BRASIL: *Paraíba*: João Pessoa: DSEC-0068, 16/ix/1993 (C.S. Miranda & L.G. Silva); DSEC-0073, 16/ix/1993 (C.S. Miranda & L.G. Silva); DSEC-0211, 28/x/1993 (J.C.D. Pereira); DSEC-0362, 22/xii/1993 (L.G. Silva); DSEC-0408, 14/i/1994 (J.C.D. Pereira); DSEC-0479, 24/i/1994 (J.C.D. Pereira); MZUSP-9945, 22/xii/1993 (L.G. Silva); *Rio Grande do Norte*: 10 km N de Natal: MZUSP-6425, 17/xi/1975 (R.L. Araujo).

***Coptotermes* sp.J**, sp.n.

(FIG. 2.15, 2.37, 2.56)

Tipos: O holótipo (MZUSP-6672) será depositado no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (SP), Brasil.

Loc.-Tipo: BRASIL: *Mato Grosso*: Coxipó.

SOLDADOS - **Cabeça** pequena, ovalada, em vista dorsal; lados arqueados, convergindo fortemente a partir da metade da cabeça, com maior largura no terço posterior; menos que 1/5 mais longa (até a fontanela) que larga; dorso uniformemente arqueado, em vista lateral; margens laterais anteriores da cabeça, contínuas em vista dorsal, um pouco mais largas que a distância mínima entre os soquetes das antenas. **Fontanela** grande, com abertura larga, de forma variável, com poucas ranhuras ao redor da sua margem dorsal. **Fossetas** geralmente com a linha invaginante curva, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando, primeiramente, um ângulo bem agudo e, depois, curvando-se para baixo. **Labro** cerca de uma vez e meia mais longo que largo; ápice hialino bem acuminado. **Mandíbulas** em forma de sabre, cerca de 70% do comprimento da cabeça; margens externas com uma pequena reentrância próxima à base. **Antenas** com 14 a 15 artículos. **Pós-mento** menos que duas vezes e meia mais longo que sua largura máxima; estreitamento a cerca de ¼ de sua margem posterior. **Pronoto** como na FIG. 2.15, com as margens laterais convergindo muito para trás, menos que duas vezes mais largo que longo; margem anterior fortemente emarginada, com saliências de ambos os lados, proeminentes; margem posterior muito fracamente emarginada.

Pilosidade: Cabeça moderadamente pilosa, com cerdas longas no dorso e algumas cerdas curtas na parte ventral. Fontanela geralmente com três, às vezes com quatro pares de cerdas longas junto à abertura. Fossetas com uma cerda longa próxima a cada uma. Pronoto moderadamente piloso; dorso com alguns pêlos, cerdas curtas e longas.

Coloração: Cabeça de laranja a acobreada. Mandíbulas marrom-acobreadas, laranja-acobreadas na base. Antenas, labro, palpos e notos amarelados ou alaranjados. Ante-

clípeo esbranquiçado. Pernas amarelo-claras, com garras tarsais e espinhos amarronzados. Abdome amarelo-claro.

Medidas (em mm). MZUSP-6672, N=30. CmiCa: $\bar{X}$=1,31 s=0,03 A=1,24-1,36 / LmaCa: $\bar{X}$=1,11 s=0,03 A=1,02-1,16 / LmiCa: $\bar{X}$=0,68 s=0,02 A=0,64-0,72 / CmaMb: $\bar{X}$=0,84 s=0,02 A=0,78-0,88 / DmaFo: $\bar{X}$=0,19 s=0,02 A= 0,16-0,22 / DmiFo: $\bar{X}$=0,14 s=0,01 A=0,12-0,16 / CmiPm: $\bar{X}$=0,84 s=0,04 A=0,72-0,92 / LmaPm: $\bar{X}$=0,36 s=0,01 A=0,34-0,38 / LmiPm: $\bar{X}$=0,24 s=0,01 A=0,20-0,28 / CmePr: $\bar{X}$=0,42 s= 0,01 A=0,40-0,44 / LmaPr: $\bar{X}$=0,81 s=0,03 A=0,76-0,88 / CmaTb: $\bar{X}$=1,07 s=0,03 A=1,02-1,12.

ALADOS - Não conhecidos.

Comentários: Uma das amostras foi coletada no interior de toco seco (MZUSP-4447) e duas em tronco podre no chão (MZUSP-11088, MZUSP-11089). Apesar do caráter da forma da mandíbula ser similar ao de *C. testaceus*, a forma do pronoto, assim como a distribuição geográfica da espécie, caracterizam bem *Coptotermes* sp.J, sp.n. Ver também comentários para *C. testaceus* e *C.* sp.M, sp.n.

Material examinado (FIG. 2.56). BRASIL: *Minas Gerais*: João Pinheiro: MZUSP-8399, 06/x/1983 (Nogueira); Curvelo: MZUSP-4447, 02/x/1956 (R.L. Araujo); *Goiás*: Serra da Mesa: MZUSP-11088, 1996 (T. Schlemmermeyer); MZUSP-11089, 1996 (T. Schlemmermeyer); *Mato Grosso*: Coxipó: MZUSP-6672, 14/ii/1976 (R.L. Araujo).

***Coptotermes* sp.K**, sp.n.

(FIG. 2.6, 2.38, 2.54)

Tipos: O holótipo (MZUSP-8714) será depositado no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (SP), Brasil.

Loc.-Tipo: BRASIL: *Pará*: Carajás, Serra Norte.

SOLDADOS - **Cabeça** grande, piriforme, em vista dorsal; lados arqueados, convergindo fortemente a partir da metade da cabeça, com maior largura no terço

posterior; tão longa quanto larga; dorso uniformemente arqueado, em vista lateral; margens laterais anteriores da cabeça, contínuas ou com quase inconspícua saliência, em vista dorsal, mais largas que a distância mínima entre os soquetes das antenas. **Fontanela** pequena, de forma variável, com poucas ranhuras ao redor da sua margem dorsal. **Fossetas** geralmente com a linha invaginante curva, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando, primeiramente, um ângulo bem agudo e, depois, curvando-se para baixo. **Labro** cerca de 1,4 vez mais longo que largo; ápice hialino bem acuminado. **Mandíbulas** em forma de sabre, cerca de 70% do comprimento da cabeça; margens externas com uma grande reentrância próxima à base. **Antenas** com 14 a 15 artículos. **Pós-mento** pouco mais que duas vezes mais longo que sua largura máxima; estreitamento a cerca de ¼ de sua margem posterior. **Pronoto** como na FIG. 2.6, com as margens laterais convergindo muito para trás, pouco menos que duas vezes ou menos mais largo que longo; margem anterior fortemente emarginada; margem posterior fracamente emarginada.

Pilosidade: Cabeça moderadamente pilosa, com cerdas longas no dorso e algumas cerdas curtas na parte ventral. Fontanela geralmente com três pares de cerdas longas junto à abertura. Fossetas com uma cerda longa próxima a cada uma. Pronoto moderadamente piloso; dorso com alguns pêlos, cerdas curtas e longas.

Coloração: Cabeça de amarelo-alaranjada a alaranjada. Mandíbulas marrom-acobreadas, laranja-acobreadas na base. Antenas, labro, palpos, notos e abdome amarelados ou alaranjados. Ante-clípeo esbranquiçado. Pernas amarelo-claras, com garras tarsais e espinhos amarronzados.

Medidas (em mm). MPEG-1357, N=16. CmiCa: $\bar{X}$=1,38 s=0,04 A=1,28-1,44 / LmaCa: $\bar{X}$=1,32 s=0,05 A=1,24-1,46 / LmiCa: $\bar{X}$=0,73 s=0,02 A=0,70-0,80 / CmaMb: $\bar{X}$=0,87 s=0,03 A=0,84-0,96 / DmaFo: $\bar{X}$=0,19 s=0,02 A= 0,16-0,22 / DmiFo: $\bar{X}$=0,15 s=0,01 A=0,14-0,18 / CmiPm: $\bar{X}$=0,93 s=0,04 A=0,84-1,02 / LmaPm: $\bar{X}$=0,41 s=0,02 A=0,38-0,44 / LmiPm: $\bar{X}$=0,25 s=0,01 A=0,22-0,26 / CmePr: $\bar{X}$=0,48 s= 0,02 A=0,44-0,52 / LmaPr: $\bar{X}$=0,95 s=0,04 A=0,88-1,06 / CmaTb: $\bar{X}$=1,19 s=0,04 A=1,12-1,26.

ALADOS - Não conhecidos.

Comentários: Uma amostra coletada na mata, em madeira (MPEG-1357) e outra coletada em uma trilha na mata (MZUSP-8714). Morfologicamente, esta espécie difere pouco de *Coptotermes testaceus*, entretanto decidí deixá-la aqui separada, levando em conta as medidas da cabeça dos soldados, significativamente maiores que as de *C. testaceus*, e os resultados da análise estatística. Talvez, com maior número de amostras, que permitam um estudo das variações intraespecíficas, seja possível sinonimizá-la com a *C. testaceus* ou confirmar esta hipótese de ser uma outra espécie nova.

Material examinado (FIG. 2.54). BRASIL: *Pará*: Carajás: MZUSP-8714, vii-viii/1985 (R. Constantino); Ponta das Pedras: MPEG-1357, 19/x/1982 (M.F. Torres).

***Coptotermes* sp.L**, sp.n.

(FIG. 2.16, 2.39, 2.57)

Tipos: O holótipo (MZUSP-10902) será depositado no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (SP), Brasil.

Loc.-Tipo: BRASIL: *Maranhão*: Balsas, Gerais de Balsas.

SOLDADOS - **Cabeça** pequena, ovalada, alongada, muito ou moderadamente estreitada, em vista dorsal; lados arqueados, convergindo fracamente a partir da metade da cabeça, com maior largura no terço posterior; cerca de ¼ mais longa (até a fontanela) que larga; dorso arqueado, com uma pequena saliência no terço anterior, em vista lateral; margens laterais anteriores da cabeça geralmente com algumas pequenas saliências, em vista dorsal, margens mais largas que a distância mínima entre os soquetes das antenas. **Fontanela** pequena, de forma variável, com algumas ranhuras ao redor da sua margem dorsal. **Fossetas** geralmente com a linha invaginante reta, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando um ângulo agudo. **Labro** cerca de uma vez e meia mais longo que largo; ápice hialino bem acuminado. **Mandíbulas** em forma de sabre, cerca de 65% do comprimento da cabeça; margens externas geralmente com uma pequena reentrância próxima à base. **Antenas** com 14 a 15 artículos. **Pós-mento** pouco mais que duas vezes e meia mais

longo que sua largura máxima; estreitamento a cerca de ¼ de sua margem posterior. **Pronoto** como na FIG. 2.16, com as margens laterais convergindo muito para trás, pouco mais que uma vez e meia mais largo que longo; margem anterior fortemente emarginada; margem posterior fracamente emarginada.

Pilosidade: Cabeça moderadamente pilosa, com cerdas longas no dorso e algumas cerdas curtas na parte ventral. Fontanela geralmente com três, às vezes com quatro pares de cerdas longas junto à abertura. Fossetas geralmente com uma cerda longa próxima a cada uma. Pronoto esparsamente piloso; dorso com alguns pêlos, cerdas curtas e longas.

Coloração: Cabeça de amarelo-alaranjada a laranja-acobreada. Mandíbulas marrom-acobreadas, laranja-acobreadas na base. Antenas, labro, palpos, notos e abdome amarelados ou alaranjados. Ante-clípeo esbranquiçado. Pernas amarelo-claras, com garras tarsais e espinhos amarronzados.

Medidas (em mm). MZUSP-10902, N=30. CmiCa: $\bar{X}$=1,32 s=0,04 A=1,26-1,38 / LmaCa: $\bar{X}$=1,10 s=0,03 A=1,04-1,16 / LmiCa: $\bar{X}$=0,67 s=0,02 A=0,64-0,70 / CmaMb: $\bar{X}$=0,84 s=0,02 A=0,82-0,92 / DmaFo: $\bar{X}$=0,17 s=0,02 A= 0,14-0,20 / DmiFo: $\bar{X}$=0,12 s=0,01 A=0,12-0,14 / CmiPm: $\bar{X}$=0,85 s=0,03 A=0,78-0,92 / LmaPm: $\bar{X}$=0,36 s=0,01 A=0,34-0,38 / LmiPm: $\bar{X}$=0,23 s=0,01 A=0,20-0,26 / CmePr: $\bar{X}$=0,45 s= 0,02 A=0,42-0,48 / LmaPr: $\bar{X}$=0,84 s=0,03 A=0,80-0,90 / CmaTb: $\bar{X}$=1,04 s=0,02 A=0,98-1,08.

ALADOS - Não conhecidos.

Comentários: Uma das amostras foi coletada em toco, em queimada (MZUSP-7131) e outra, em uma coluna de varanda de uma casa, na madeira seca, dura e envernizada (MZUSP-10902). As difrenças morfológicas apresentadas na descrição, assim como sua distribuição geográfica, caracterizam bem *Coptotermes* sp.L, sp.n.

Material examinado (FIG. 2.57). BRASIL: *Piauí*: Fazenda Maracujá: MZUSP-10169, 26/xi/1991 (E.M. Cancello & M.T. Ponte); MZUSP-10172, 24/xi/1991 (E.M. Cancello & M.T. Ponte); Fazenda Talhada: MZUSP-10174, 14/xi/1991 (E.M. Cancello & M.T. Ponte); arredores de Picos: MZUSP-7131, 07/xii/1976 (R.L. Araujo); *Maranhão*: Balsas: MZUSP-10902, 01/xi/1999 (C.R.F. Brandão; C.I. Yamamoto & B.H. Dietz); *Tocantins*: Araguacema: MZUSP-2744, 13/x/1926 (E.G. Holt).

***Coptotermes* sp.M**, sp.n.

(FIG. 2.17, 2.40, 2.55)

Tipos: O holótipo (MZUSP-4471) será depositado no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (SP), Brasil.

Loc.-Tipo: BRASIL: *Minas Gerais*: Curvelo, Manancial Moura.

SOLDADOS - **Cabeça** grande, ovalada bem alongada, em vista dorsal; lados arqueados, convergindo a partir da metade da cabeça, com maior largura no meio; cerca de 1/5 mais longa (até a fontanela) que larga; dorso uniformemente arqueado, em vista lateral; margens laterais anteriores da cabeça, contínuas em vista dorsal, mais largas que a distância mínima entre os soquetes das antenas. **Fontanela** grande, de forma variável, com ranhuras ao redor da sua margem dorsal. **Fossetas** geralmente com a linha invaginante mais ou menos curva, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando um ângulo bem agudo ou ficando quase colada à sua margem. **Labro** cerca de uma vez e meia mais longo que largo; ápice hialino bem acuminado. **Mandíbulas** em forma de sabre, cerca de 70% do comprimento da cabeça; margens externas com uma pequena reentrância próxima à base. **Antenas** com 15 a 16 artículos. **Pós-mento** cerca de duas vezes mais longo que sua largura máxima; estreitamento a cerca de ¼ de sua margem posterior. **Pronoto** como na FIG. 2.17, alongado, com as margens laterais convergindo pouco para trás, cerca de uma vez e meia mais largo que longo; margem anterior fortemente emarginada; margem posterior fracamente emarginada.

Pilosidade: Cabeça moderadamente pilosa, com cerdas longas no dorso e algumas cerdas curtas na parte ventral. Fontanela geralmente com quatro, às vezes com três pares de cerdas longas junto à abertura. Fossetas com uma cerda longa próxima a cada uma. Pronoto moderadamente piloso; dorso com alguns pêlos, cerdas curtas e longas.

Coloração: Cabeça de laranja a acobreada. Mandíbulas marrom-acobreadas, laranja-acobreadas na base. Antenas, labro, palpos e notos amarelados ou alaranjados. Ante-clípeo esbranquiçado. Pernas amarelo-claras, com garras tarsais e espinhos amarronzados. Abdome amarelo-claro.

Medidas (em mm). MZUSP-4471, N=10. CmiCa: $\bar{X}$=1,44 s=0,03 A=1,38-1,48 / LmaCa: $\bar{X}$=1,17 s=0,03 A=1,12-1,22 / LmiCa: $\bar{X}$=0,73 s=0,02 A=0,72-0,76 / CmaMb: $\bar{X}$=0,95 s=0,03 A=0,92-1,00 / DmaFo: $\bar{X}$=0,21 s=0,01 A= 0,20-0,22 / DmiFo: $\bar{X}$=0,15 s=0,01 A=0,14-0,16 / CmiPm: $\bar{X}$=0,94 s=0,04 A=0,86-0,98 / LmaPm: $\bar{X}$=0,43 s=0,01 A=0,40-0,44 / LmiPm: $\bar{X}$=0,27 s=0,01 A=0,24-0,28 / CmePr: $\bar{X}$=0,54 s= 0,02 A=0,50-0,56 / LmaPr: $\bar{X}$=0,97 s=0,02 A=0,92-1,00 / CmaTb: $\bar{X}$=1,15 s=0,02 A=1,12-1,18.

ALADOS - Não conhecidos.

Comentários: Amostra coletada sob casca de tronco seco, em mato ralo que protege o manancial. Esta espécie, com distribuição simpátrica a *Coptotermes* sp.J, sp.n., é morfologicamente bem diferente. Apesar de ter examinado apenas uma amostra desta espécie, o conjunto destes caracteres, levando em consideração as suas variações, pode caracterizar *C.* sp.M, sp.n. como uma espécie "boa".

Material examinado (FIG. 2.55). BRASIL: *Minas Gerais*: Curvelo: MZUSP-4471, 04/x/1956 (R.L. Araujo).

***Coptotermes* sp.O**, sp.n.

(FIG. 2.18, 2.41, 2.58)

Tipos: O holótipo (MZUSP-3171) será depositado no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (SP), Brasil.

Loc.-Tipo: BRASIL: *Pará*: Belém.

SOLDADOS - **Cabeça** pequena, ovalada, em vista dorsal; lados arqueados, convergindo a partir da metade da cabeça, com maior largura no terço posterior; menos que 1/5 mais longa (até a fontanela) que larga; dorso uniformemente arqueado, em vista lateral; margens laterais anteriores da cabeça, contínuas em vista dorsal, mais largas que a distância mínima entre os soquetes das antenas. **Fontanela** grande, de forma variável, sem ou com poucas ranhuras ao redor da sua margem dorsal.

Fossetas geralmente com a linha invaginante curva, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando um ângulo bem agudo e curvando-se levemente para baixo. **Labro** pouco mais que uma vez e meia mais longo que largo; ápice hialino bem acuminado. **Mandíbulas** em forma de sabre, cerca de 65% do comprimento da cabeça; margens externas contínuas ou quase contínuas, a da mandíbula esquerda pode ter duas diminutas reentrâncias próximas à base. **Antenas** com 14 a 16 artículos. **Pós-mento** pouco mais que duas vezes mais longo que sua largura máxima; estreitamento a cerca de ¼ de sua margem posterior. **Pronoto** como na FIG. 2.18, com as margens laterais convergindo pouco para trás, pouco menos que duas vezes mais largo que longo; margem anterior fortemente emarginada; margem posterior fracamente emarginada.

Pilosidade: Cabeça moderadamente pilosa, com cerdas longas no dorso e algumas cerdas curtas na parte ventral. Fontanela geralmente com quatro, às vezes com três ou cinco pares de cerdas longas junto à abertura. Fossetas com uma cerda longa próxima a cada uma. Pronoto moderadamente piloso; dorso com alguns pêlos, cerdas curtas e longas.

Coloração: Cabeça de amarelo-alaranjada a acobreada. Mandíbulas marrom-acobreadas, laranja-acobreadas na base. Antenas, labro, palpos, notos e abdome amarelados ou alaranjados. Ante-clípeo esbranquiçado. Pernas amarelo-claras, com garras tarsais e espinhos amarronzados.

Medidas (em mm). MZUSP-3171, N=30. CmiCa: $\bar{X}$=1,29 s=0,04 A=1,22-1,36 / LmaCa: $\bar{X}$=1,19 s=0,04 A=1,10-1,26 / LmiCa: $\bar{X}$=0,68 s=0,02 A=0,62-0,72 / CmaMb: $\bar{X}$=0,82 s=0,03 A=0,78-0,88 / DmaFo: $\bar{X}$=0,18 s=0,01 A= 0,16-0,20 / DmiFo: $\bar{X}$=0,14 s=0,01 A=0,12-0,16 / CmiPm: $\bar{X}$=0,86 s=0,03 A=0,82-0,92 / LmaPm: $\bar{X}$=0,37 s=0,01 A=0,34-0,38 / LmiPm: $\bar{X}$=0,21 s=0,01 A=0,18-0,22 / CmePr: $\bar{X}$=0,44 s= 0,02 A=0,40-0,48 / LmaPr: $\bar{X}$=0,83 s=0,02 A=0,76-0,88 / CmaTb: $\bar{X}$=1,02 s=0,03 A=0,94-1,10.

ALADOS - Não conhecidos.

Comentários: Algumas amostras coletadas em madeira na mata (MPEG-2906, MPEG-2916, MPEG-2921, MPEG-1906, MPEG-0370), em madeira podre em pastagem (MPEG-0174, MZUSP-1682, MZUSP-8341, MZUSP-8342, MZUSP-8347), em capoeira (MPEG-0196, MZUSP-8344, MZUSP-8348), em área agrícola (MPEG-2548), em madeira em decomposição (MPEG-2581, MPEG-3010), no interior de tronco morto em pé, na mata de terra firme (MZUSP-9234) e em um toco em área de derrubada (MZUSP-3171). *Coptotermes* sp.O, sp.n. e *C. testaceus* apresentam algumas similaridades morfológicas e distribuição geográfica simpátrica, em algumas regiões. Entretanto, considerei que a grande reentrância da mandíbula de *C. testaceus*, assim como os resultados da análise estatística, separam bem as duas espécies.

Material examinado (FIG. 2.58). BRASIL: *Amazonas*: Manaus: MZUSP-8340, 27/vi/1977 (A.G.Bandeira); INPA-0112, 10/ix/1987 (O.F.F. Souza); INPA-0113, 20/i/1988 (O.F.F. Souza); INPA-0146, 02/iii/1988 (O.F.F. Souza); INPA-0147, 20/i/1988 (O.F.F. Souza); INPA-0149, 17/iii/1987 (O.F.F. Souza); INPA-0171, 26/viii/1987 (A.G. Bandeira); INPA-0686, 16/iii/1988 (A.G. Bandeira); INPA-1006, 30/iv/1988 (A.G. Bandeira); km232 Manaus-Itacoatiara: MZUSP-8342, 21/v/1977 (A.G. Bandeira); MZUSP-8344, 10/vi/1977 (A.G. Bandeira); MZUSP-8348, 22/v/1977 (A.G. Bandeira); MPEG-0174, 28/v/1977 (A.G. Bandeira); MPEG-0196, 10/vi/1977 (A.G. Bandeira); MPEG-8341, 28/v/1977 (A.G. Bandeira); MPEG-8347, 28/v/1977 (A.G. Bandeira); rio Negro: MZUSP-10154, 17/iv/1981 (A.E. Mill); rio Japurá-Maraã: MPEG-2906, 21/x/1988 (R. Constantino); MPEG-2916, 21/x/1988 (R. Constantino); MPEG-2921, 21/x/1988 (R. Constantino); MZUSP-9234, 21/x/1988 (R. Constantino); *Pará*: Belém: MPEG-3385, 06/viii/1989 (R. Constantino); MPEG-3391, 12/ix/1989 (R. Constantino); MPEG-3395, 12/ix/1989 (R. Constantino); MPEG-2548, 08/iv/1987 (L. Macambira); MZUSP-1672, 28/ii/1964 (sem coletor); MZUSP-3171, 07/xii/1948 (C.R. Gonçalves); Serra dos Carajás: MPEG-1906, 28/ii/1984 (M.F. Torres); MPEG-1919, 27/ii/1984 (M.E.C. da Silva); Benevides: MPEG-2581, 22/ix/1987 (L. Macambira); MPEG-3962, 02/xii/1987 (L. Macambira); MPEG-3963, 23/ii/1988 (L. Macambira); MPEG-3964, 16/vi/1988 (L. Macambira); MPEG-3965, 16/vi/1988 (L. Macambira); Canindé: MZUSP-1668, 08/vi/1963 (B. Malkin); aldeia Coraci: MZUSP-1680, 04/xii/1964 (B. Malkin); MZUSP-9871, sem data (B. Malkin); Porto de Móz: MPEG-1825, 16/xii/1983 (A.L. Nunes); Barcarena: MPEG-1841, 20/i/1984 (A.G. Bandeira); Tomé-Açú: MPEG-0370, 16/v/1978 (A.G. Bandeira); Tucurui: MPEG-0619, 21/iv/1979 (A.G. Bandeira); Faz. Boa Esperança: MPEG-3010, 08/iii/1989 (R. Constantino).

***Coptotermes* sp.P**, sp.n.

(FIG. 2.19, 2.42, 2.52)

Tipos: O holótipo (MPEG-4119) será depositado no Museu Paraense Emílio Goeldi (PA), Brasil.

Loc.-Tipo: BRASIL: *Acre*: Rio Branco, Humaitá.

SOLDADOS - **Cabeça** grande, ovalada a piriforme, em vista dorsal; lados arqueados, convergindo fortemente a partir da metade da cabeça, com maior largura no terço posterior; quase tão larga quanto longa; dorso uniformemente arqueado, em vista lateral; margens laterais anteriores da cabeça, contínuas em vista dorsal, bem mais largas que a distância mínima entre os soquetes das antenas. **Fontanela** grande, de forma variável, com algumas ranhuras ao redor da sua margem dorsal. **Fossetas** geralmente com a linha invaginante curva, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando, primeiramente, um ângulo bem agudo e, depois, curvando-se para baixo. **Labro** cerca de 1,6 vez mais longo que largo; ápice hialino bem acuminado. **Mandíbulas** em forma de sabre, cerca de 70% do comprimento da cabeça; margem externa da mandíbula esquerda com duas reentrâncias próximas à base. **Antenas** com 14 a 15 artículos. **Pós-mento** menos que duas vezes e meia mais longo que sua largura máxima; estreitamento a cerca de ¼ de sua margem posterior. **Pronoto** como na FIG. 2.19, com as margens laterais convergindo muito para trás, pouco menos que duas vezes mais largo que longo; margem anterior fortemente emarginada; margem posterior fracamente emarginada.

Pilosidade: Cabeça moderadamente pilosa, com cerdas longas no dorso e algumas cerdas curtas na parte ventral. Fontanela geralmente com quatro, às vezes com três pares de cerdas longas junto à abertura. Fossetas com uma cerda longa próxima a cada uma. Pronoto esparsamente piloso; dorso com alguns pêlos e cerdas curtas.

Coloração: Cabeça de alaranjada a acobreada. Mandíbulas marrom-acobreadas, laranja-acobreadas na base. Antenas, labro, palpos, notos e abdome amarelados ou alaranjados. Ante-clípeo esbranquiçado. Pernas amarelo-claras, com garras tarsais e espinhos amarronzados.

Medidas (em mm). MPEG-4119, N=08. CmiCa: $\bar{X}$=1,34 s=0,06 A=1,24-1,38 / LmaCa: $\bar{X}$=1,26 s=0,06 A=1,12-1,32 / LmiCa: $\bar{X}$=0,74 s=0,02 A=0,72-0,76 / CmaMb: $\bar{X}$=0,86 s=0,02 A=0,84-0,90 / DmaFo: $\bar{X}$=0,19 s=0,01 A= 0,18-0,20 / DmiFo: $\bar{X}$=0,15 s=0,01 A=0,12-0,16 / CmiPm: $\bar{X}$=0,97 s=0,04 A=0,90-1,02 / LmaPm: $\bar{X}$=0,44 s=0,02 A=0,42-0,46 / LmiPm: $\bar{X}$=0,25 s=0,02 A=0,22-0,28 / CmePr: $\bar{X}$=0,47 s= 0,03 A=0,40-0,50 / LmaPr: $\bar{X}$=0,96 s=0,03 A=0,92-1,00 / CmaTb: $\bar{X}$=1,13 s=0,06 A=1,00-1,18.

ALADOS - Não conhecidos.

Comentários: Examinei apenas uma amostra de *C.* sp.P, sp.n. Não encontrei diferenças morfológicas muito claras para esta espécie. Entretanto, decidi deixá-la aqui separada devido à sua distinta distribuição geográfica e também aos resultados da análise estatística.

Material examinado (FIG. 2.52). BRASIL: *Acre*: Rio Branco: MPEG-4119, 29/x/1991 (R.N. Bittencourt).

Acredito que as descrições aqui apresentadas e suas respectivas ilustrações, somadas à análise estatística e ao mapa de distribuição geográfica, caracterizam bem cada espécie do gênero, salvo observações em contrário.

2.3.2 Chave de identificação das espécies de *Coptotermes* das Américas
(soldados, com exceção de *C. niger*)

1. - Fontanela geralmente com um par de cerdas longas, ao seu redor; em indivíduos muito pequenos, provenientes de colônias jovens, pode haver dois pares de cerdas; cabeça sub-retangular, em vista dorsal; margens externas das mandíbulas, contínuas; margens laterais anteriores da cabeça, contínuas, em vista dorsal; fossetas com a linha invaginante reta, partindo do meio de sua margem, em vista dorsal (FIGS. 2.2, 2.3, 2.25, 2.26) ..... ***C. havilandi***

   - Fontanela com mais de um par de cerdas, ao seu redor; outro conjunto de características 2

2. (1) - Fontanela com dois pares de cerdas longas ao seu redor; cabeça sub-retangular a levemente ovalada, em vista dorsal; margens externas das mandíbulas com duas reentrâncias próximas à base; margens laterais anteriores da cabeça com uma saliência, em vista dorsal; fossetas com a linha invaginante pouco definida, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando um ângulo agudo (FIGS. 2.5, 2.27) .... ***C. formosanus***

- Fontanela com mais de dois pares de cerdas longas ao seu redor; outro conjunto de características 3

3. (2) - Margens laterais anteriores da cabeça, mais estreitas que a largura entre os soquetes das antenas, em vista dorsal 4

- Margens laterais anteriores da cabeça, mais largas que a largura entre os soquetes das antenas, em vista dorsal 5

4. (3) - Cabeça sub-retangular a ovalada, em vista dorsal; lados relativamente pouco arqueados, convergindo na altura dos soquetes das antenas; margens externas das mandíbulas, quase contínuas; margens laterais anteriores da cabeça, contínuas, em vista dorsal, bem paralelas; fossetas com a linha invaginante, reta, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando um ângulo bem agudo (FIGS. 2.9, 2.29) ..... ***C. crassus***

- Cabeça ovalada ou piriforme, em vista dorsal; lados arqueados, convergindo a partir da metade da cabeça; margens externas das mandíbulas, quase contínuas; margens laterais anteriores da cabeça, contínuas, em vista dorsal; fossetas com a linha invaginante, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, mais ou menos acompanhando sua margem, formando um ângulo agudo e levemente curvada para baixo no final (FIGS. 2.8, 2.30) ..... ***C.* sp.N**, sp. n.

5. (3) - Cabeça sub-retangular, em vista dorsal, com os lados convergindo fracamente, na altura dos soquetes das antenas 6

- Cabeça ovalada ou alongada, em vista dorsal, com os lados convergindo fortemente, a partir da metade da cabeça 10

6. (5) - Margem externa da mandíbula esquerda com duas reentrâncias próximas à base 7

- Margem externa da mandíbula esquerda com uma reentrância 8

7. (6) - Cabeça curta (CmiCa: A=1,28-1,36 mm); margem externa da mandíbula esquerda com duas reentrâncias bem marcadas; margens laterais anteriores da cabeça com uma pequena saliência, em vista dorsal; fossetas com a linha invaginante curva, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, mais ou menos acompanhando sua margem, formando um ângulo bem agudo (FIGS. 2.10, 2.31) ..... ***C.* sp.A**, sp. n.

- Cabeça mais alongada que em *C.* sp.A (CmiCa: A=1,34-1,44 mm); margem externa da mandíbula esquerda com duas reentrâncias pouco marcadas; margens laterais anteriores da cabeça com uma pequena saliência, em vista dorsal; fossetas com a linha invaginante reta, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando um ângulo agudo (FIGS. 2.11, 2.32) ..... ***C.* sp.B**, sp. n.

8. (6) - Cabeça bem grande (CmiCa: A=1,32-1,46 mm; LmaCa: A=1,24-1,42 mm); margens externas das mandíbulas com uma reentrância pouco marcada; fossetas com a linha invaginante curva, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando, primeiramente, um ângulo bem agudo ou ficando quase colada à sua margem e, depois, afastando-se de sua margem (FIGS. 2.4, 2.33) ..... ***C.* sp.D**, sp. n.

- Cabeça pequena (CmiCa: A=1,20-1,38 mm; LmaCa: A=1,16-1,32 mm); margens externas das mandíbulas com uma reentrância bem marcada; fossetas com a linha invaginante, curva, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, e ficando colada, ou quase, à sua margem 9

9. (8) - Cabeça bem curta (CmiCa: A=1,20-1,28 mm); margens externas das mandíbulas com acentuada reentrância a cerca de 1/3 de sua base (FIGS. 2.12, 2.34) ..... ***C.* sp.E**, sp. n.

- Cabeça mais longa que em *C.* sp.E (CmiCa: A=1,28-1,38 mm); margens externas das mandíbulas com pequena reentrância próxima à sua base (FIGS. 2.13, 2.35) ..... ***C.* sp.G**, sp. n.

10. (5) - Cabeça ovalada, bem alongada, em vista dorsal 11

- Cabeça ovalada a piriforme, em vista dorsal 12

11. (10) - Cabeça pequena (CmiCa: A=1,26-1,38 mm; LmaCa: A=1,04-1,16 mm), muito ou moderadamente estreitada, em vista dorsal; margens externas das mandíbulas com uma pequena reentrância; margens laterais anteriores da cabeça geralmente com uma pequena saliência, em vista dorsal; fossetas com a linha invaginante reta, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando um ângulo agudo (FIGS. 2.16, 2.39) ..... ***C.* sp.L**, sp. n.

- Cabeça grande (CmiCa: A=1,38-1,48 mm; LmaCa: A=1,12-1,22), muito alongada, em vista dorsal; margens externas das mandíbulas com uma pequena reentrância; margens laterais anteriores da cabeça contínuas, em vista dorsal; fossetas com a linha invaginante mais ou menos curva, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando um ângulo bem agudo ou ficando quase colada à sua margem (FIGS. 2.17, 2.40) ..... ***C.* sp.M**, sp. n.

12. (5) - Margens externas das mandíbulas com uma ou duas reentrâncias bem marcadas próximas às suas bases 13

- Margens externas das mandíbulas contínuas ou com uma ou duas pequenas reentrâncias próximas às suas bases 16

13. (12) - Margens externas das mandíbulas com uma reentrância bem marcada próxima às suas bases 14

- Margem externa da mandíbula esquerda com duas reentrâncias, uma maior e outra menor, próximas à sua base 15

14. (13) - Cabeça pequena (CmiCa: A=1,20-1,32 mm; LmaCa: A=1,10-1,18 mm), ovalada, em vista dorsal; lados arqueados, convergindo a partir da metade da cabeça; margens laterais anteriores da cabeça contínuas, em vista dorsal; fossetas com a linha invaginante, reta, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando um ângulo agudo (FIGS. 2.7, 2.28) ..... ***C. testaceus***

- Cabeça grande (CmiCa: A=1,28-1,44 mm; LmaCa: A=1,24-1,46 mm), piriforme, em vista dorsal; lados arqueados, convergindo fortemente a partir da metade da cabeça; margens laterais anteriores da cabeça com uma saliência, em vista dorsal; fossetas com a linha invaginante, curva, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando, primeiramente, um ângulo bem agudo e, depois, curvando-se para baixo (FIGS. 2.6, 2.38) ..... ***C.* sp.K**, sp. n.

15. (13) - Cabeça ovalada, larga (LmaCa: A=1,08-1,22 mm), em vista dorsal; lados arqueados, convergindo a partir da metade da cabeça; margens laterais anteriores da cabeça com uma pequena saliência, em vista dorsal; fossetas com a linha invaginante curva, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando, primeiramente, um ângulo bem agudo e, depois, curvando-se para baixo; linha da fosseta direita freqüentemente com uma linha perpendicular, em direção à sua margem (FIGS. 2.14, 2.36) ..... ***C.* sp.I**, sp. n.

- Cabeça ovalada, mais estreita que em *C.* sp.I, sp.n. (LmaCa: A=1,02-1,16 mm), em vista dorsal; lados arqueados, convergindo fortemente a partir da metade da cabeça; margens laterais anteriores da cabeça contínuas, em vista dorsal; fossetas com a linha invaginante curva, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando, primeiramente, um ângulo bem agudo e, depois, curvando-se para baixo; pronoto com a margem anterior fortemente emarginada, com saliências de ambos os lados, proeminentes (FIGS. 2.15, 2.37) ..... ***C.* sp.J**, sp. n.

16. (14) - Cabeça pequena (CmiCa: A=1,22-1,36 mm; LmaCa: A=1,10-1,26 mm), ovalada, em vista dorsal; lados arqueados, convergindo a partir da metade da cabeça, margens externas das mandíbulas contínuas; margens laterais anteriores da cabeça contínuas, em vista dorsal; fossetas com a linha invaginante curva, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando um ângulo bem agudo e curvando-se levemente para baixo (FIGS. 2.18, 2.41) ..... ***C.* sp.O**, sp. n.

- Cabeça grande (CmiCa: A=1,24-1,38 mm; LmaCa: A=1,12-1,32 mm), ovalada a piriforme, em vista dorsal; lados arqueados, convergindo fortemente a partir da metade da cabeça; margem externa da mandíbula esquerda com duas pequenas saliências; margens laterais anteriores da cabeça contínuas, em vista dorsal; fossetas com a linha invaginante curva, partindo da quina de sua margem, em vista dorsal, formando, primeiramente, um ângulo bem agudo e, depois, curvando-se para baixo (FIGS. 2.19, 2.42) ..... ***C.* sp.P**, sp. n.

2.3.3 Análises morfométricas

De acordo com PERES-NETO (1995), sendo os organismos essencialmente multidimensionais, onde a forma de um indivíduo é o resultado de diversas respostas alométricas durante o desenvolvimento, estudos morfológicos devem ser desenvolvidos através de ferramentas multivariadas. Estas técnicas permitem comparações relativas entre formas. ATCHLEY & ANDERSON (1978) e DALY (1985) afirmaram que, para este tipo de análise, o uso de proporções é inadequado e deve ser evitado.

Dados de tamanho de amostra, média, desvio padrão e extremos obtidos de cada medida, para cada espécie, encontram-se após as descrições. O significado das siglas utilizadas encontra-se no ítem 2.2 (materiais e métodos).

Os resultados obtidos com a análise bivariada das medidas, evidenciaram alguns poucos casos de indivíduos com medidas extremas, que decidi levar em conta nas análises.

Os diagramas de "Dice-Leraas" para cada medida, comparando as diversas espécies, podem ser vistos nas FIGS. 2.59 - 2.70. Os retângulos centrais representam 95% do intervalo de confiança da média, e as linhas representam os extremos da distribuição de cada medida, para cada espécie. A não superposição dos retângulos centrais, entre espécies diferentes, indica, segundo DICE & LERAAS (1936) grande probabilidade de diferenças significativas, entre as médias, para uma determinada medida. Alguns exemplos mais evidentes de similaridades (superposição dos retângulos), podem ser vistas entre algumas espécies. Para a medida CmiCa: entre as espécies *C. havilandi*-2 e *C.* sp.P; *C. formosanus*, *C. crassus* e *C.* sp.J; *C.* sp.A e *C.* sp.L. Para a medida LmaCa: entre as espécies *C. havilandi*-3 e *C. crassus*; *C. havilandi*-2, *C.* sp.A e *C.* sp.E; *C. formosanus* e *C.* sp.L; *C.* sp.G e *C.* sp.P; *C.* sp.M e *C.* sp.N. Para a medida CmaMb: entre as espécies *C. havilandi*-2, *C.* sp.B, *C.* sp.J e *C.*

sp.L; *C. havilandi*-3, *C.* sp.A e *C.* sp.G; *C. havilandi*-1 e *C.* sp.E; *C. formosanus*, *C. crassus*, *C.* sp.I e *C.* sp.N; *C.* sp.D e *C.* sp.K. Para a medida LmaPm: entre as espécies *C. havilandi*-1 e *C. formosanus*; *C. havilandi*-4 e *C.* sp.G; C. *havilandi*-3 e *C.* sp.B; *C. havilandi*-2, *C.* sp.K e *C.* sp.E. Para a medida LmiPm: entre as espécies *C. havilandi*-2 e *C. havilandi*-3; *C. havilandi*-4, *C.* sp.K e *C.* sp.P; *C. havilandi*-5 e *C. crassus*; *C. formosanus*, *C.* sp.A, *C.* sp.B, *C.* sp.E e *C.* sp.L. Estes exemplos não permitem tirar nenhuma conclusão imediata; apenas evidenciam as similaridades, entre certas espécies, para determinada característica morfométrica.

O gráfico da análise canônica discriminante com todas as espécies, exceto as populações de *C. havilandi* e *C. formosanus*, que são espécies que considero bem definidas, pode ser visto na FIG. 2.71. A função discriminante separou todas as espécies (Lambda de Wilks, gl=192; 4546,65; F=27,33; p<0.001) e as distâncias de Mahalanobis foram significativas entre todos os táxons. Por este ser um gráfico bidimensional, a separação das "nuvens" de pontos não ficam muito claras; entretanto, é possível verificar diferenças mais extremas entre algumas espécies, como *C.* sp.M e *C.* sp.D. As espécies *C.* sp.E e *C.* sp.K também aparecem mais ou menos separadas do restante, enquanto que as espécies *C.* sp.J e *C.* sp.L aparecem mais separadas das restantes e mais próximas entre si.

Resultados do teste *t*, entre grupos de algumas espécies que considerei próximas morfologicamente, podem ser vistos a seguir. Comentários sobre o teste encontram-se após as descrições das espécies.

- Entre as espécies *C.* sp.A (n=18) e *C.* sp.B (n=28), 6 dentre as 12 medidas apresentaram diferenças significativas: CmiCa (t=8,33; p<0.001), CmaMb (t=2,26; p=0.03), DmiFo (t=2,46; p=0.018), LmaPm (t=3,27; p=0.002), CmePr (t=3,63; p=0.001) e CmaTb (t=4,08; p<0.001).

- Entre as espécies *C. crassus* (n=20) e *C.* sp.N (n=10), 6 dentre as 12 medidas apresentaram diferenças significativas: CmiCa (t=3,45; p=0.002), LmaCa (t=3,64; p=0.001), CmiPm (t=6,70; p<0.001), LmaPm (t=3,42; p=0.002), LmaPr (t=4,20; p<0.001) e CmaTb (t=2,85; p=0.008). Nenhuma das duas espécies apresentou média consistentemente maior que a outra espécie para todas as medidas.

- Entre as espécies *C. testaceus* (n=30) e *C.* sp.J (n=30), 10 dentre as 12 medidas apresentaram diferenças significativas: CmiCa (t=3,55; p=0.001), LmaCa (t=3,98;

p<0.001), LmiCa (t=4,98; p<0.001), CmaMb (t=7,94; p<0.001), DmaFo (t=2,75; p=0.008), DmiFo (t=2,93; p=0.005), CmiPm (t=3,59; p=0.001), LmiPm (t=10,19; p<0.001), CmePr (t=3,36; p=0.001) e LmaPr (t=2,83; p=0.006).

Para as espécies *C. crassus* e *C.* sp.N, comparações das médias resultantes, com os intervalos das medidas descritas originalmente, podem ser vistas na tabela abaixo.

	CmiCa	LmaCa	CmaMb	CmePr	LmaPr	CmaTb
descr. original *C. niger*	1,20-1,30	1,15-1,20	0,80-0,85	0,40	0,70-0,75	0,.80-0,90
média *C.* sp.N	1,26	1,17	0,81	0,44	0,86	1,01
descr. original *C. crassus*	1,40-1,50	1,10-1,35	0,90-0,95	0,30-0,41	0,80-0,95	1,00
média *C. crassus*	1,30	1,13	0,80	0,44	0,83	1,05

Os resultados mostraram que as médias que encontrei para *C.* sp.N, se enquadraram na descrição original de *C. niger*, para as medidas da cabeça e da mandíbula (CmiCa, LmaCa e CmaMb) e não se enquadraram para as medidas do pronoto e da tíbia (CmePr, LmaPr e CmaTb). Já as médias que encontrei para *C. crassus*, se enquadraram na descrição original, para parte das medidas da cabeça e do pronoto (LmaCa e LmaPr) e não se enquadraram para as medidas da mandíbula, da tíbia e parte das medidas da cabeça e pronoto (CmiCa, CmaMb, CmePr e CmaTb). Não achei conveniente tirar nenhuma conclusão de tais resultados pois, nas descrições originais, o número de medidas observadas foi muito reduzido. Além disso, o autor não fez referências quanto ao número de indivíduos observados e quanto à metodologia exata de como estas medidas foram feitas, podendo haver muita variação quanto a este aspecto.

Para as quatro populações de *C. havilandi*, os resultados obtidos para a análise de variância (ANOVA) e o teste de "Turkey" (GL=119), podem ser vistos nas tabelas a seguir.

ANOVA

	F	Sigif.
CmiCa	67,50	0,00
LmaCa	205,44	0,00

LmiCa	81,29	0,00
CmaMb	74,01	0,00
DmaFo	109,97	0,00
DmiFo	137,89	0,00
CmiPm	103,70	0,00
LmaPm	59,49	0,00
LmiPm	46,03	0,00
CmePr	288,07	0,00
LmaPr	223,41	0,00
CmaTb	331,22	0,00

Teste de "Tukey"

	C. havil.-1	*C. havil.*-2	*C. havil.*-3	*C. havil.*-4
CmiCa	**A**	B	**A**	C
LmaCa	A	B	C	D
LmiCa	**A**	B	C	**A**
CmaMb	A	B	C	D
DmaFo	A	B	C	D
DmiFo	A	B	C	D
CmiPm	A	B	C	D
LmaPm	**A**	**B**	**B**	**A**
LmiPm	A	**B**	**B**	C
CmePr	**A**	B	C	**A**
LmaPr	**A**	**B**	**B**	**A**
CmaTb	A	B	C	D

Os resultados mostram que, de modo geral, todas as populações apresentaram diferenças significativas, para a maior parte das medidas. As populações *C. havilandi*-1 e *C. havilandi*-4 não apresentaram diferenças significativas para as medidas LmiCa, LmaPm, CmePr e LmaPr; as populações *C. havilandi*-2 e *C. havilandi*-3 não apresentaram diferenças significativas para as medidas LmaPm, LmiPm, LmaPr; e as populações *C. havilandi*-1 e *C. havilandi*-3 não apresentaram diferenças significativas para a medida CmiCa.

Na análise canônica discriminante, as distâncias de Mahalanobis foram significativas entre os cinco grupos (Lambda de Wilks, gl=48; 480; F=34,69; $p<0.001$). Plotei, em um gráfico, os valores dos grupos nos eixos das duas primeiras variáveis canônicas (FIG. 2.72). De acordo com estes resultados, pode-se verificar que as populações *C. havilandi*-1 (São Paulo) e *C. havilandi*-4 (Rio de Janeiro) apresentaram maior semelhança entre si do que as populações provenientes de regiões mais próximas. O mesmo aconteceu com as populações *C. havilandi*-2 (São Paulo) e *C. havilandi*-3 (Rio de Janeiro). A população *C. havilandi*-5 (criada em laboratório), muito menor e com grandes diferenças morfológicas já evidenciadas nas figuras, ficou mais distante das quatro populações de campo, no primeiro eixo canônico. Estes

resultados, aparentemente discrepantes para as diferentes colônias de *C. havilandi*, podem ser explicados, pelo menos em parte, por tratar-se de uma espécie praga introduzida. Pode se pensar que existe a possibilidade de ter ocorrido várias introduções diferentes, ou seja, partindo de populações provenientes de diferentes locais, com diferenças morfométricas consideráveis. KORMAN & PASHLEY (1991), por exemplo, fizeram estudos genéticos em diferentes populações de *C. formosanus*, nos Estados Unidos, sugerindo que deve ter havido uma multiplicidade de introdução desta espécie naquele país. Deve-se considerar também que, em uma análise a partir de um número maior de amostras de outros locais, talvez estas diferenças, como mostradas na FIG. 2.72 (como duas "nuvens de pontos"), não aparecessem daquela forma, mas sim como uma só "nuvem de pontos", englobando as duas "nuvens". De qualquer forma, as características morfológicas destas amostras e de todas as outras de *C. havilandi*, inclusive as de fora do Brasil (como as da Ilha Reunião, na África) que examinei, não deixam dúvida quanto à identidade da espécie.

2.3.3 Figuras

(desenhos)

FIGURA 2.1. Aparência geral de soldado de *Coptotermes* em vista dorsal.

FIGURA 2.2. Soldado de *Coptotermes havilandi* coletado em campo (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: pós-mento).

FIGURA 2.3. Soldado de *Coptotermes havilandi* criado em laboratório (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: pós-mento).

FIGURA 2.4. Soldado de *Coptotermes* sp.D (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: pós-mento).

FIGURA 2.5. Soldado de *Coptotermes formosanus* (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: pós-mento).

FIGURA 2.6. Soldado de *Coptotermes* sp.K (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: pós-mento).

FIGURA 2.7. Soldado de *Coptotermes testaceus* (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: pós-mento).

FIGURA 2.8. Soldado de *Coptotermes* sp.N (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: pós-mento).

FIGURA 2.9. Soldado de *Coptotermes crassus* (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: pós-mento).

FIGURA 2.10. Soldado de *Coptotermes* sp.A (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: pós-mento).

FIGURA 2.11. Soldado de *Coptotermes* sp.B (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: pós-mento).

FIGURA 2.12. Soldado de *Coptotermes* sp.E (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: pós-mento).

FIGURA 2.13. Soldado de *Coptotermes* sp.G (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: pós-mento).

FIGURA 2.14. Soldado de *Coptotermes* sp.I (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: pós-mento).

FIGURA 2.15. Soldado de *Coptotermes* sp.J (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: pós-mento).

FIGURA 2.16. Soldado de *Coptotermes* sp.L (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: pós-mento).

FIGURA 2.17. Soldado de *Coptotermes* sp.M (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: pós-mento).

FIGURA 2.18. Soldado de *Coptotermes* sp.O (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: pós-mento).

FIGURA 2.19. Soldado de *Coptotermes* sp.P (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: pós-mento).

FIGURA 2.20. Alado de *Coptotermes havilandi* (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral).

FIGURA 2.21. Alado de *Coptotermes formosanus* (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral).

FIGURA 2.22. Alado de *Coptotermes testaceus* (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral).

FIGURA 2.23. Extremidades posteriores ventrais dos abdomes de alados de *Coptotermes havilandi* (a: fêmea; b: macho).

FIGURA 2.24. Mandíbulas de alado de *Coptotermes* (a: aspecto geral; b: placa molar da mandíbula direita).

(MEV)

FIGURA 2.25. Soldado de *Coptotermes havilandi* (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: cabeça em vista frontal; d: fontanela em vista frontal; e: fosseta em vista frontal; f: pronoto em vista dorsal).

FIGURA 2.26. Soldado de *Coptotermes havilandi* criado em laboratório (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: cabeça em vista frontal; d: fontanela em vista frontal; e: fosseta em vista frontal; f: pronoto em vista dorsal).

FIGURA 2.27. Soldado de *Coptotermes formosanus* (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: cabeça em vista frontal; d: fontanela em vista frontal; e: fosseta em vista frontal; f: pronoto em vista dorsal).

FIGURA 2.28. Soldado de *Coptotermes testaceus* (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: cabeça em vista frontal; d: fontanela em vista frontal; e: fosseta em vista frontal; f: pronoto em vista dorsal).

FIGURA 2.29. Soldado de *Coptotermes crassus* (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: cabeça em vista frontal; d: fontanela em vista frontal; e: fosseta em vista frontal; f: pronoto em vista dorsal).

FIGURA 2.30. Soldado de *Coptotermes* sp.N (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: cabeça em vista frontal; d: fontanela em vista frontal; e: fosseta em vista frontal; f: pronoto em vista dorsal).

FIGURA 2.31. Soldado de *Coptotermes* sp.A (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: cabeça em vista frontal; d: fontanela em vista frontal; e: fosseta em vista frontal; f: pronoto em vista dorsal).

FIGURA 2.32. Soldado de *Coptotermes* sp.B (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: cabeça em vista frontal; d: fontanela em vista frontal; e: fosseta em vista frontal; f: pronoto em vista dorsal).

FIGURA 2.33. Soldado de *Coptotermes* sp.D (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: cabeça em vista frontal; d: fontanela em vista frontal; e: fosseta em vista frontal; f: pronoto em vista dorsal).

FIGURA 2.34. Soldado de *Coptotermes* sp.E (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: cabeça em vista frontal; d: fontanela em vista frontal; e: fosseta em vista frontal; f: pronoto em vista dorsal).

FIGURA 2.35. Soldado de *Coptotermes* sp.G (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: cabeça em vista frontal; d: fontanela em vista frontal; e: fosseta em vista frontal; f: pronoto em vista dorsal).

FIGURA 2.36. Soldado de *Coptotermes* sp.I (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: cabeça em vista frontal; d: fontanela em vista frontal; e: fosseta em vista frontal; f: pronoto em vista dorsal).

FIGURA 2.37. Soldado de *Coptotermes* sp.J (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: cabeça em vista frontal; d: fontanela em vista frontal; e: fosseta em vista frontal; f: pronoto em vista dorsal).

FIGURA 2.38. Soldado de *Coptotermes* sp.K (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: cabeça em vista frontal; d: fontanela em vista frontal; e: fosseta em vista frontal; f: pronoto em vista dorsal).

FIGURA 2.39. Soldado de *Coptotermes* sp.L (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: cabeça em vista frontal; d: fontanela em vista frontal; e: fosseta em vista frontal; f: pronoto em vista dorsal).

FIGURA 2.40. Soldado de *Coptotermes* sp.M (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: cabeça em vista frontal; d: fontanela em vista frontal; e: fosseta em vista frontal; f: pronoto em vista dorsal).

FIGURA 2.41. Soldado de *Coptotermes* sp.O (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: cabeça em vista frontal; d: fontanela em vista frontal; e: fosseta em vista frontal; f: pronoto em vista dorsal).

FIGURA 2.42. Soldado de *Coptotermes* sp.P (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: cabeça e pronoto em vista lateral; c: cabeça em vista frontal; d: fontanela em vista frontal; e: fosseta em vista frontal; f: pronoto em vista dorsal).

FIGURA 2.43. Alado de *Coptotermes havilandi* (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: área da fontanela em vista dorsal; c: cabeça e pronoto em vista lateral; d: cabeça em vista frontal; e: pronoto em vista dorsal; f: mesonoto e metanoto em vista dorsal).

FIGURA 2.44. Alado de *Coptotermes formosanus* (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: área da fontanela em vista dorsal; c: cabeça e pronoto em vista lateral; d: cabeça em vista frontal; e: pronoto em vista dorsal; f: mesonoto e metanoto em vista dorsal).

FIGURA 2.45. Alado de *Coptotermes testaceus* (a: cabeça e pronoto em vista dorsal; b: área da fontanela em vista dorsal; c: cabeça e pronoto em vista lateral; d: cabeça em vista frontal; e: pronoto em vista dorsal; f: mesonoto e metanoto em vista dorsal).

FIGURA 2.46. Diferenciação sexual de alados de Coptotermes (a: extremidade posterior ventral do abdome de macho; b: extremidade posterior ventral do abdome de fêmea).

FIGURA 2.47. Mandíbula esquerda de alado de *Coptotermes* (a: vista geral; b: superfície ampliada).

(Distribuição geográfica)

FIGURA 2.48. Distribuição do gênero *Coptotermes* nas Américas, de acordo com o material examinado.

FIGURA 2.49. Distribuição de *Coptotermes havilandi* nas Américas, de acordo com o material examinado.

FIGURA 2.50. Distribuição de *Coptotermes formosanus*, *Coptotermes crassus* e *Coptotermes* sp.N nas Américas, de acordo com o material examinado.

FIGURA 2.51. Distribuição de *Coptotermes testaceus* nas Américas, de acordo com o material examinado.

FIGURA 2.52. Distribuição de *Coptotermes* sp.A, *Coptotermes* sp.B, *Coptotermes* sp.E e *Coptotermes* sp.P nas Américas, de acordo com o material examinado.

FIGURA 2.53. Distribuição de *Coptotermes* sp.D nas Américas, de acordo com o material examinado.

FIGURA 2.54. Distribuição de *Coptotermes* sp.G e *Coptotermes* sp.K nas Américas, de acordo com o material examinado.

FIGURA 2.55. Distribuição de *Coptotermes* sp.I e *Coptotermes* sp.M nas Américas, de acordo com o material examinado.

FIGURA 2.56. Distribuição de *Coptotermes* sp.J nas Américas, de acordo com o material examinado.

FIGURA 2.57. Distribuição de *Coptotermes* sp.L nas Américas, de acordo com o material examinado.

FIGURA 2.58. Distribuição de *Coptotermes* sp.O nas Américas, de acordo com o material examinado.

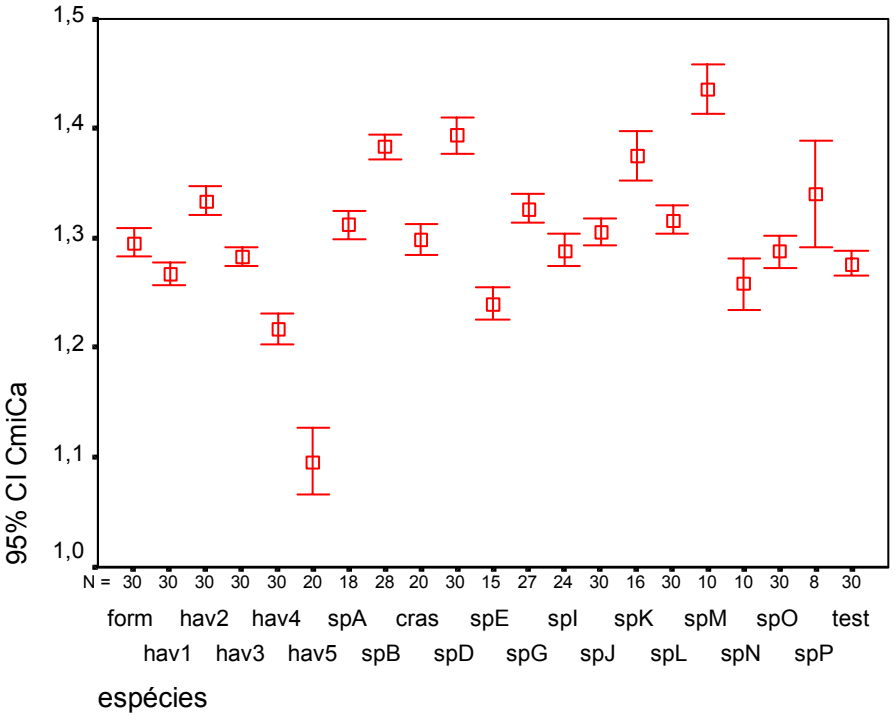


FIGURA 2.59. Diagrama de "Dice-Leraas", para a medida CmiCa, entre todas as espécies.

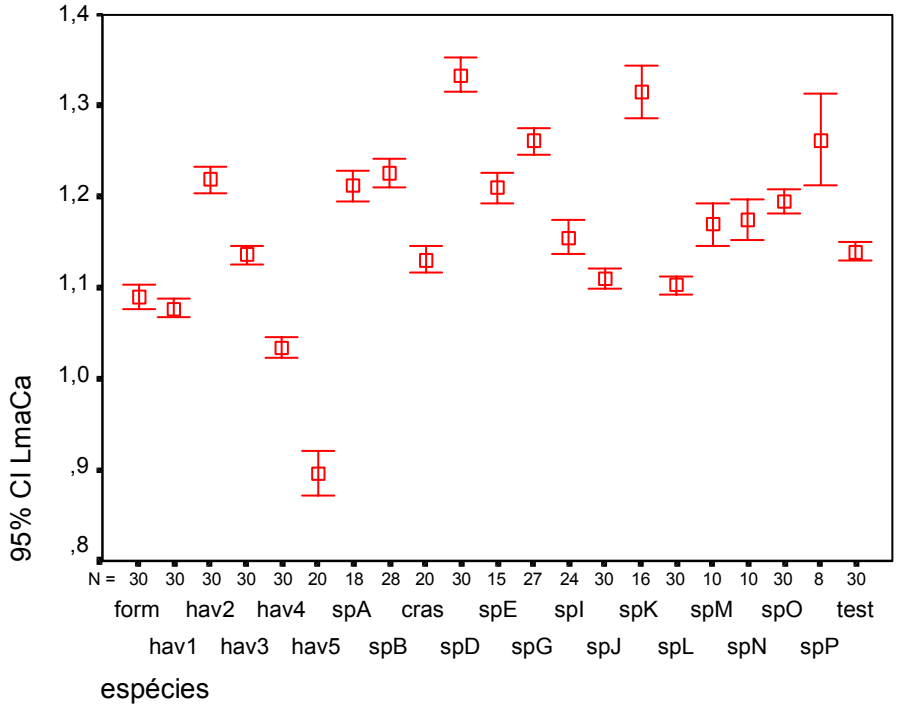


FIGURA 2.60. Diagrama de "Dice-Leraas", para a medida LmaCa, entre todas as espécies.

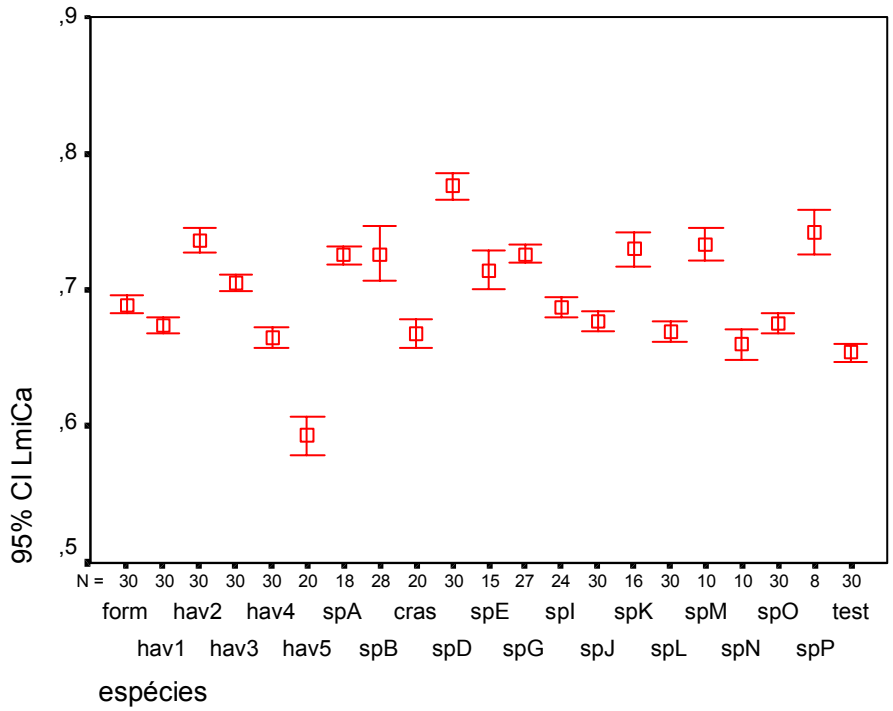


FIGURA 2.61. Diagrama de "Dice-Leraas", para a medida LmiCa, entre todas as espécies.

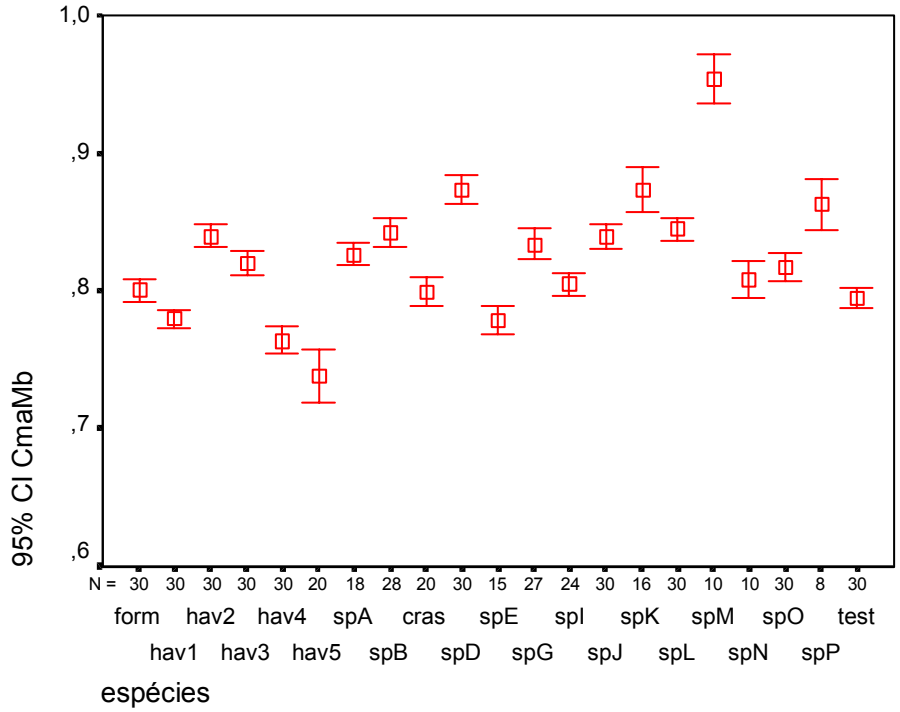


FIGURA 2.62. Diagrama de "Dice-Leraas", para a medida CmaMb, entre todas as espécies.

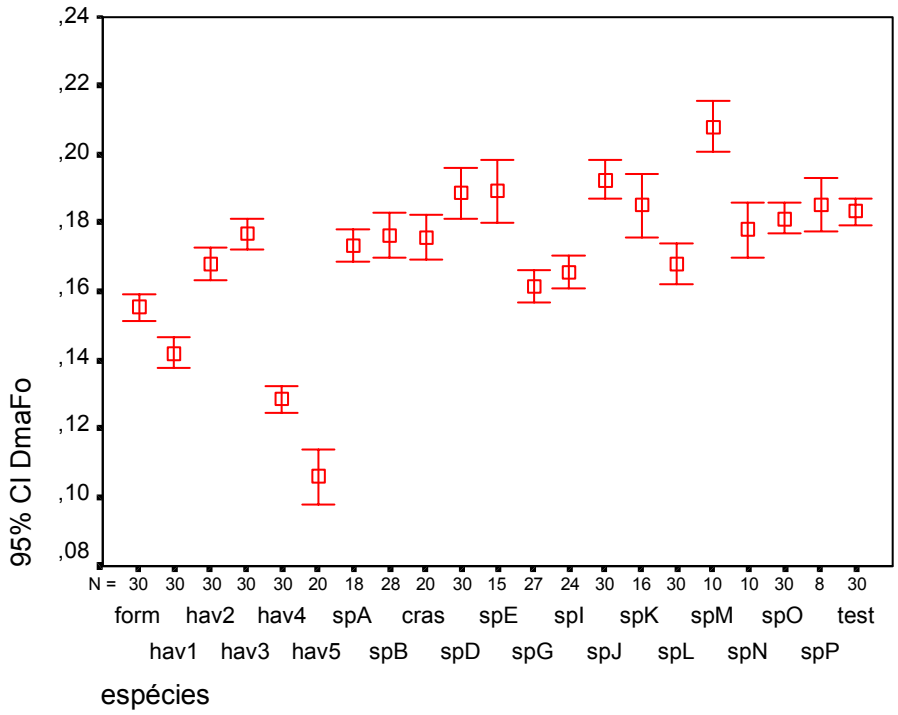


FIGURA 2.63. Diagrama de "Dice-Leraas", para a medida DmaFo, entre todas as espécies.

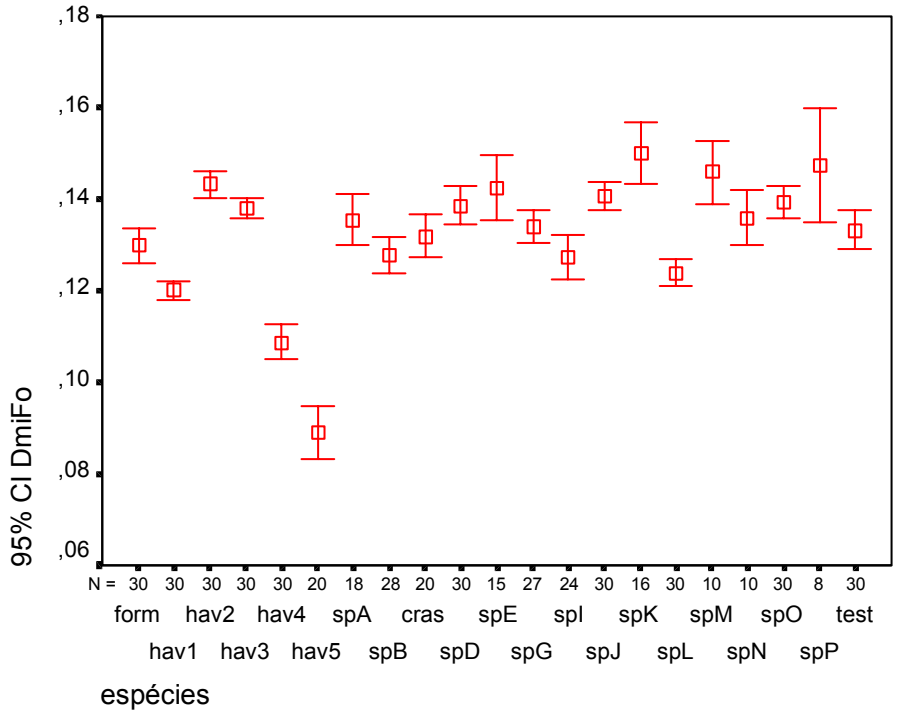


FIGURA 2.64. Diagrama de "Dice-Leraas", para a medida DmiFo, entre todas as espécies.

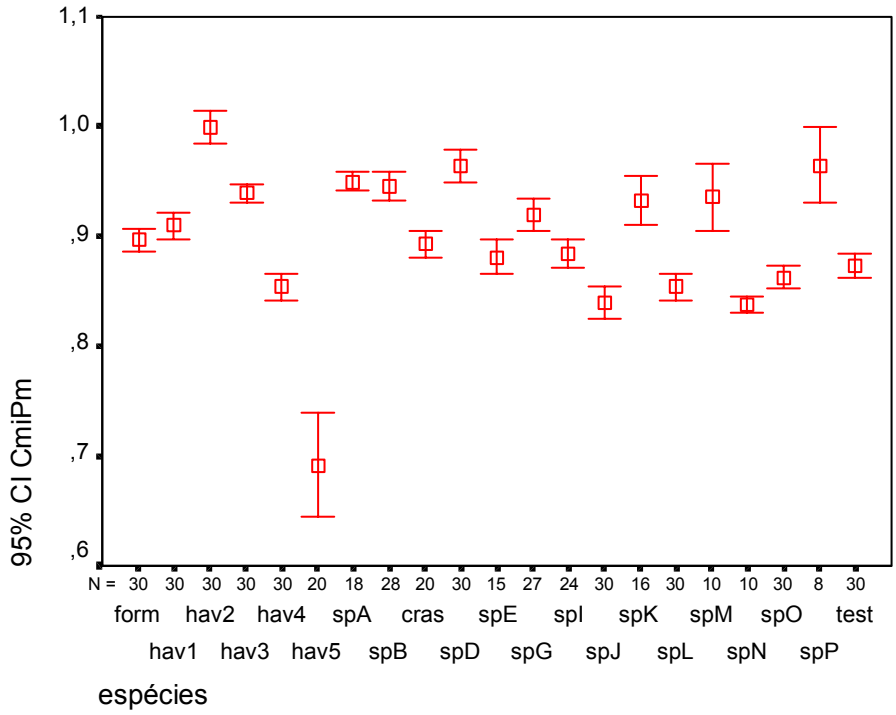


FIGURA 2.65. Diagrama de "Dice-Leraas", para a medida CmiPm, entre todas as espécies.

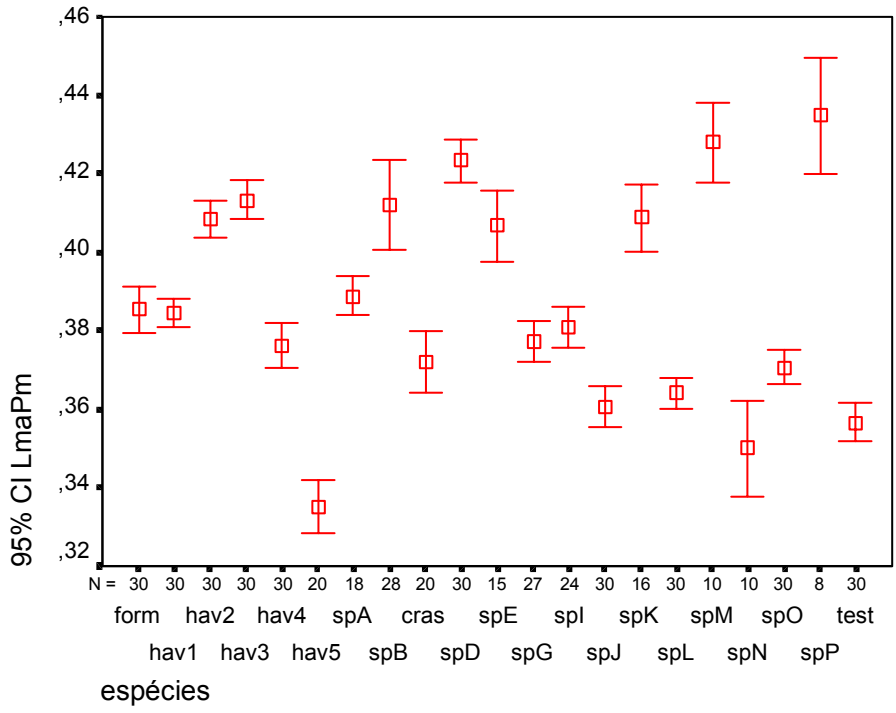


FIGURA 2.66. Diagrama de "Dice-Leraas", para a medida LmaPm, entre todas as espécies.

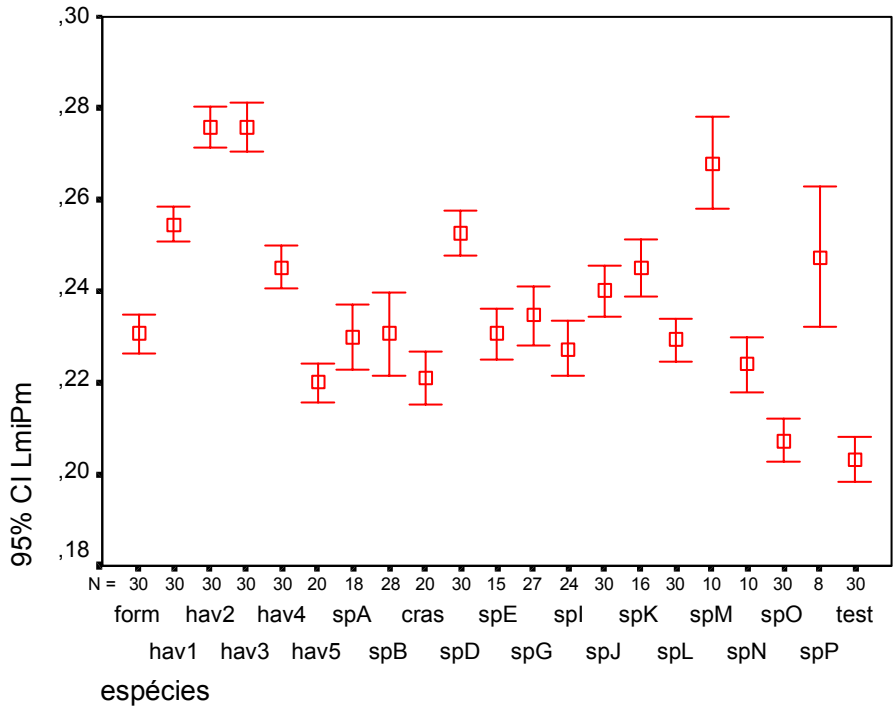


FIGURA 2.67. Diagrama de "Dice-Leraas", para a medida LmiPm, entre todas as espécies.

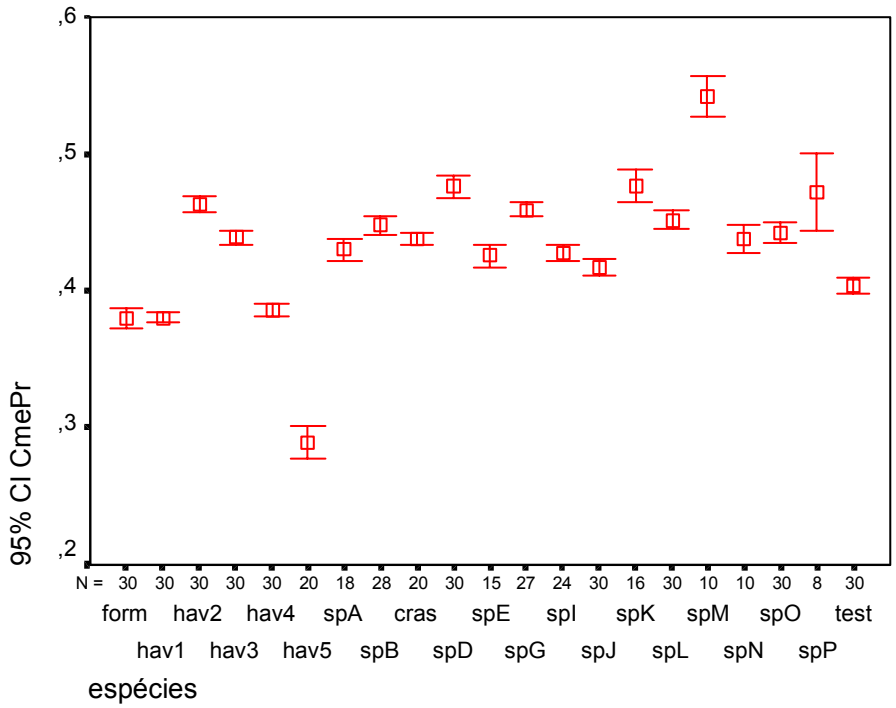


FIGURA 2.68. Diagrama de "Dice-Leraas", para a medida CmePr, entre todas as espécies.

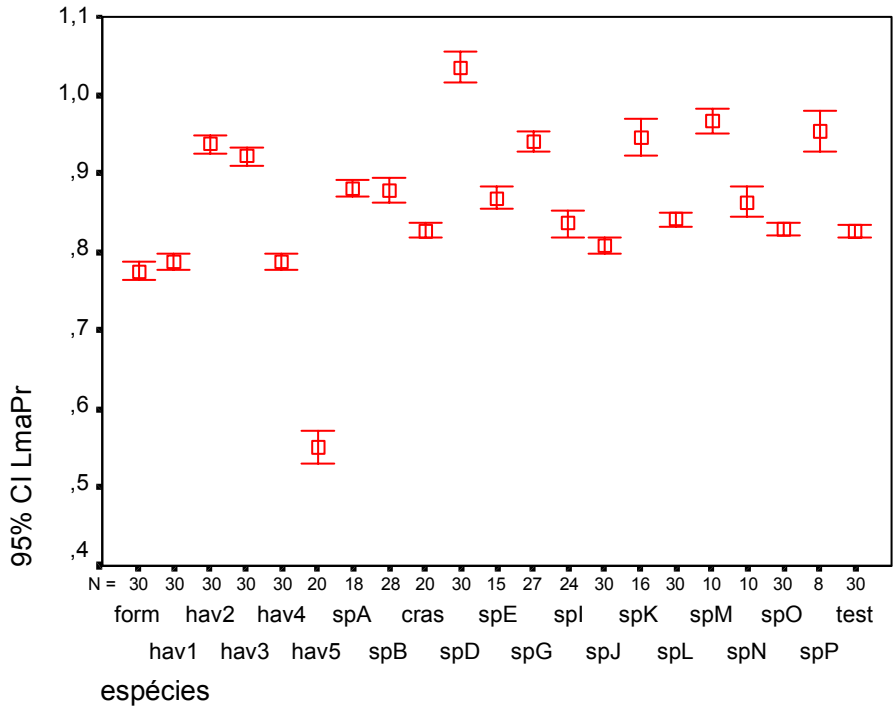


FIGURA 2.69. Diagrama de "Dice-Leraas", para a medida LmaPr, entre todas as espécies.

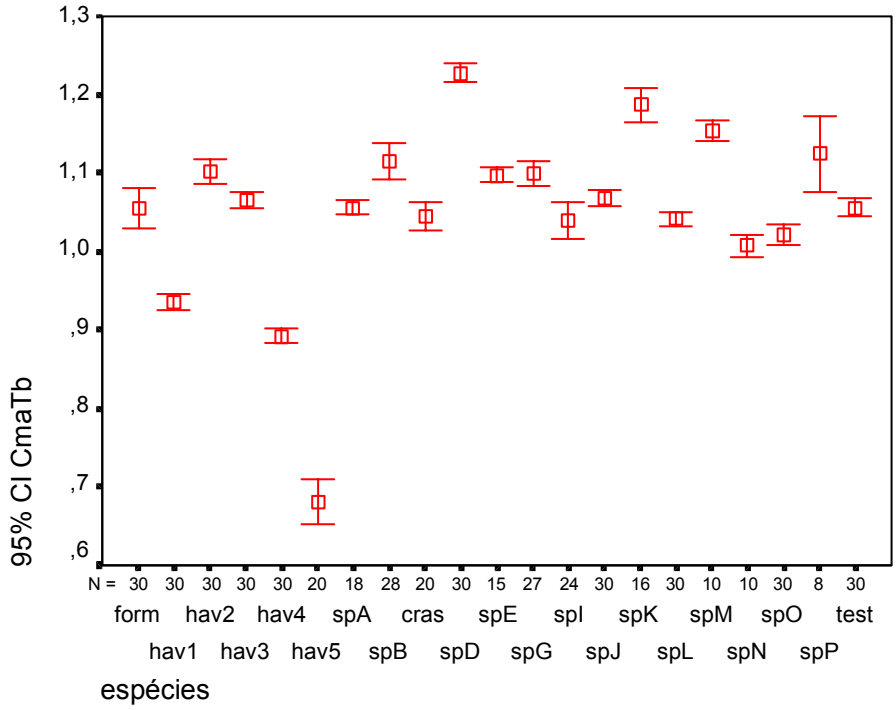


FIGURA 2.70. Diagrama de "Dice-Leraas", para a medida CmaTb, entre todas as espécies.

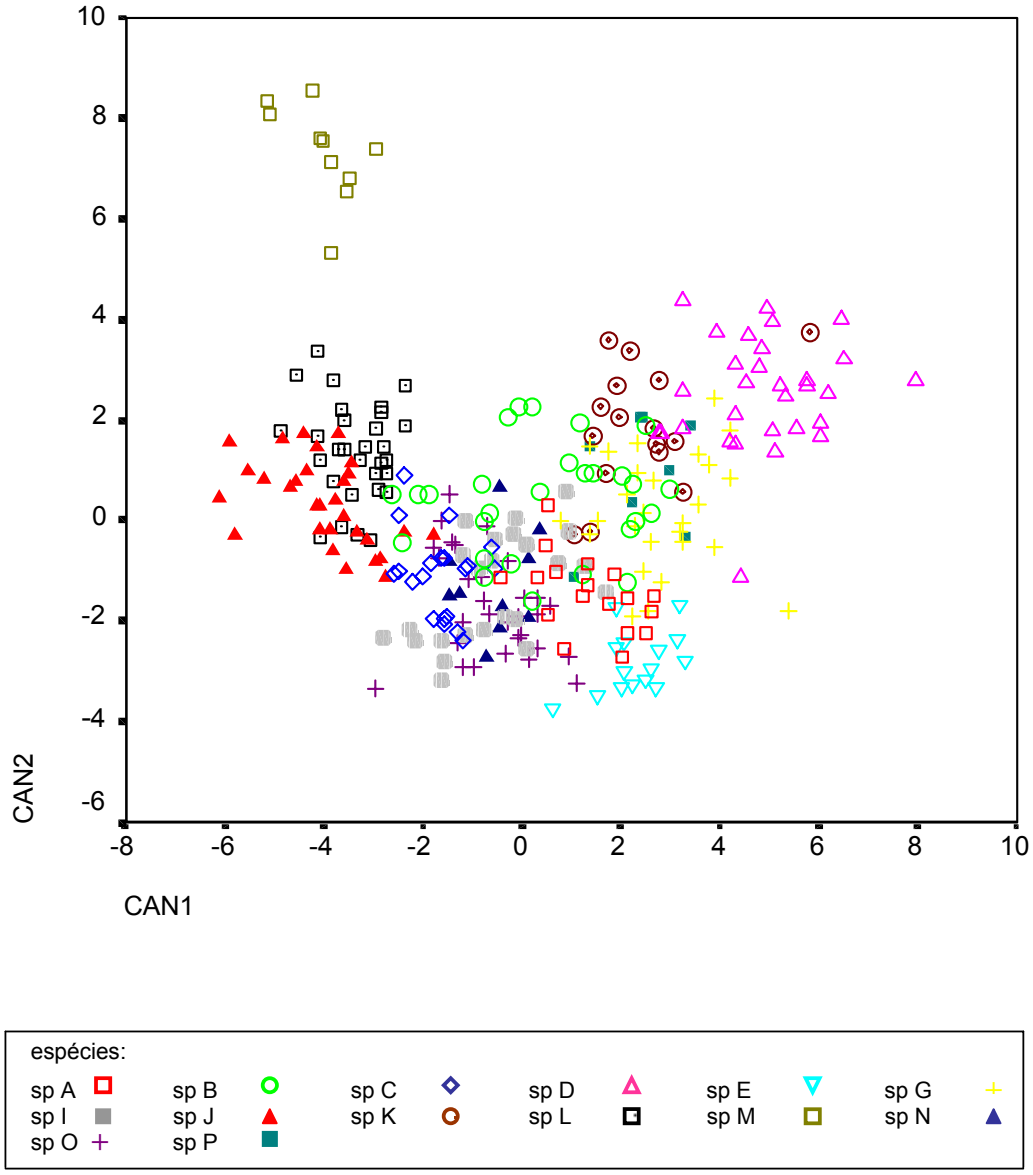


FIGURA 2.71. Análise canônica discriminante de todas as espécies estudadas, exceto as populações de *C. havilandi* e *C. formosanus*.

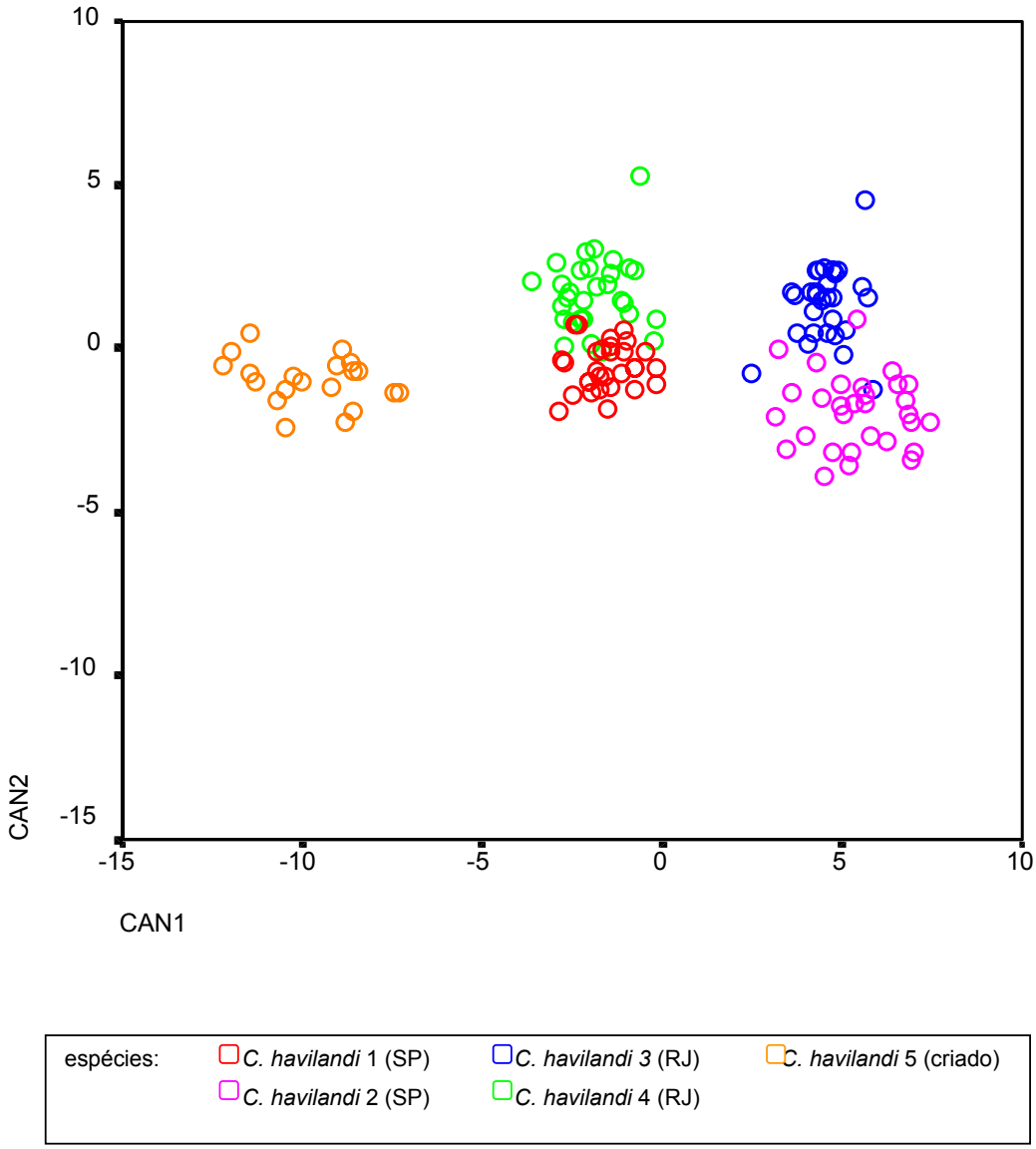


FIGURA 2.72. Análise canônica discriminante de cinco populações de *C. havilandi*. (*C. havilandi*-1: São Paulo, SP; *C. havilandi*-2: Salesópolis, SP; *C. havilandi*-3 e *C. havilandi*-4: Rio de Janeiro, RJ; *C. havilandi*-5: criada em laboratório)

3. BIOLOGIA DE COLÔNIAS INICIAIS DE *COPTOTERMES HAVILANDI*

Publicação:

FERRAZ, M.V. & CANCELLO, E.M. 1998-1999. Developmental biology of incipient colonies of *Coptotermes havilandi* (Isoptera: Rhinotermitidae) using different substrates under laboratory conditions. **In:** International Congress of IUSSI, 13º. **Proceedings**. Adelaide, Austrália. p. 161.

RESUMO

Coptotermes havilandi, espécie originária do sudeste da Ásia, foi introduzida no Brasil no início deste século e hoje é a principal praga de madeira do sudeste brasileiro. Apesar de estar há tempos bem estabelecida no Brasil, muito pouco se conhece sobre a sua biologia. Até que ponto a fundação de colônias nesta espécie, conhecida como "cupim de solo" ou "cupim subterrâneo" estaria dependente do solo? Quais seriam os requisitos necessários para seu estabelecimento? Para responder a estas questões, estudei, a partir de alados coletados em revoadas, alguns aspectos importantes da biologia de colônias iniciais, tais como: escolha do substrato de nidificação; taxa de sobrevivência das colônias; tempo de pré-postura; número, viabilidade e período de incubação dos ovos; número, viabilidade e tempo de duração dos ínstares dos operários; tempo para o aparecimento e porcentagem da casta dos soldados, além de algumas observações comportamentais. O sucesso no estabelecimento das colônias, nos diferentes tipos de substratos utilizados, inclusive nos que aparentam ser pouco propícios, como areia e papel-filtro, evidenciam a grande plasticidade dessa espécie para a formação de novas colônias.

3.1 INTRODUÇÃO

Coptotermes havilandi é uma espécie que causa enormes prejuízos em áreas urbanas, sendo responsável por cerca de 70% dos ataques em edificações, no sudeste brasileiro. No intuito de atacar a madeira, ela é conhecida por atingir, tanto materiais

celulósicos, como diferentes tipos de madeira utilizada em construções, postes, árvores, plantações e livros, quanto materiais não celulósicos, como couro, tecidos, plásticos, borracha, concreto, pisos, revestimentos de parede, produtos armazenados em geral e até mesmo o revestimento de cabos elétricos (LELIS 1978; 1994; SU *et al.* 1997) (FIGS. 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15). Nos danos causados em cabos telefônicos, os cupins não se alimentam do plástico que reveste o fio, mas os soldados atacam os cabos confundindo-os com inimigos. As vibrações nos cabos podem ser a razão do ataque, pois é sabido que os cupins reagem a elas (NAKANO & JOSÉ 1995).

Entre as diversas condições urbanísticas que favorecem o ataque dos cupins, a falta de medidas preventivas e o uso incorreto de madeiramento nas construções, aliados à grande complexidade do meio urbano, são as de maior importância (LELIS & LOPEZ 1993). No Brasil, não se tem o costume de utilizar madeiramento tratado para as construções. Além disso, é costume o descarte do entulho das construções (que contém muitos restos de madeira), nos "caixões perdidos", espaços vazios situados nos vãos existentes entre os andares das edificações, onde, aliás, *C. havilandi* costuma nidificar no SE do Brasil. Manejo incorreto da arborização urbana nas vias públicas, nas cidades de São Paulo e do Rio de Janeiro, também favorecem o ataque de microorganismos e de cupins.

Características comportamentais dos cupins também propiciam a infestação. Em sua grande maioria, eles apresentam fototropismo negativo (exceto nas revoadas) e estão escondidos ou fugindo da luz. Além disso, uma única colônia pode constituir-se de apenas um ninho ou de muitos ninhos subsidiários interconectados e conter milhões de indivíduos (TAMASHIRO *et al.* 1980). Em área urbana, por exemplo, eu observei uma colônia de *C. havilandi* se estendendo através de muitos andares de um edifício, usando, como "estradas" de passagem, os espaços vazios do sistema hidráulico que, além de servirem para esse fim, servem também para manter a temperatura e a umidade necessárias à sua sobrevivência. Túneis de forrageamento também podem ser construídos sem apoio contínuo com o substrato, possibilitando o alcance de locais que não se encontram em contato (FIG. 5.3). *C. formosanus* já foi observado alastrando-se através do solo que fica sob o concreto e o asfalto, atingindo áreas de 162 a 3.571 m^2 por colônia (SU & SCHEFFRAHN 1988), ou seja, o ninho de onde se originam os cupins que estão infestando uma edificação em particular, pode estar muito distante, sendo, muitas vezes, quase impossível sua localização (LI *et al.*

1976). Além disso, existe também a possibilidade da ocorrência de reprodutores secundários. Muitas vezes, falhas nas intervenções de controle, são conseqüência do desconhecimento das características destas espécies ou mesmo de uma certa negligência quanto à sua importância (LELIS 1994).

As espécies do gênero *Coptotermes*, como um todo, são popularmente conhecidas como "cupins de solo" ou "cupins subterrâneos". Até bem pouco tempo, acreditava-se que estes cupins só obtinham sucesso na formação de ninhos, quando estes apresentavam algum tipo de contato com o solo. Atualmente, têm-se registros de alguns casos de infestações, conhecidas como "aéreas", onde acredita-se que não exista nenhum tipo de contato do ninho, com o solo. No sudeste do Brasil, por exemplo, *Coptotermes havilandi* geralmente nidifica nos "caixões perdidos" das edificações, sem contato com o solo (CANCELLO & PONTE 1991; LELIS 1995). Nos Estados Unidos, SU *et al*. (1989; 1990) observaram o mesmo tipo de comportamento entre os *C. formosanus*.

Até 1985, o controle químico de cupins teve sucesso com o uso de pesticidas fortes. Entretanto, devido à sua toxicidade inespecífica, à "formação de resistência" por parte dos insetos e à crescente preocupação com a contaminação ambiental e com as ameaças à saúde humana, pela sua acumulação na cadeia alimentar, esses inseticidas, além de se tornarem obsoletos, ficaram proibidos. Isto fomentou pesquisas por materiais e técnicas de manejo alternativos. Várias técnicas de controle alternativo já foram desenvolvidas para muitas pragas. Para os cupins, entretanto, o estudo encontra-se defasado. Uma extensa revisão sobre o assunto foi realizada por LOGAN *et al.* (1990) e MARTIUS (1998). Mudanças de ênfase nas pesquisas, necessitam de informação muito mais refinada na biologia das espécies de cupins (NUTTING & JONES 1990).

Em dois anos de pesquisas, pude estudar diversos aspectos da biologia de *C. havilandi*, tais como: escolha do substrato de nidificação; taxa de sobrevivência das colônias; tempo de pré-postura; número, viabilidade e período de incubação dos ovos; número, viabilidade e tempo de duração dos ínstares dos operários; tempo para o aparecimento e porcentagem da casta dos soldados, além de observações comportamentais. Alguns resultados estão publicados em FERRAZ & CANCELLO (1998-1999).

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

As colônias de criação foram estabelecidas no Laboratório de Criação de Isoptera do MZUSP, que possui uma sala climatizada. Nesta sala, mantive a temperatura do ar em cerca de 27 ^{o}C ($\pm$ 1 ^{o}C) e a umidade relativa do ar em cerca de 85-90% ($\pm$ 5%). É importante frisar que estas condições são similares às condições que encontrei nos "caixões perdidos" das edificações, onde *C. havilandi* geralmente estabelece suas colônias, no sudeste brasileiro. Os "caixões perdidos" são locais onde as variações das condições ambientais, tais como temperatura e umidade, são amenizadas ou mais ou menos estabilizadas no interior destas estruturas, o que pode favorecer o estabelecimento de ninhos em regiões com climas que normalmente não seriam propícios.

As colônias foram montadas em placas de Petri de 9,0 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura. Para evitar a contaminação por fungos e outros microorganismos, as placas foram previamente esterilizadas por fervura e os substratos, autoclavados na "Divisão de Madeiras" do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (SP) sob os cuidados do Dr. Antônio Tadeu de Lelis.

Utilizei sete diferentes tipos de substratos isolados: serragem, areia, vermiculita, papel-filtro, serragem+ágar, areia+ágar e vermiculita+ágar. Além destes, fiz outra série de experimentos, onde utilizei quatro tipos de substratos (serragem, vermiculita, papel-filtro e areia) conjuntamente em cada placa, cada um ocupando ¼ da área da placa (FIG. 3.16). O objetivo deste experimento foi verificar se existe algum tipo de preferência do par real, por algum desses tipos de substratos, quando disponíveis ao mesmo tempo, em relação à fundação de novas colônias. Para cada um dos 8 tipos de substrato acima especificados, fiz 25 réplicas, totalizando 200 amostras. Utilizando o substrato de serragem, fiz ainda uma outra série de 25 placas, onde os casais de reprodutores foram colocados nas placas de criação, no mesmo dia da revoada, ainda com as asas. Os substratos foram utilizados de acordo com as medidas especificadas a seguir.

- serragem: 20 ml de serragem de *Pinus sp.* + 10 ml de água.
- serragem[#]: Idem ao substrato de serragem, mas onde os reprodutores foram colocados nas placas de criação ainda com asas.
- areia: 20 ml de areia lavada + 10 ml de água.
- vermiculita: 20 ml de vermiculita em flocos (Vermifloc® tipo 34) + 10 ml de água.
- papel-filtro: um disco de papel-filtro "Whatman" (9,0 cm de diâmetro) + 0,5 ml de água, seguido da adição periódica de água, de forma a manter o papel sempre visivelmente úmido.
- quatro substratos combinados: 5 ml de cada substrato (serragem, vermiculita, papel-filtro e areia) + 10 ml de água.
- serragem + ágar: 15 ml de serragem de *Pinus sp.* misturada com 50 ml da solução de ágar*.
- areia + ágar: 20 ml de areia lavada misturada com 50 ml da solução de ágar*.
- vermiculita + ágar: 15 ml de vermiculita em flocos (Vermifloc® tipo 34) misturada com 50 ml da solução de ágar*.

*solução de ágar (a 12%): Dissolvi 60 ml de ágar-ágar em pó, em 500 ml de água, mexendo bem até dissolver todos os grânulos. Levei ao fogo e deixei ferver, mexendo sempre. Após a fervura, despejei o meio nas placas.

Sobre os substratos, adicionei um bloco de *Pinus sp.* de 1,0 X 1,0 X 0,2 cm, que serviu como fonte alimentar. Exceção foi feita nos experimentos com serragem e com papel-filtro, onde o próprio substrato serviu de alimento. Para facilitar o estabelecimento dos reprodutores fiz, com o auxílio de uma pinça, pequenas depressões no substrato, junto à borda da placa, sobre as quais foi colocada a placa de *Pinus sp*. Nos substratos combinados com ágar, fiz a depressão colocando um pedaço de massa de modelar, grudado na borda da placa antes de despejar a solução de ágar quente. Após o resfriamento e conseqüente endurecimento da solução (± 15 minutos), o pedaço de massa foi retirado, resultando em uma pequena câmara, sobre a qual coloquei a placa de *Pinus sp.* Nas placas com o papel-filtro, rasguei um pequeno pedaço (0,5 cm^2) na borda do disco de papel, para permitir que os alados se introduzissem sob o disco.

As colônias foram iniciadas a partir de casais de alados, coletados em revoadas. Após a identificação e separação por sexo (FIGS. 2.23, 2.46), estes foram

deixados por 24 horas em potes de plástico, contendo papel-toalha úmido. Este procedimento favorece que os indivíduos mais fracos e/ou deficientes ou que sofreram alguma injúria durante a coleta, morram antes, sendo selecionados apenas os indivíduos mais saudáveis para serem usados no experimento. Além disso, a permanência no papel-toalha úmido por algum tempo induz à retirada das asas por eles próprios, evitando-se o estresse causado pela retirada das asas manualmente. Esta técnica já foi previamente utilizada por HIGA & BESS (1974) com *C. formosanus*. Quando ocorria de algum animal não retirar as asas por conta própria, fiz a retirada das asas manualmente. O processo consiste em segurar delicadamente, entre o polegar e o indicador da mão esquerda, cada indivíduo pelas suas três pernas esquerdas e, com o auxílio de uma pinça, pegar seus dois pares de asas e "dobra-las" para cima e para frente. Este procedimento faz com que as asas se partam naturalmente na região da sutura da escama alar, sem machucar o animal.

Para o estudo da partenogênese, observei alguns grupos de fêmeas (de duas até cerca de 100) em placas contendo um disco de papel-filtro úmido.

A cada dois dias, fiz observações sobre o sucesso do estabelecimento dos casais, o comportamento e a biologia. As observações foram feitas geralmente na parte da manhã, com duração média de 1-2 horas para a observação de todas as placas. Durante este tempo, a iluminação da sala permaneceu acesa.

Paralelamente a este estudo, foram feitos acompanhamentos de inspeções em áreas urbanas, realizadas regularmente pelo Dr. Antônio Tadeu de Lelis e sua equipe do Laboratório de Entomologia da Divisão de Madeiras do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (SP) e pelo biólogo Marcelo Turra Ponte, dono de uma empresa de descupinização. Nestes acompanhamentos foram feitas observações *in loco* do ataque nas edificações.

Segui aqui a terminologia de THORNE (1996), geralmente adotada por diversos autores, onde os indivíduos do 1º e 2º ínstar são chamados de “larva” e os indivíduos do 3º ínstar em diante são chamados de operários.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.2.1 Comportamento pós-revoada

No presente estudo, observações sobre o comportamento pós-revoada dos reprodutores de *C. havilandi*, parecem ser bem semelhantes às citadas no trabalho de NUTTING (1969). Após a revoada, observei que os alados caem ao solo e, enquanto as fêmeas fazem uma procura nervosa peculiar, andando aparentemente sem orientação, os machos iniciam a procura de um par para o acasalamento. A retirada das asas pode ocorrer antes ou depois do encontro dos pares. No pareamento (ou "tanden"), que geralmente ocorre entre indivíduos de sexo diferente e, algumas vezes, também entre indivíduos do mesmo sexo, o macho segue a fêmea bem de perto, encostando suas antenas e peças bucais no final posterior do abdome dela. Durante o pareamento, os casais saem à procura de um local apropriado para fundar o ninho. Se eles não encontrarem um local com umidade apropriada, morrem em algumas horas. Nos *C. havilandi* não foi observado o comportamento de "calling" (levantamento do abdome das fêmeas), descrito por STUART (1969).

Após a coleta, os casais colocados nas placas de criação começaram imediatamente a caminhar, em "tanden", à procura de um local favorável para fundar a colônia. Toda depressão encontrada no substrato foi por eles inspecionada. Com raras exceções, a escolha de um local apropriado, foi completada ao final de 24 horas. Essa escolha de uma área, em particular, não obedeceu a nenhum padrão regular visível. A observação do comportamento do casal, foi possível através do vidro da borda e também do fundo da placa.

No local escolhido, observei que os reprodutores passam um bom tempo fazendo "grooming" entre si. Deu-se início, então, à construção da "câmara nupcial" (FIG. 3.17), que consiste no alargamento do espaço escolhido em até um diâmetro médio de 1-2 cm^2 e forma mais ou menos circular ou ovalada. Aos poucos, a superfície interna da câmara vai sendo modificada através da deposição de material celulósico e/ou outro substrato disponível, mastigado e regurgitado. Esse material, misturado à saliva, pode ser ou não misturado às fezes, resultando em uma pasta que serve como revestimento interno da câmara.

Durante esse período inicial, ambos, macho e fêmea, são ativos. Eles mesmos cuidam do ninho e dos primeiros jovens. Nesse período, ocorreu a mutilação antenal

em ambos os sexos. A antena em quase todos os casos ficou reduzida a cerca de 1/3 de seu tamanho original, podendo um dos pares da antena estar mais ou menos mutilado que o de seu par correspondente. Este comportamento ocorreu em todos os pares utilizados nos experimentos.

A cópula provavelmente ocorre a certos intervalos durante a vida dos cupins (HIGA 1981). A freqüência com que as cópulas ocorrem, depende da duração do tempo de vida do esperma, na fêmea. Entretanto, conhece-se pouco sobre este assunto no caso dos cupins. Apenas por duas vezes, nas colônias mantidas em serragem, com menos de seis meses de idade, observei a cópula. O par permaneceu praticamente imóvel por vários minutos, em direções opostas e com a ponta dos abdomes em contato.

Paralelamente à construção da câmara, deu-se início à postura de cerca de um a dois (às vezes três) ovos por dia. Os ovos foram geralmente colocados junto à superfície do vidro que fica no fundo das placas, onde se encontra a câmara.

Neste estágio da colônia, os reprodutores freqüentemente fazem o "grooming" e mudam os ovos de posição na câmara. Este comportamento é feito com o auxílio das maxilas e dos palpos; as mandíbulas não são usadas. Os ovos ficam geralmente agrupados (FIG. 3.19), o que dificulta bastante sua contagem quando o número é alto. A fêmea pode ovipor em qualquer lugar da câmara, ficando o ovo separado do grupo dos ovos até que um dos reprodutores ou um dos operários venha pegá-lo e juntá-lo aos outros. Algumas poucas vezes, os ovos permaneceram isolados. Isto geralmente aconteceu em colônias pouco saudáveis.

Ovos recém postos são pequenos, ligeiramente reniformes, de cor amarelo-claro translúcido e bem lisos. São constantemente "groomed" pelos reprodutores e, durante a maturação, tornam-se maiores, mais inchados, oblongos, com a superfície não tão lisa e com coloração mais opaca e esbranquiçada. Poucos dias antes da eclosão, já se podem ver alguns segmentos do corpo do embrião. Da época da postura até pouco antes da eclosão, observei que o ovo cresce até 80% do seu tamanho inicial (FIG. 3.20).

Na época da emergência, observei que os reprodutores auxiliam na eclosão dos ovos. Após o rompimento do córion, um dos reprodutores segura, com as maxilas e palpos, o ovo por um lado, enquanto que o outro reprodutor segura a

"larva" pelo lado oposto, puxando em direções opostas, por vários minutos, até que a "larva" tenha saído completamente do ovo. Os reprodutores comem então o córion e iniciam o "grooming" na "larva" recém eclodida. Este comportamento é intensivo nos primeiros minutos e, conforme a "larva" começa a se mexer, fazem o "grooming" apenas de tempos em tempos. O comportamento de "grooming" é de vital importância para os recém-emergidos pois, no caso de ovos abandonados, as "larvas" até conseguem emergir (às vezes parcialmente, às vezes completamente) por conta própria, mas em pouco tempo morrem. Isto, provavelmente, é conseqüência da umidade que envolve o inseto, que parece tolher seus movimentos e/ou obstruir seus espiráculos. Os reprodutores também realizam o comportamento de "grooming" entre si, freqüentemente.

Nos primeiros estágios de desenvolvimento, as "larvas" são facilmente diferenciadas umas das outras. "Larvas" recém-eclodidas apresentaram um comportamento característico que vai, do totalmente parado, ao muito lento. Elas geralmente ficam completamente imóveis, durante os primeiros minutos após a eclosão e movimentam-se muito pouco, nas 48 horas seguidas, com movimentos rápidos apenas, quando tocadas por outros indivíduos da colônia. Apenas no segundo ou terceiro dia após a emergência, começam a movimentar-se um pouco mais. As "larvas" de 1º ínstar (FIG. 3.21) são bem pequenas e de coloração totalmente branca translúcida. Possuem antenas com 10 artículos e aparentemente não tomam parte em nenhuma atividade da colônia. Observei que os reprodutores e operários de 3º ínstar, ou mais velhos, fazem a trofalaxia bucal e anal, além do "grooming" nas "larvas" de 1º ínstar. Na trofalaxia bucal, um indivíduo mais velho chega perto de uma "larva" jovem com uma pequena "massa" de alimento nas maxilas e passa para ela. Na trofalaxia anal é a "larva" que se aproxima da região posterior do abdome do indivíduo mais velho e toca esta região com as antenas e peças bucais. O indivíduo mais velho solta então uma gota da substância intestinal, que é ingerida pela "larva".

"Larvas" de 2º ínstar (FIG. 3.21) são identificadas por um aumento significativo do tamanho da cabeça e de um artículo antenal (11 artículos). Foi possível observar uma pequena esclerotização da mandíbula, através do clípeo translúcido. Neste estágio, já se movimentam mais dentro da câmara, apesar de ainda andarem bem mais lentamente em relação aos indivíduos de 3º ínstar. Assim como as

"larvas" de 1º ínstar, são alimentadas por trofalaxia bucal e anal e "groomed" pelos reprodutores e operários de 3º ínstar ou mais velhos.

Funcionalmente, indivíduos do 3º e de ínstares subseqüentes, são considerados operários verdadeiros. Operários de 3º ínstar (FIG. 3.21) caracterizam-se por um maior aumento da cabeça que, agora, começa a ficar mais esclerotizada, e pela antena com 12 artículos. São muito rápidos e, neste estágio, começam a participar de todas as atividades da colônia. Mudam os ovos de lugar, ajudam na emergência dos mais novos e fazem trofalaxia e "grooming" entre si, com os reprodutores e com irmãos mais novos e mais velhos. Até o aparecimento de operários do 3º ínstar, a câmara de criação ficou isolada do exterior. Eles são os primeiros indivíduos a saírem da câmara de criação, forrageando ao longo de toda a placa e fazendo a construção e manutenção. Nesta época, também é iniciada a construção de túneis subterrâneos ou epígeos (ao longo da tampa da placa) a partir da câmara de criação, que abrangem toda a extensão da placa, geralmente ao longo de suas bordas, fato também observado por KING & SPINK (1974; 1975) para *C. formosanus*. A taxa de crescimento dos túneis, em colônias de serragem e de vermiculita, foi de cerca de 0,5 a 1,5 cm/semana, mas depende muito do número de indivíduos presentes. Colônias mantidas em areia, apresentam galerias muito pequenas. Os operários das colônias de papel-filtro não constroem galerias, dado que aquelas não apresentam substrato disponível para tal.

Assim como os reprodutores, os operários de 3º ínstar comem os córions e as exúvias, por época da emergência e das mudas de seus irmãos mais novos. Neste estágio, podem ser vistos alimentando-se diretamente do substrato. Quando morre algum indivíduo, este também é rapidamente canibalizado por eles. Algumas vezes, pude observar restos do corpo de operários mortos, entre as mandíbulas destes operários de 3º ínstar. Em uma das placas de serragem, com sete meses de vida, também observei que, quando ocorreu a morte do segundo reprodutor (fêmea) dentro da câmara de criação (o macho já havia morrido fora da câmara e foi retirado da placa), operários de 3º ínstar isolaram o reprodutor morto dentro da câmara, construindo uma barreira feita com substrato regurgitado, e continuaram a viver por conta própria, por mais oito meses.

Operários de 4º ínstar apresentam antena com 13 artículos e cabeça bem grande, robusta, e bastante esclerotizada. Não observei diferenças comportamentais, entre indivíduos do 3º e do 4º ínstar.

Para estudar a longevidade, tentei fazer uma marcação individual, com uma micro gota de tinta esmalte, no tórax de operários de 3º ínstar, conforme eles iam saindo das câmaras para forragear na placa. Este procedimento, entretanto, não foi eficaz, pois os outros operários de 3º ínstar comeram a tinta. ROISIN (comunicação pessoal) e KING & SPINK (1974), entretanto, conseguiram marcar outras espécies de cupins, com tinta deste tipo. Provavelmente, diferentes espécies de cupins reagem de forma diferente a substâncias estranhas na cutícula. *C. havilandi*, por exemplo, é bem conhecido pela sua grande voracidade, sendo capaz de ingerir materiais não celulósicos. Dados obtidos por HIGA (1981), para *C. formosanus,* indicam que a longevidade de operários pode durar mais do que dois anos. VAN ZWALUWENBURG (1934) observou que operários e soldados de *C. formosanus* podem viver até três anos.

Ao manusear as placas, era comum observar o comportamento de alerta entre os reprodutores, cujo corpo tremia. Com o nascimento dos operários e aparecimento dos soldados, os reprodutores deixaram de ter este comportamento, que passou a ser exclusivamente daqueles.

Pré-soldados (FIG. 3.22) são completamente brancos; o aparelho bucal é mais curto que o dos soldados, pouco definido, e permanece imóvel, sem função. A cabeça e as mandíbulas ficam cobertas por um tecido membranoso. Não são agressivos, não participam de nenhuma função na colônia e não foram vistos alimentando-se.

Soldados (FIG. 3.22) caracterizam-se por apresentar antenas com 12 artículos e uma cabeça ovalada bem esclerotizada, de coloração amarela, com a abertura da fontanela grande e com as mandíbulas bem definidas, escuras e lisas. Participam da defesa da colônia e são os primeiros a sair das câmaras, quando a placa é aberta, tremendo a cabeça em movimentos rápidos, característicos, e expelindo uma grande gota de um líquido branco de sua fontanela. MOORE (1968; 1969) analisou esta substância para *C. lacteus* FROGGATT, na Austrália, e constatou que ela é uma suspensão de material lipídico em uma solução aquosa de mucopolissacarídeos com base em unidades de glucosamina e glucose. A secreção seca rapidamente formando

um filme transparente e flexível sobre um inseto que o atacou, deixando-o mais ou menos imóvel (NICKLE & COLLINS 1992). Entretanto, esta mistura parece ser não tóxica para os artrópodes. Após alguns instantes, quando "percebem" não haver mais perigo, raspam as mandíbulas no substrato, para limpar a secreção exsudada que escorreu pelas mandíbulas. Soldados não se alimentam diretamente do substrato, entretanto não os observei sendo alimentados por outros indivíduos da colônia.

Não constatei nenhum crescimento no tamanho do abdome da fêmea durante os dois primeiros anos de desenvolvimento. HIGA (1981) também observou que os abdomes das fêmeas de *C. formosanus* não cresceram até o segundo ano de vida.

Não observei a ocorrência de ninfas em nenhuma das colônias. Para a maioria dos autores, o desenvolvimento das ninfas, nos cupins, ocorre apenas quando a colônia atingiu um determinado tamanho. LI *et al.* (1994) observaram que colônias de *C. formosanus*, na China, demoram cerca de oito anos para produzir os primeiros alados.

3.2.2 Escolha do substrato de nidificação (FIG. 3.1)

Como já era previsto, entre os quatro tipos de substrato utilizados neste experimento (serragem, vermiculita, papel-filtro e areia), a grande maioria (80%) dos casais de reprodutores, escolheu a serragem para fundar suas colônias. Esta escolha, entretanto, não foi feita de imediato, em todos os casos. Em 35% das placas, a preferência pela serragem se estabilizou apenas após breves tentativas de nidificação em outros substratos. Apenas 10% dos casais escolheu a vermiculita. Os substratos de papel-filtro e de areia não foram escolhidos, apesar de alguns casais terem ficado neles provisoriamente, em alguns casos. Um fato interessante ocorreu com 10% dos casais, que não nidificaram em nenhum dos quatro substratos, ficando em uma área vazia sobre a placa de Petri, entre os substratos, reproduzindo-se normalmente.

COOK & GOLD (2000) observaram que diferentes fontes de celulose (papel-filtro, bétula, pinheiro e carvalho) influenciam na estrutura das comunidades de flagelados que habitam o intestino posterior de *Reticulitermes virginicus* (Rhinotermitidae). Ao se alimentarem de papel-filtro e bétula, algumas populações de flagelados aumentaram, enquanto que outras diminuíram, alternando a dominância das comunidades. Com pinheiro, a estrutura geral das comunidades permaneceu a

mesma. Com o carvalho não houve nenhum efeito, mas as colônias tiveram alta mortalidade.

3.2.3 Taxa de sobrevivência das colônias (FIG. 3.2)

Após dois anos, apenas nas colônias mantidas em serragem, areia, vermiculita e papel-filtro havia sobreviventes. As melhores taxas de sobrevivência ocorreram nas colônias mantidas em vermiculita (56%) e em serragem (52%). Com a vermiculita, entretanto, por esta ser muito leve e se espalhar com facilidade, os reprodutores não conseguem construir uma "câmara nupcial" bem definida no fundo da placa, como ocorre nos outros substratos (FIG. 3.18). Esse fato prejudicou a observação do comportamento dos cupins e não pude acompanhar alguns aspectos da biologia, utilizando este substrato. A serragem, por outro lado, proporcionou uma ótima visibilidade de todas as etapas do desenvolvimento das colônias (FIGS. 3.17, 3.25) e mostrou oferecer boas condições para a sobrevivência e o desenvolvimento de colônias iniciais de *C. havilandi*. Nas placas com substratos de papel-filtro e de areia, apenas sobreviveram 12% das colônias iniciais.

Mesmo tendo o cuidado prévio de esterilizar as placas e autoclavar os substratos, as colônias mantidas em substratos combinados com ágar desenvolveram grande quantidade de fungos e morreram rapidamente (de 30 a 50 dias) (FIG. 3.23). Tentei contornar este problema refazendo os experimentos com a adição de 10 ml de uma solução a 10% do fungicida "Nipagin®" ao meio, que é utilizado com sucesso no Laboratório de Drosofilídeos, no Departamento de Biologia Geral, IB-USP (SP), pelo Dr. Carlos Vilela, em meios de cultura para *Drosophila*. Mas este, além de não surtir efeito no controle dos fungos, ainda acelerou a mortalidade das colônias, reduzindo a sobrevivência para apenas cerca de 15-30 dias. Outros autores, tais como SANDS (1965), estudando *Trinervitermes*, e WILLIAMS (1959), estudando *Cubitermes testaceus*, também observaram grandes perdas de colônias, por infecção de fungos em laboratório. SU (comunicação pessoal), por outro lado, nunca teve problemas de fungos no estabelecimento de colônias iniciais de *Coptotermes formosanus* em laboratório, afirmando que, enquanto as colônias estiverem saudáveis, estas não são atacadas por fungos. A pergunta que fica é: teriam as colônias ficado debilitadas e morrido, devido ao ataque dos fungos ou elas ficaram debilitadas devido a algum outro motivo qualquer e, por isto desenvolveram fungos? É preciso frisar, entretanto,

que nem todos os tipos de fungos são sempre prejudiciais para as colônias jovens. BECKER (1969) sugeriu que, na criação de cupins, se utilizassem blocos de madeira que foram atacados por fungos "basidiomycete", com hifas marrons, ou outros tipos de fungos benéficos. Ele disse que uma pequena deterioração pela ação desses fungos, aumenta o valor nutricional para os insetos. Entretanto, ele avisou que alguns fungos, como os de hifas brancas, ao invés de terem valor nutricional, produzem substâncias tóxicas, para os insetos. KING & SPINK (1974) não observaram diferenças significativas no estabelecimento de colônias iniciais de *C. formosanus*, utilizando serragem pura e serragem com ágar. LENZ & WILLIAMS (1980) relataram que a sobrevivência de cupins, em laboratório, também depende muito do tamanho do recipiente de criação: em geral, quanto menor o recipiente, maior a sobrevivência.

Curiosamente, as colônias, criadas em serragem, onde os casais de reprodutores foram colocados nas placas de criação no mesmo dia da revoada, ainda com as asas, morreram em apenas cerca de 25-30 dias. Não consegui identificar a razão desta mortalidade. Vinte e quatro horas após a montagem das placas, a maioria dos reprodutores já havia retirado suas asas espontaneamente. Apenas 28% permaneceram com as asas, as quais retirei manualmente, após este período.

Para todas as colônias, em todos os tipos de substratos, a longevidade média entre reprodutores machos e fêmeas, não mostrou diferenças significativas.

3.2.4 Tempo de pré-postura (FIG. 3.3)

Durante esses dois anos de observações, as fêmeas fizeram posturas mais ou menos contínuas, sem períodos demarcados. KING & SPINK (1974) e HIGA (1981), entretanto, observaram que *C. formosanus* apresenta períodos de postura bem demarcados. Enquanto esses autores observaram que o primeiro período de postura durou aproximadamente um ano, KING (1971) observou uma duração de cerca de 100 dias, para este período.

Entre todos os substratos, as fêmeas das colônias mantidas em papel-filtro foram as que tiveram o período de pré-postura mais curto: as primeiras posturas ocorreram cerca de quatro dias após ó início da colônia. Em serragem, o tempo de pré-postura aumentou para cerca de sete dias. O tempo mais longo ocorreu nas colônias criadas em areia, onde as posturas se iniciaram após cerca de 10 dias. Nas

colônias criadas em vermiculita, não foi possível determinar o tempo de pré-postura, devido às condições do substrato, já especificadas.

Estudos feitos com *C. formosanus* criados em serragem, mostraram resultados semelhantes. OSHIMA (1909) observou que a deposição dos ovos se inicia, de 5 a 13 dias após a revoada. KING (1971) observou um período de pré-postura médio de 8 dias, a 26 ^{o}C e de 4 dias, a 32 ^{o}C. KING & SPINK (1974) observaram um tempo de pré-postura parecido: cerca de 4-9 dias. Um ano depois, os mesmos autores encontraram cerca de 13 dias de pré-postura em colônias estudadas no campo (KING & SPINK 1975). BESS (1970) e HIGA (1981) observam que a postura teve início no 5^{o} ou 6^{o} dia após o pareamento. COSTA-LEONARDO & BARSOTTI (1998) observaram cerca de 7 a 14 dias de pré-oviposição em colônias de *C. havilandi*, mantidas em condições ambientais não controladas.

3.2.5 Período de incubação dos ovos (FIG. 3.4)

Mais uma vez, as colônias mantidas em papel-filtro foram as que mostraram o desenvolvimento mais rápido. O tempo de incubação dos ovos, nestas colônias, demorou apenas cerca de 30 dias. Nas colônias mantidas em serragem e em areia, esse tempo aumentou para cerca de 40 dias, e foi ainda mais longo, quando esses substratos foram combinados com ágar. Nas colônias mantidas em vermiculita+ágar não houve eclosão de ovos.

Resultados obtidos neste estudo estão de acordo os de diferentes autores estudando *C. formosanus*. OSHIMA (1909) observou que os ovos eclodem de 24 a 32 dias após a postura. KING & SPINK (1974) observaram um período de incubação, de cerca de 45 dias. Em 1975, os mesmos autores observaram cerca de 30 dias para colônias de campo. HIGA (1981) observou um período de incubação médio de 36 a 45 dias. A 26 ^{o}C, KING (1971) obteve um período de incubação médio, de 46 dias. A 32 ^{o}C este período ficou reduzido para cerca de 29 dias. COSTA-LEONARDO & BARSOTTI (1998), entretanto, estudando *C. havilandi*, observaram um período de incubação muito longo (cerca de 60-70 dias), talvez pela falta de manutenção de condições favoráveis, de temperatura e umidade.

Não observei a ocorrência de partenogênese em *C. havilandi*: ovos postos por fêmeas virgens, não tiveram desenvolvimento embriológico, que pode ser visível

através do córion, permanecendo este, translúcido. Após um mês, não restou mais nenhum ovo nessas placas. Estes, provavelmente, foram comidos pelas fêmeas, fato também observado por KING & SPINK (1974) e HIGA (1981) para *C. formosanus*. De acordo com NUTTING (1969), a ocorrência de partenogênese é rara entre os Rhinotermitidae. WEESNER (1956) observou uma rara ocorrência deste fenômeno em *Reticulitermes hesperus*.

3.2.6 Tempo de duração dos ínstares dos operários (FIG. 3.5)

A ocorrência de mudas, nessa espécie, pode ser identificada através de algumas evidências morfológicas, como o aumento do tamanho da cabeça, esclerotização das peças bucais e aumento de um artículo antenal além, também, de mudanças comportamentais. Como os cupins comem suas exúvias, nem sempre a evidência da ocorrência das mudas é fácil de ser determinada em animais vivos, já que eles possuem grande atividade dentro da colônia. Nesta espécie, fui capaz de identificar, com certeza, os quatro primeiros ínstares. A partir daí, a observação da ocorrência das mudas tornou-se mais difícil, necessitando-se de estudos mais aprofundados, o que não fazia parte do objetivo deste estudo. Acredito, porém, que deva haver seis ínstares, como acontece com outras espécies de *Coptotermes*, tais como *C. formosanus*, por exemplo (KING 1971; HIGA 1981).

O aumento do número de artículos das antenas, entre as mudas, geralmente ocorreu pela divisão do terceiro artículo da antena. Entretanto, observei também que, em alguns soldados que tiveram suas antenas partidas, ocorreu o brotamento de um artículo, na extremidade distal da antena.

Consegui acompanhar a duração dos ínstares apenas nas colônias criadas em substratos de serragem, de areia e de papel-filtro. Nesses três substratos, os estágios de "larva" (1º e 2º ínstares) duraram cerca de 13 dias, enquanto que o primeiro estágio de operário (3º ínstar) durou muito mais: cerca de 35 dias. O tempo de duração do 4º ínstar foi mais difícil de ser observado, pois não consegui distinguir os indivíduos deste, dos do 5º ínstar.

Estudos com *C. formosanus* mostraram tempos de duração dos ínstares, um pouco mais longos, em comparação com *C. havilandi*, e variaram bastante de acordo com cada autor. KING (1971) e KING & SPINK (1974) observaram uma média de 18

dias para a duração do 1º e 2º ínstares. O 3º e 4º ínstares tiveram uma duração média de 48-49 dias. HIGA (1981), por outro lado, observou uma duração de cerca de 10 dias para o 1º ínstar, 20 dias para o 2º e para o 3º, e 120 dias para o 4º ínstar. COSTA-LEONARDO & BARSOTTI (1998), estudando *C. havilandi*, observaram um tempo demasiado longo para o aparecimento do que elas chamaram de "primeiro operário pigmentado", ou seja, operários do 3º ínstar: 150 dias.

3.2.7 Taxa de mortalidade entre os ínstares dos operários (FIG. 3.6)

Visivelmente, a fase do primeiro ínstar é a mais crítica e quando os indivíduos se encontram mais vulneráveis. Neste ínstar, ocorreram mais de 70% das mortes em colônias criadas em serragem, areia e papel-filtro. Nos 2º, 3º e 4º ínstares, a mortalidade baixou para 7% a 11%.

3.2.8 Muda e porcentagem da casta dos soldados (FIG. 3.7)

Nas colônias estudadas, os soldados possuíam antenas com 12 artículos. Estes, derivaram de pré-soldados que se formaram, provavelmente, a partir de "larvas" do 2º ínstar. KING (1971) e HIGA (1981) também observaram o aparecimento de soldados de *C. formosanus* a partir de indivíduos de 2º ínstar. KING & SPINK (1974), entretanto, notaram que existem dois tipos de soldados: pequenos, produzidos no 1º período de oviposição, e grandes, produzidos no 2º período. Soldados de *C. havilandi* que coletei no campo, possuíam antenas com 15 artículos e o dobro do tamanho dos criados em laboratório.

Mais uma vez, as colônias mantidas em papel-filtro, mostraram um desenvolvimento mais rápido: os primeiros pré-soldados apareceram em colônias, com cerca de apenas dois meses de vida. Nas colônias criadas em vermiculita e em areia, os pré-soldados apareceram, em média, aos três e quatro meses de vida, respectivamente. Nas colônias mantidas em serragem, o tempo necessário para a muda para os primeiros pré-soldados, triplicou em relação às colônias mantidas em papel-filtro: foram necessários mais de 6 meses.

KING & SPINK (1974; 1975) observaram o aparecimento de pré-soldados de *C. formosanus*, em colônias com cerca de 107-135 dias de vida, em laboratório, e cerca de 67 dias, em colônias de campo. HIGA (1981) observou o aparecimento de

soldados de *C. formosanus*, em colônias de cerca de 85-90 dias de vida. COSTA-LEONARDO & BARSOTTI (1998) observaram o aparecimento de soldados de *C. havilandi*, apenas após cerca de 180 dias.

O tempo requerido para a muda de pré-soldados para soldados, variou de 6 a 12 dias. KING (1971) e KING & SPINK (1974; 1975) observaram que esse tempo foi de cerca de 14 dias para soldados de *C. formosanus*.

A porcentagem média de soldados, dentro das colônias estudadas, variou de 9% a 16%. A produção de soldados, nos cupins, está relacionada a uma taxa mais ou menos constante. De acordo com HAVERTY (1977), a proporção ótima de soldados, em uma espécie, aparentemente evoluiu de forma a minimizar a energia gasta na produção de um número máximo de machos e fêmeas virgens e, ao mesmo tempo, manter uma defesa adequada da colônia. O excesso no número de soldados, pode quebrar a estrutura social da colônia, porque os soldados precisam ser alimentados pelos operários. Análogos do hormônio juvenil podem causar a produção de excessos de soldados, em colônias de cupins, o que pode ser utilizado no controle de populações (HAVERTY 1979). SU & LA FAGE (1986) observaram que, em colônias de *C. formosanus*, a quantidade de alimento disponível afeta a porcentagem de soldados presentes. Na falta de alimento, eles são os primeiros a serem sacrificados. Em 1987, os mesmo autores observaram que, da mesma forma, a proporção de soldados, em grupos de operários, pode afetar a taxa de consumo de alimento. As maiores taxas de consumo ocorreram em grupos contendo 30% de soldados. Existem alguns exemplos de proporções de soldados em algumas espécies de *Coptotermes*: 10%, em colônias de *C. formosanus* (OSHIMA 1919; KING 1971; SMYTHE & MAULDIN 1972; KING & SPINK 1974; 1975; HIGA 1981); 33%, em colônias de *C. heimi* (SEN-SARMA 1974); 2,6%, em colônias de *C. lacteus* (GAY & GREAVES 1940) e 9,1%, em colônias de *C. vastator* (PANGGA 1936).

3.2.9 Número e viabilidade de indivíduos por colônia (FIG. 3.8)

No primeiro mês de estudo, a média de ovos presentes, por colônia, foi da ordem de sete a oito por semana, mas nem todos os ovos eclodiram. Após este período, as posturas foram ficando mais espaçadas.

Em dois anos de criação, as fêmeas de colônias mantidas em papel-filtro puseram, em comparação com as de outras colônias, o maior número de ovos (cerca de 120), os quais tiveram uma alta taxa de viabilidade: 76% deles eclodiram. Apesar do número de ovos postos em colônias mantidas em serragem ter sido menor (cerca de 55) do que em colônias mantidas em areia (cerca de 74), aquelas obtiveram maior viabilidade: 72% dos ovos eclodiram, contra 60% dos ovos mantidos em areia. Colônias mantidas em vermiculita também tiveram alta produção de ovos e operários, mas não foi possível fazer a contagem. Fêmeas de colônias mantidas em ágar tiveram uma baixa produção de ovos e viabilidade, devido à contaminação por fungos, logo no início do experimento.

Mesmo sob condições ambientais similares, a taxa de crescimento pode variar bastante, em diferentes colônias. KING & SPINK (1974) observaram uma média de 50 ovos, em colônias iniciais de *C. formosanus* com cerca de dois anos de idade. HIGA (1981) observou cerca de 90-195 ovos postos, neste período. BESS (1970), por outro lado, observou que, nas suas melhores colônias, o número médio de indivíduos no primeiro ano de desenvolvimento, foi de 40. Ele não mencionou o número de ovos postos. KING (1971) observou um número médio de 25 indivíduos de *C. formosanus*, no primeiro ano.

Apesar da boa produtividade e viabilidade de ovos nos substratos de serragem, vermiculita, papel-filtro e areia, após 2 anos de criação, as colônias eram compostas de apenas cerca de 15 a 20 operários e 2 soldados vivos por colônia, número este já encontrado nas colônias com um ano de idade. Isto provavelmente foi resultado do fato das colônias estarem confinadas em placas de Petri, sem espaço suficiente para o forrageamento e crescimento, ficando estacionadas nesse limite de número indivíduos. Apesar do alimento abundante, quase toda a área da placa já havia sido forrageada e transformada em labirintos de túneis pelos operários, ficando eles sem outra opção além de andar em círculos. Em campo, os números obtidos provavelmente devem ser bem maiores.

WILSON (1971) afirmou que, nos insetos sociais, o crescimento das colônias é geralmente governado pelas limitações de alimento no habitat e variações das condições ambientais. Com freqüência, o crescimento é lento no início; rápido, na metade do desenvolvimento e finalmente é interrompido, indicando que a capacidade de suporte do habitat foi atingida.

3.2.10 Rejeição da câmara nupcial, pelos reprodutores (FIG. 3.9)

Geralmente, após terem encontrado um local favorável, nas placas de criação, os reprodutores construíram uma "câmara nupcial", mantendo-se lá dentro o tempo todo. Logo no início da formação das colônias, entretanto, eu observei um tipo de comportamento curioso, entre alguns reprodutores: após a construção da "câmara nupcial", esta era abandonada e os reprodutores faziam nova procura, seguida da construção de uma outra câmara, em outro local (FIG. 3.24). Algumas vezes, eles levaram os ovos, já postos, consigo. Outras vezes, eles simplesmente abandonaram os ovos, que acabaram por morrer, na câmara antiga. Raras vezes, eles retornaram para a primeira câmara e continuaram o seu desenvolvimento, normalmente. Chamei este tipo de comportamento (de abandono da "câmara nupcial"), de "rejeição pelo substrato" e não encontrei uma explicação para esta conduta.

Houve maior taxa de "aceitação", ou seja, um maior número de reprodutores se mantiveram na "câmara nupcial", nas colônias mantidas em substrato de vermiculita: apenas 12% deles abandonaram as primeira câmara. Os reprodutores das colônias mantidas em substratos de serragem e de papel-filtro, apresentaram aceitação média, com cerca de 36% e 44% de "rejeição", respectivamente. O substrato de areia mostrou ser o mais "rejeitado" pelos reprodutores: 84% abandonaram a primeira câmara.

3.2.11 Resumo dos experimentos com as colônias iniciais (FIG. 3.10)

Fiz um resumo do tempo requerido para o desenvolvimento dos indivíduos até o 3º ínstar. Não encontrei um substrato ideal para um ótimo desenvolvimento das colônias, em todos os aspectos. No entanto, o sucesso no estabelecimento das colônias nos diferentes tipos de substratos utilizados, inclusive nos que aparentam ser pouco propícios, como areia e papel-filtro, evidenciam a grande plasticidade desta espécie, para a formação de novas colônias. Apenas as colônias mantidas em substratos combinados com ágar, desenvolveram grande quantidade de fungos e morreram rapidamente. As melhores taxas de sobrevivência ficaram entre as colônias criadas nos substratos de vermiculita e de serragem.

As colônias criadas em substrato de papel-filtro, como foi visto, apresentaram dados surpreendentes: houve maior número e maior viabilidade dos ovos postos, com desenvolvimento mais rápido destes, menor tempo de pré-oviposição, menor tempo de incubação e aparecimento mais rápido de soldados. Não obstante a alta mortalidade que ocorreu neste substrato, a boa performance conseguida aqui, sugere uma estratégia dos cupins em otimizar a utilização de recursos pouco favoráveis disponíveis e acelerar o desenvolvimento. Desta forma, os cupins poderiam ter mais chances de, mais tarde, encontrar melhores condições talvez, para estabelecer suas colônias em algum outro local mais favorável. A impossibilidade da construção de uma "câmara nupcial" e de túneis de forrageamento no papel-filtro (FIG. 3.26), também podem ter contribuído para uma maior economia de energia, o que resultou em um desenvolvimento mais rápido e mais produtivo.

Segundo HUANG (1987), o crescimento da colônia está relacionado com o aumento do número de ovaríolos da fêmea ovipositora. Na época do vôo nupcial, a fêmea de *C. formosanus* tem cerca de 8 ovaríolos em cada ovário. Com 4 anos de idade, tem cerca de 75 ovaríolos em cada ovário. Seria interessante estudar também este aspecto, entre fêmeas reprodutoras de *C. havilandi*.

HIGA (1981) observou que temperaturas altas aceleram, significativamente, a taxa de desenvolvimento de colônias de *C. formosanus*. Ovos de colônias submetidas a temperaturas constantes de 30 ^{o}C, eclodiram três vezes mais rápido, do que os de colônias submetidas a temperaturas constantes de 26 ^{o}C. KING (1971) também observou que, além de aumentar a taxa de desenvolvimento, o aumento da temperatura aumenta a fecundidade. É importante ressaltar, porém, que a exposição a temperaturas ótimas, mais ou menos constantes, pode ter efeito menos favorável do que a exposição a temperaturas ambientais variáveis (SMYTHE & WILLIAMS 1972). ROCES & NÚÑEZ (1989) mostraram que existe uma alternância rítmica na preferência de temperatura, na manipulação dos ovos em colônias de *Camponotus mus* (Hymenoptera, Formicidae). Eles observaram que abelhas e formigas parecem depender dessas flutuações ou usar pequenas flutuações de temperaturas diárias, ao controlarem a melhor temperatura para a manipulação dos ovos.

3.2.12 Figuras

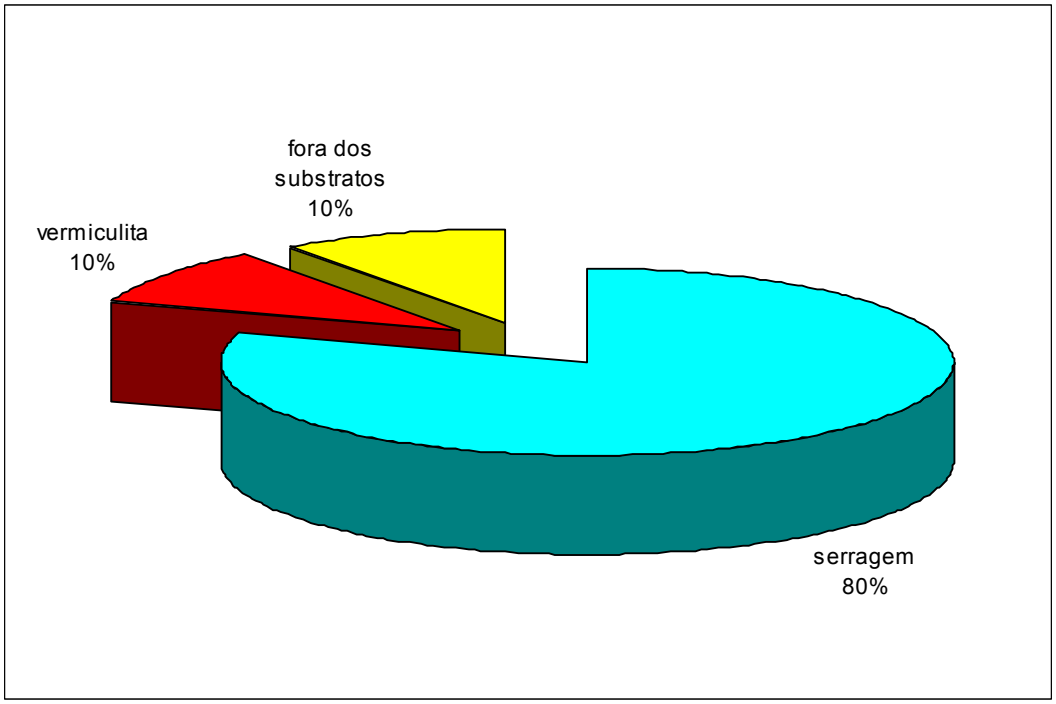


FIGURA 3.1. Porcentagem de preferência, dos alados de *Coptotermes havilandi*, entre quatro tipos de substratos de nidificação.

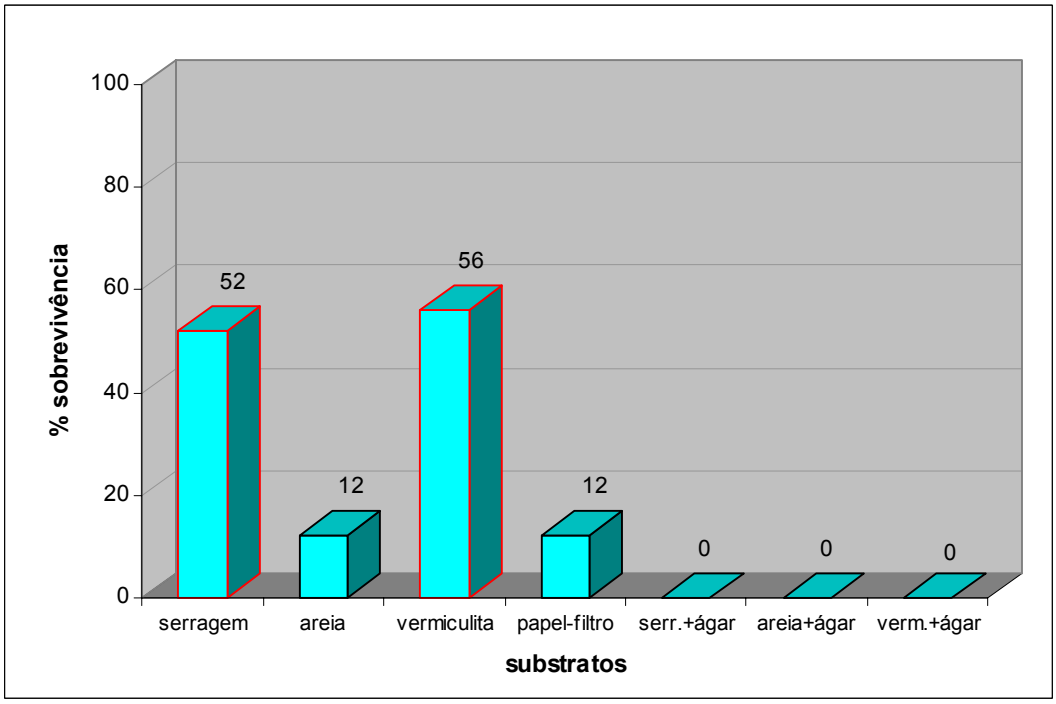


FIGURA 3.2. Taxa de sobrevivência de colônias iniciais de *Coptotermes havilandi* após dois anos de desenvolvimento, mantidas em diferentes tipos de substratos.

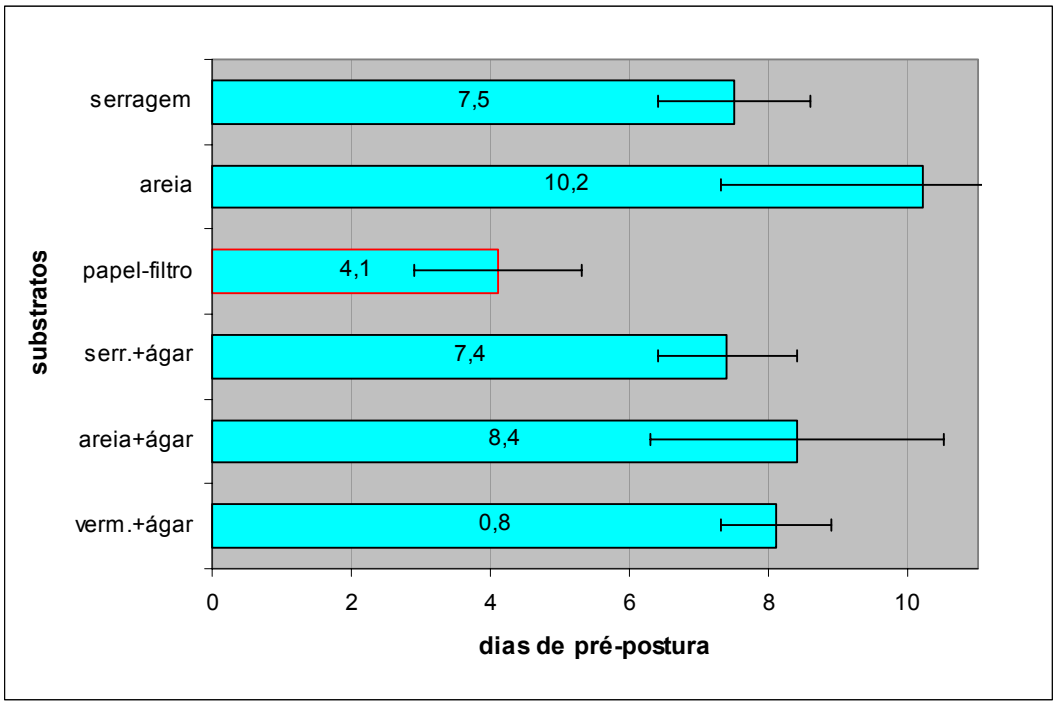


FIGURA 3.3. Tempo médio de pré-postura dos reprodutores de *Coptotermes havilandi* em colônias iniciais mantidas com diferentes tipos de substratos.

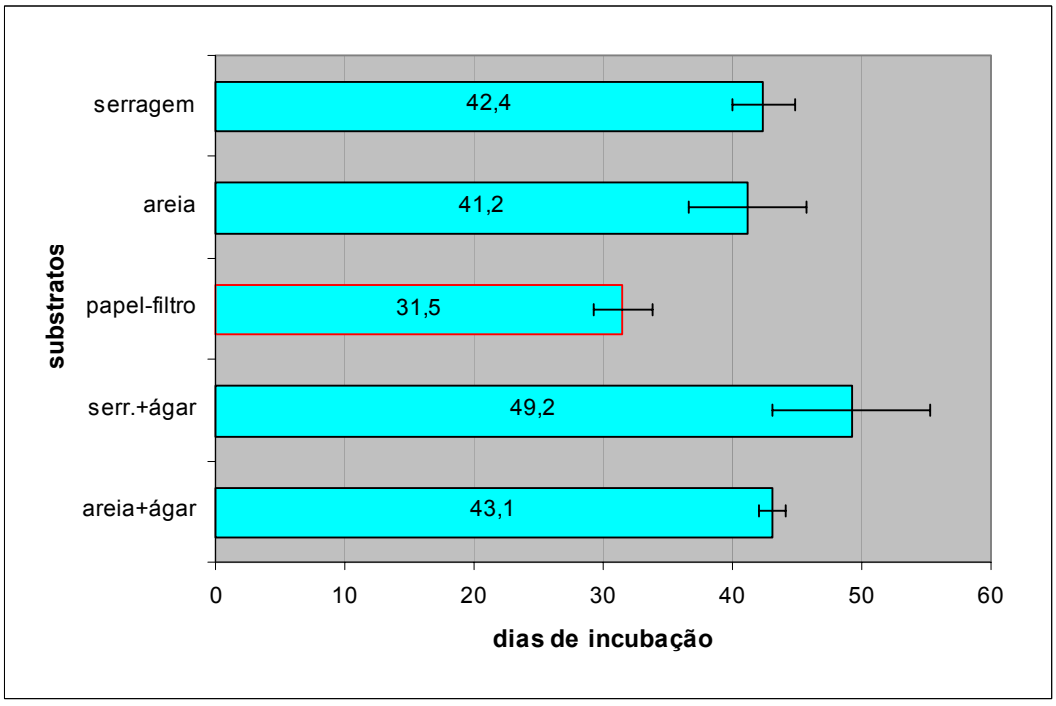


FIGURA 3.4. Tempo médio de incubação dos ovos de *Coptotermes havilandi* em colônias iniciais mantidas com diferentes tipos de substratos.

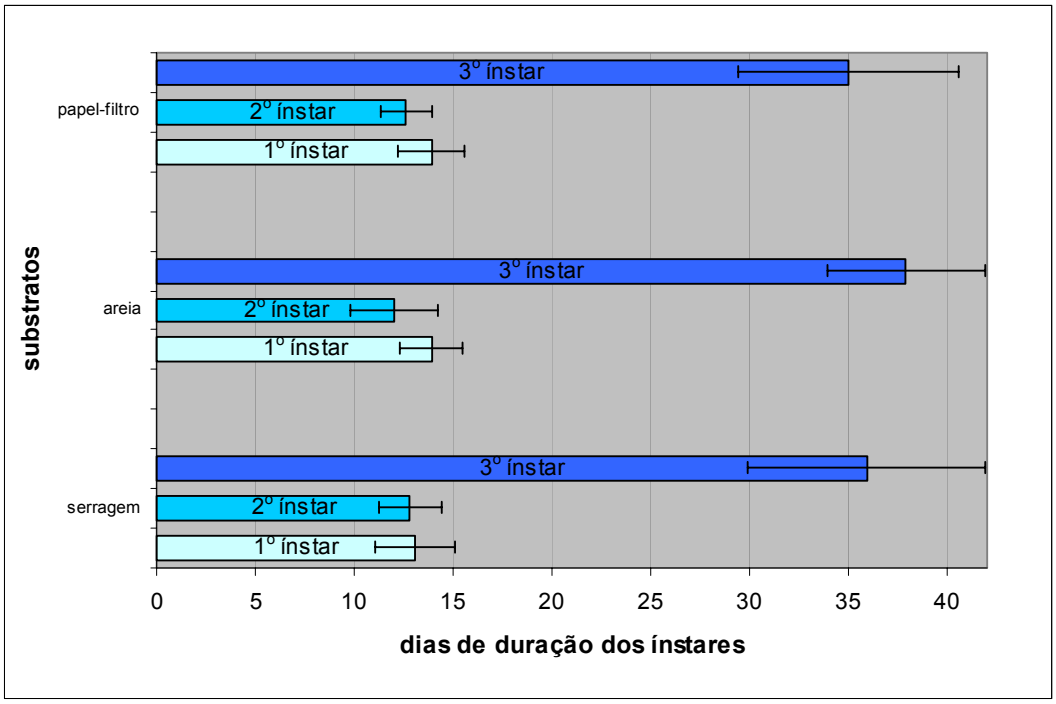


FIGURA 3.5. Tempo médio de duração dos ínstares 1, 2 e 3 de operários de *Coptotermes havilandi* em colônias iniciais mantidas com diferentes tipos de substratos.

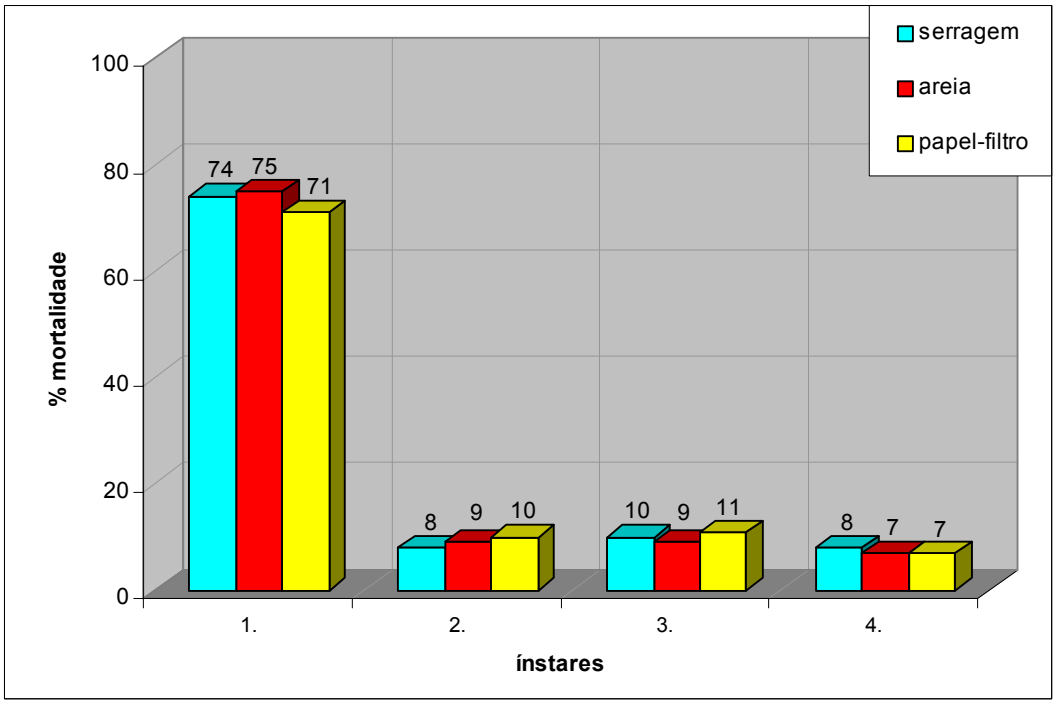


FIGURA 3.6. Taxa de mortalidade entre os ínstares de operários de *Coptotermes havilandi* em colônias iniciais mantidas por dois anos, em diferentes tipos de substratos.

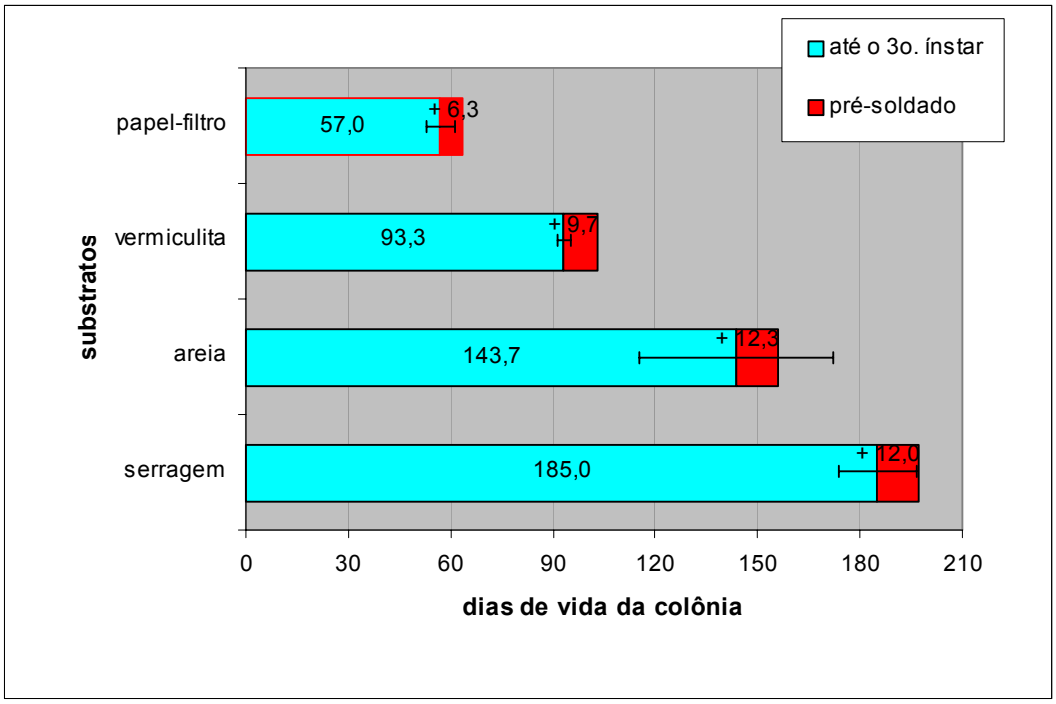


FIGURA 3.7. Tempo médio (em dias de vida da colônia) para o aparecimento de pré-soldados e de soldados de *Coptotermes havilandi* em colônias iniciais mantidas com diferentes tipos de substratos.

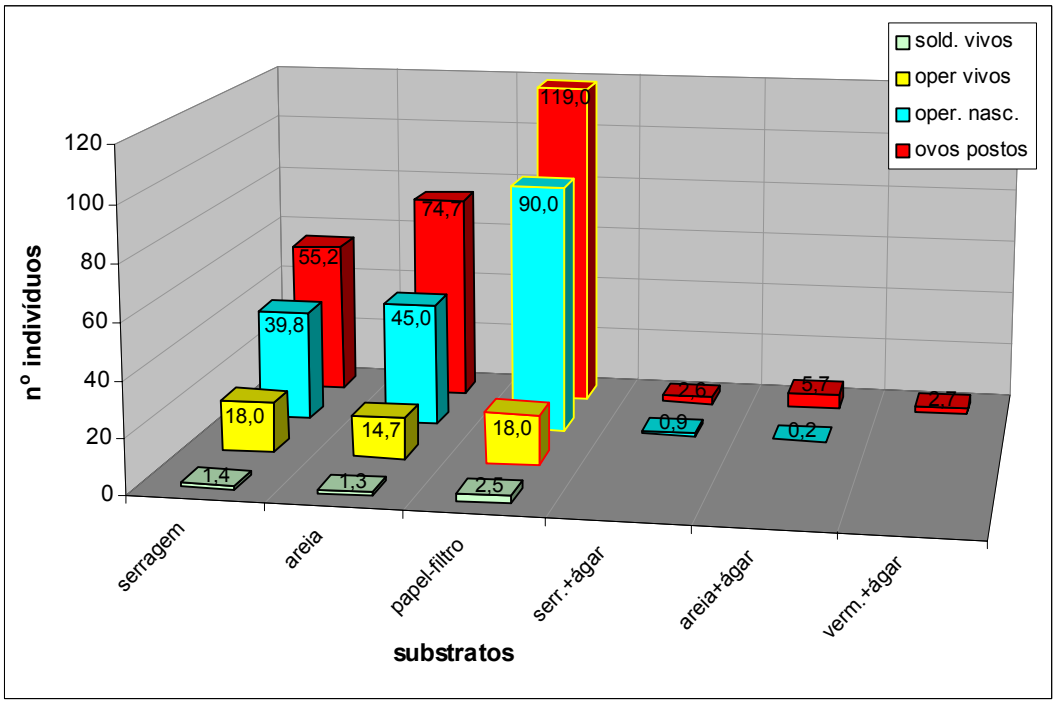


FIGURA 3.8. Média do número de ovos, operários e soldados por colônia e sua viabilidade, em colônias iniciais de *Coptotermes havilandi* mantidas por dois anos em diferentes tipos de substratos.

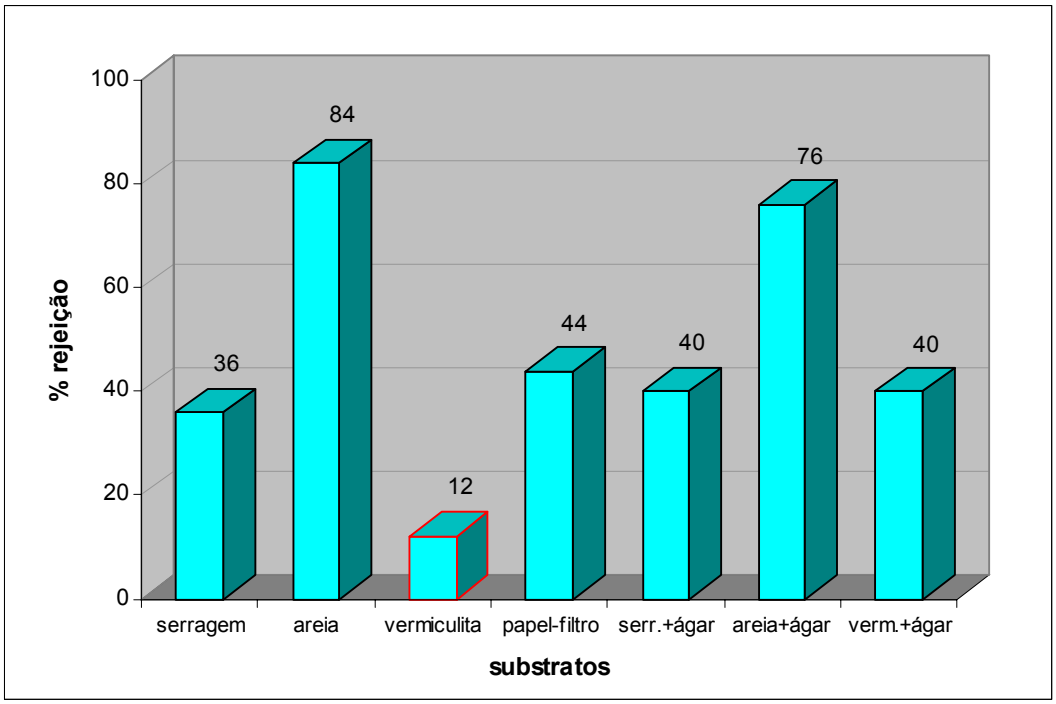


FIGURA 3.9. Taxa de rejeição das câmaras nupciais, pelos reprodutores de *Coptotermes havilandi*, em colônias iniciais mantidas por um ano, em diferentes tipos de substratos.

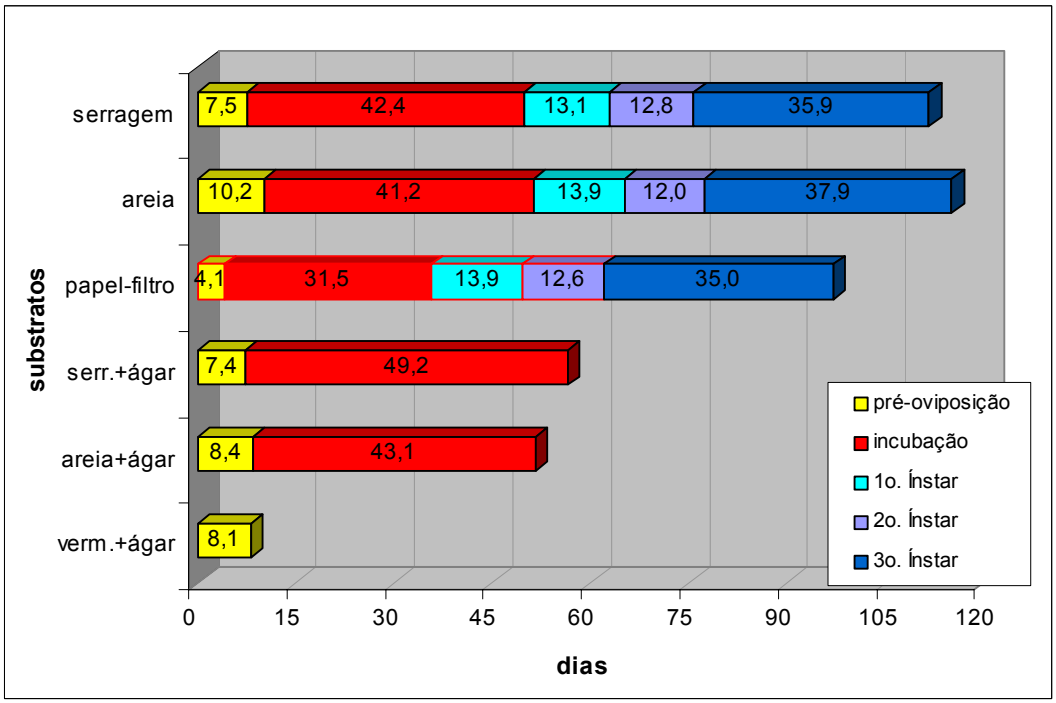


FIGURA 3.10. Resumo do tempo necessário para o desenvolvimento dos primeiros estágios em colônias iniciais de *Coptotermes havilandi*, mantidas em diferentes tipos de substratos.

(fotos)

FIGURA 3.11. Estragos causados pelo ataque de *Coptotermes havilandi* em um caixão perdido de um edifício.

FIGURA 3.12. Estragos causados pelo ataque de *Coptotermes havilandi* em conduítes de eletricidade.

FIGURA 3.13. Estragos causados pelo ataque de *Coptotermes havilandi* em um livro.

FIGURA 3.14. Estragos causados pelo ataque de *Coptotermes havilandi* em uma porta.

FIGURA 3.15. Estragos causados pelo ataque de *Coptotermes havilandi* em um tronco de árvore.

FIGURA 3.16. Placa de criação contendo quatro tipos de substratos (serragem, vermiculita, areia e papel-filtro) conjuntamente.

FIGURA 3.17. Exemplo de uma câmara real bem definida, no fundo de uma placa, em uma colônia de *Coptotermes havilandi* mantida em serragem.

FIGURA 3.18. Exemplo de uma placa de criação de uma colônia de *Coptotermes havilandi*, mantida em vermiculita, onde não se pode ver a câmara real.

FIGURA 3.19. Grupo típico de ovos de *Coptotermes havilandi*.

FIGURA 3.20. Fases de desenvolvimento do ovo até o nascimento da "larva" de primeiro ínstar de *Coptotermes havilandi*.

FIGURA 3.21. Indivíduos do 1^{o}, 2^{o} e 3^{o} ínstar de *Coptotermes havilandi*.

FIGURA 3.22. Pré-soldado e soldado de *Coptotermes havilandi*.

FIGURA 3.23. Exemplo de uma colônia de *Coptotermes havilandi*, mantida em ágar, que foi infestada por fungos.

FIGURA 3.24. Exemplo do comportamento de rejeição das câmaras. À esquerda está a primeira câmara, abandonada pelos reprodutores, que ainda apresenta alguns ovos. Os reprodutores estão na câmara da direita, que foi construída mais tarde.

FIGURA 3.25. Exemplo de uma colônia de *Coptotermes havilandi*, mantida em serragem, com cerca de alguns meses de idade.

FIGURA 3.26. Exemplo de uma colônia de *Coptotermes havilandi*, mantida em papel-filtro, com cerca de alguns meses de idade.

4. FENOLOGIA DAS REVOADAS

Publicação:

FERRAZ, M.V. & CANCELLO, E.M. 2000. Swarming behaviour of the economically most important termite, *Coptotermes havilandi*, in southeastern Brazil. **In:** International Congress of Entomology, 18º. **Abstracts**. Foz do Iguaçú, Brazil. p. 880.

RESUMO

Estudei a fenologia das revoadas de *Coptotermes havilandi*, utilizando iscas luminosas, na cidade de São Paulo (SP), entre os anos de 1997 e 2000. Em todos os anos, encontrei um padrão básico, semelhante, de distribuição das revoadas, evidenciando um pico durante os meses de agosto, setembro e outubro. Revoadas menores, isoladas, podem ser observadas irregularmente durante quase todo o ano, começando no mês de junho de um ano e terminando no mês de março ou abril do ano seguinte, com apenas uma interrupção entre os meses de maio e junho. A razão sexual encontrada, foi de cerca de 50:50. Essa espécie geralmente revoa entre às 18 e 19 horas. Existem, entretanto, exceções bem distantes da média e revoadas isoladas podem ser observadas desde às 15 horas, sob forte incidência solar, até tão tarde quanto meia-noite. O início do período das revoadas coincidiu com o início do período das chuvas, mas a ocorrência de revoadas não parece estar limitada ou dependente de condições ambientais, muito estritas, de temperatura, umidade e luminosidade. Estes dados indicam que *Coptotermes havilandi* adaptou-se bem à cidade de São Paulo e evidenciam a grande plasticidade da espécie, na dispersão das colônias.

4.1 INTRODUÇÃO

C. havilandi é uma espécie oriental que tem sido espalhada pelo mundo, através da ação humana. Atualmente sua distribuição inclui as três Américas, Tahiti, continente africano e ilhas adjacentes. Recentes introduções também nos EUA (SU *et al.* 1997) e no México (observação pessoal) revelam a falta de controle nas cidades

costeiras. No Brasil, foi introduzida provavelmente no início deste século, pelos portos do Rio de Janeiro (RJ) e de Santos (SP) (ARAUJO 1958). A partir destes centros de introdução, ela está também, aos poucos, se estabelecendo em outras cidades adjacentes e do interior dos estados de São Paulo (Guarujá, São Vicente, Cubatão, Bertioga, Ilha Bela, Salesópolis, Jacareí, São Sebastião, Campinas, Limeira, Piracicaba, Rio Claro e Ribeirão Preto) e do Rio de Janeiro (Guaratiba, Angra dos Reis, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Seropédica e Resende) (FIG. 2.49). As densidades das populações geralmente são maiores, nas áreas onde as infestações foram primeiramente citadas. Não existe, entretanto, nenhum registro do crescimento das populações nessas áreas. A espécie vem se reproduzindo, com sucesso, no ambiente urbano e, atualmente, é a principal espécie-praga de madeiras no sudeste do Brasil, principalmente nas cidades de São Paulo (SP) e do Rio de Janeiro (RJ). Devido à falta de medidas preventivas (LELIS 1994), *C. havilandi* tem hoje grande importância econômica, causando sérios estragos em madeiras estruturais. Mais recentemente, esta espécie foi registrada no Norte-Nordeste do Brasil, nos estados de Pernambuco (FONTES & VEIGA 1998), Pará e Bahia (dados de coleção).

As revoadas anuais, onde grandes quantidades de alados saem dos ninhos, são o principal meio de propagação e dispersão dos cupins. Os alados, indivíduos sexuados fundadores de novas colônias em potencial, representam uma importante fonte calórica para o ecossistema (WOOD & SANDS 1978) e muitos são predados durante o vôo ou, quando caem ao solo, por uma grande quantidade de predadores oportunistas, incluindo vários artrópodos e vertebrados (NUTTING 1969), enquanto outros morrem logo após o estabelecimento da colônia (DARLINGTON *et al.* 1977). Dos cerca de 30.000 alados que emergiram de uma colônia de *Odontotermes assmuthi*, por exemplo, menos de 0,5% conseguiram estabelecer novas colônias com sucesso (BASALINGAPPA 1970). Além disso, uma colônia madura pode não produzir alados, em um ou outro ano (CROSLAND *et al.* 1994).

Nas espécies de cupins subterrâneos, dados sobre a produção de alados em colônias no campo, são raros. Apesar de ser sabido que, no Brasil, as revoadas de *C. havilandi* ocorrem nas noites quentes de primavera, não se sabe se as revoadas estão limitadas a esses meses. A distribuição, freqüência, assim como informações específicas sobre as condições ambientais durante o pico das revoadas, não haviam

sido ainda estudadas na cidade de São Paulo, cidade que tem o maior número de registros de ataques, desta espécie, no Novo Mundo.

Como os cupins são bissexuais diplóides, cujo sexo é geneticamente controlado, é esperado um investimento igual, na produção de machos e fêmeas. Apesar disto, razões sexuais desproporcionais são comuns nos cupins (SANDS 1965; NUTTING 1969; BESS 1970). Portanto, também aproveitei esta oportunidade para investigar a razão sexual durante as revoadas, levando em conta que os dois sexos não diferem muito em tamanho.

Neste trabalho, estudei sistematicamente o comportamento dos alados, a fenologia e a distribuição diária e sazonal das revoadas *C. havilandi* na cidade de São Paulo (SP), durante três anos consecutivos. Estas observações podem contribuir para ajudar, juntamente com a biologia do desenvolvimento, a prever padrões de revoadas, para o desenvolvimento de uma nova estratégia de controle.

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o monitoramento e coleta de alados, escolhi duas estações, na cidade de São Paulo (SP), distantes cerca de 10 km uma da outra (FIG. 4.1). A Estação 1 compreende a área do Museu de Zoologia (MZUSP), no bairro do Ipiranga. A Estação 2 está situada em uma casa, no bairro de Perdizes. A determinação das estações de coleta levou em conta os locais de conhecida alta incidência de revoadas e também a disponibilidade de voluntários para fazer observações e realizar coletas sistemáticas, durante todo o período do estudo, de junho de 1997 a maio de 2000.

As coletas foram feitas manualmente, com o auxílio de redes entomológicas e/ou de "aspiradores entomológicos", procurando-se coletar o maior número possível de indivíduos. Os alados foram atraídos por lâmpadas do tipo fluorescente, que funcionaram como iscas luminosas, localizadas no térreo e/ou no 1º andar das edificações, levando em conta as observações de HENDERSON & DELAPLANE (1994), que não observaram diferenças significativas em coletas sistemáticas de *Coptotermes formosanus* realizadas ao nível do solo e no 2º andar. Ao contrário da metodologia utilizada por outros autores (CROSLAND *et al.* 1994; HENDERSON & DELAPLANE *op. cit.*; HENDERSON 1996; COSTA-LEONARDO & BARSOTTI 1998), que restringiram as

coletas a determinados meses e/ou limitaram o acionamento da iluminação das armadilhas a poucas horas por dia, apenas durante os períodos presumíveis das revoadas, neste estudo fiz a monitorização das revoadas durante o ano inteiro e na maior parte do dia. Esta metodologia evidenciou resultados significantes, de revoadas ocasionais, fora do padrão, recentemente publicados (FERRAZ & CANCELLO 2000). Também analisei coletas isoladas, pertencentes à coleção de Isoptera do MZUSP, feitas desde 1951, o que formaliza um estudo de quase 50 anos

Após a coleta, coloquei os alados em álcool 80%, com rótulos contendo informações de local, data, horário, coletor e condições ambientais. Com o auxílio de uma lupa, fiz a identificação e separação dos sexos, com base na estrutura esternal do abdome (FIGS. 2.23, 2.46). As fêmeas foram identificadas pela presença do 7º esternito abdominal maior, estendendo-se posteriormente e encobrindo o 8º e 9º esternitos. Além disso, as fêmeas geralmente apresentam a porção final do abdome mais larga do que os machos. Os machos foram identificados pelo 7º esternito normal, 8º e 9º esternitos visíveis e presença dos stili no 9º esternito. Utilizei a análise do qui-quadrado para determinar se houve um desvio significativo, na razão macho/fêmea entre o esperado de 50:50. Esta análise foi feita apenas nas amostras com mais de 20 indivíduos coletados.

Os dados das revoadas foram comparados com dados meteorológicos (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação), medidos de hora em hora, durante todos os dias do ano. Estes dados foram obtidos com o professor Frederico Luiz Funari, da Estação Meteorológica do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo.

Quando necessário, os horários das revoadas de todas as amostras da Coleção do MZUSP, foram corrigidos com o auxílio de uma tabela de ocorrência de horários de verão no Brasil, fornecida pelo professor Mauro Silvio, do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), DF.

Para a elaboração dos gráficos de revoada deste trabalho, adotei o período de um ano a partir do mês de junho e estendendo-se até o mês de maio do ano seguinte. Esta técnica permitiu uma caracterização mais clara do período de revoadas como um todo, que acontece irregularmente durante quase o ano inteiro, mas que apresenta uma interrupção bem definida, no meio do ano, entre maio e junho.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Sazonalidade das revoadas

Em São Paulo, as revoadas de *Coptotermes havilandi* são as que chamam mais atenção no início da primavera. Durante três anos, de junho de 1997 até maio de 2000 coletei um total de 107 amostras de revoadas de *C. havilandi*, em duas estações de coleta na cidade de São Paulo, já descritas. Além destas, existem dados de coleção de anos anteriores (desde 1951), com 94 amostras de revoadas coletadas nas cidades de São Paulo e do Rio de Janeiro, totalizando 201 amostras estudadas. A distribuição das revoadas entre 1997 e 2000, que mostra observações contínuas feitas por mim, bem como dados de coleção de anos anteriores, pode ser vista na FIG. 4.2.

Em todos os anos, verifiquei um padrão básico semelhante, evidenciando um pico de revoadas durante os meses de agosto, setembro e outubro (final do inverno e início da primavera). As revoadas mais fortes (de maior duração e com maior número de indivíduos) foram observadas sempre em agosto, entre às 18 e 19 horas, e geralmente ocorreram em dias próximos ou consecutivos. Além desses três meses de pico das revoadas, quando ocorre grande número de vôos, revoadas menores isoladas podem ser observadas, irregularmente, durante quase todo o ano, começando no mês de junho de um ano e terminando no mês de março ou abril do ano seguinte, com apenas uma interrupção entre os meses de maio e junho (final do outono). Dados obtidos por COSTA-LEONARDO & BARSOTTI (1998), em Rio Claro (SP), mostraram padrões diferentes nas revoadas desta espécie, provavelmente devido à reduzida amostragem (apenas de um a três vôos por ano), estudada pelas autoras.

Sabe-se que as famílias dos cupins chamados "inferiores" fazem revoadas com relativamente poucos indivíduos, sob condições ambientais muito diversas e durante um longo período, enquanto que os cupins mais derivados (família Termitidae), revoam sob condições ambientais mais específicas e, portanto, apresentam poucas, mas grandes revoadas (NUTTING 1969). Cupins da família Termitidae - 23 espécies estudadas por MILL (1983) e 24 espécies estudadas por BRANDÃO (1996) - mostraram padrões de revoadas geralmente compreendidos entre um período de dois ou três meses (geralmente entre setembro e novembro, naqueles estudos). Os Rhinotermitidae parecem estar situados entre estas duas categorias, compartilhando

padrões de ambos os cupins: "inferiores" e derivados (HIGA & TAMASHIRO 1983). *Coptotermes acinaciformis* revoa de outubro a janeiro, na Austrália (CALABY & GAY 1956). *C. formosanus*, estudado por diversos autores, mostrou diferentes padrões de revoada: 1- revoadas ocorrendo durante apenas dois ou três meses, entre abril e junho, no Havaí (BESS 1970) e em Louisiana, EUA (KING 1971; KING & SPINK 1974; HENDERSON & DELAPLANE 1994; CROSLAND *et al.* 1994; HENDERSON 1996); 2- revoadas ocorrendo de outubro a janeiro, na África do Sul (COATON & SHEASBY 1976); 3- revoadas se estendendo durante o ano inteiro, com as maiores ocorrendo entre abril e julho, no Havaí (HIGA 1981; HIGA & TAMASHIRO *op. cit.*). Entretanto, padrões de revoada de apenas dois-três meses, encontrados por alguns autores, parece serem resultantes da metodologia empregada. Neste trabalho, observei que o período das revoadas de *C. havilandi* é muito longo, estendendo-se por quase todo o ano, o que evidencia a, comparativamente, alta plasticidade desta espécie, com maior possibilidade de dispersão das colônias, e a sua grande capacidade reprodutiva, com a produção de alados durante quase o ano inteiro. HIGA & TAMASHIRO (*op. cit.*) observaram um padrão similar, em uma outra espécie de cupim, que também é praga pantropical: *Cryptotermes havilandi* (Kalotermitidae).

Fatores externos que influenciam os padrões de vôos, nos cupins subterrâneos, são muito pouco conhecidos (HENDERSON & DELAPLANE 1994). Além disso, sabe-se muito pouco sobre os mecanismos internos à colônia, que possam influenciar o período de revoada, nos Isoptera. Revoadas de cupins são claramente reguladas por fenômenos sazonais e estão relacionadas a padrões climáticos regionais (NUTTING 1979). Resumidamente, o padrão de revoadas de *C. havilandi* coincidiu com o início da época das chuvas (FIGS. 4.2 e 4.3). Entretanto, padrões climáticos diários, por si só, não podem ser utilizados para predizer a ocorrência das revoadas e não existem diferenças climatológicas claras, entre dias com e sem revoadas (HIGA & TAMASHIRO 1983). HENDERSON & DELAPLANE (*op. cit.*) acreditam que, tanto mecanismos intrínsicos (regulados pela colônia), como mecanismos extrínsicos (temperatura, umidade relativa do ar, precipitação, intensidade luminosa, velocidade do vento, pressão atmosférica e quantidade de cargas elétricas na atmosfera) possam afetar o padrão das revoadas. Além destes argumentos, sugiro aqui que a sazonalidade das revoadas seria controlada por um relógio biológico interno, como sugerido por SAUNDERS (1966) para os Hymenoptera.

A quantidade de alados coletados nas revoadas, depende da localização das iscas. Grandes coletas, provavelmente, são devidas a locais situados perto de uma ou mais colônias. De acordo com HENDERSON & DELAPLANE (1994), não foram observadas diferenças significativas nas coletas de *C. formosanus*, feitas no térreo e no 1º andar. Embora o número de alados coletados não seja uma indicação indireta do tamanho das colônias em uma área, os dados podem indicar a densidade populacional relativa, da área em questão (HENDERSON 1996). SU & SCHEFFRAHN (1987) estimaram que quase 70.000 alados provenientes de uma colônia de *C. formosanus* na Flórida (EUA), foram coletados durante um período de 5 dias de revoadas. A média populacional estimada foi de 2-3 milhões, na colônia. GAY & GREAVES (1940) registraram mais de 66.000 alados de uma colônia de *C. lacteus*, que continha cerca de um milhão de cupins.

O crescimento das colônias, nos insetos sociais, parece ser controlado pelas limitações de alimento no ambiente (WILSON 1971). Não apenas a abundância de alimento, mas também a acessibilidade a ele, podem desempenhar um papel importante no crescimento da colônia. O tempo requerido para uma colônia começar a produzir alados, não é conhecido para os *C. havilandi*, mas a grande quantidade de grandes revoadas em São Paulo, revelam que esta espécie exótica se adaptou bem a este novo ambiente. Além do clima favorável, a crescente disponibilidade de fonte alimentar, causada, principalmente, pelo uso incorreto de madeiramento nas construções, pela poda incorreta das árvores na cidade e pelo transporte de madeira infestada, propiciam o crescimento e dispersão da população desta espécie exótica de cupim, às condições locais (LELIS, comunicação pessoal).

Neste estudo, apesar de não ter registrado o número de alados por coleta, observei um aparente aumento durante estes 3 anos. Ao mesmo tempo, o número de revoadas diminuiu. Como muitas espécies são capazes de se dispersar através do chamado "budding-off" (COATON & SHEASBY 1976) e fazer fusão das colônias (DELAPLANE 1991), a territorialidade não parece controlar o crescimento da colônia neste gênero, com algumas exceções (e.g. HOWICK & CREFFIELD 1980). Sugiro aqui, que algumas colônias, antes separadas, possam agora estar representadas, na verdade, por várias colônias interconectadas. A atividade das empresas descupinizadoras também pode estar tendo algum sucesso, no controle do crescimento populacional, em alguns locais (PONTE, comunicação pessoal). Mudanças climáticas, como as

provocadas pelo *El Niño*, também podem ter contribuído para a alteração deste padrão. Estes argumentos poderiam, talvez, explicar a redução no número de revoadas e, ao mesmo tempo, o aumento aparente do número de alados, nos dias de revoadas. Na Louisiana (EUA), apesar de não ter mencionado o número de revoadas, HENDERSON (1996) observou que o número médio de alados coletados em armadilhas, decresceu a cada ano.

Por três vezes, observei a saída de alados diretamente de troncos infestados. Durante este processo, observei que *C. havilandi* não constrói nenhum tipo de estrutura especial, como ocorre com algumas espécies de cupins. Os alados, saem em sucessão rápida por algumas aberturas pequenas ao longo dos túneis de forrageamento ou do tronco infestado, que são fortemente guardadas pelos soldados. No final da revoada, as aberturas são rapidamente fechadas pelos operários. Não observei a saída dos alados, diretamente da superfície de ninhos. Na Guyana, EMERSON (1938) observou uma abertura, em uma viga vertical, onde operários de *C. testaceus*, guardados pelos soldados, construíram uma plataforma de cerca de dois cm de comprimento por um cm de largura e um cm de altura. Duas horas depois, após uma chuva, observou alados emergindo da viga, usando a plataforma como uma "pista de decolagem". Na manhã seguinte, a plataforma havia desaparecido e a abertura, fechada.

4.3.2 Horário das revoadas

Cada espécie de cupim costuma apresentar um horário, de ocorrência de revoadas, bem específico ao longo do dia (NUTTING 1979). Aparentemente, a ação dos predadores têm influência no horário dos vôos e no comportamento dos cupins, durante as revoadas, pois muitas estratégias, para minimizar a predação, podem ser identificadas (NUTTING *op. cit.*). O horário preferencial para a ocorrência das revoadas de *C. havilandi*, em São Paulo, é logo após o pôr-do-sol, entre 18h00 e 19h00 (FIG. 4.4). Entretanto, existem exceções bem distantes da média. Algumas revoadas isoladas, com grande número de indivíduos, podem ocorrer desde às 15 horas, sob forte incidência solar; também algumas, com pouco número de indivíduos, ocorreram até tão tarde quanto meia-noite. WILKINSON (1962) também observou um comportamento de revoadas parecido em *Cryptotermes havilandi* (Kalotermitidae): revoadas significativas, foram observadas desde às 16h00 até à 01h00, com as

maiores revoadas ocorrendo entre 18h00 e 19h00. Ele também afirmou que a ausência de luminosidade, embora relacionada com os vôos, não os afeta diretamente. Estas observações contrastam com as feitas por COSTA-LEONARDO & BARSOTTI (1998), onde elas afirmam que "... a emergência dos alados de *C. havilandi* sempre ocorre ao entardecer".

Com o objetivo de tentar correlacionar as condições ambientais favoráveis, aos dias e horas de ocorrência de revoadas, observei dados meteorológicos, horários, durante o ano de 1997 (FIG. 4.5). As revoadas de *C. havilandi* ocorreram com temperatura entre 17,6 e 30,6 ^{o}C, umidade relativa do ar entre 40 e 89% e precipitação entre zero e 15,2 mm, podendo ocorrer, ou não, após uma chuva. As maiores revoadas foram observadas entre 22 e 27 ^{o}C e 35, 71% U.R., sem chuva. Estes resultados não mostram nenhuma associação clara entre os dias e horário das revoadas, e os fatores ambientais. Desta forma, não pude caracterizar nenhum padrão que pudesse predizer, em termos de condições meteorológicas, os dias em que ocorrerá uma revoada. É possível, no máximo, predizer os dias favoráveis à ocorrência de revoadas. Entretanto, pude observar um fato interessante: as maiores revoadas ocorreram em dias onde houve uma combinação (cinco horas antes dos vôos) de temperaturas máximas, ou próximas das máximas diárias, e de umidades relativas do ar mínimas, ou próximas das mínimas diárias, para o mês em questão. WILKINSON (1962) também observou uma queda na umidade relativa do ar, durante as maiores revoadas de *Cryptotermes havilandi* (Kalotermitidae). NUTTING (1969) observou que altas temperaturas do ar parecem ter um efeito direto na temperatura do solo, o que pode ser importante para estimular ao vôo, os alados. Não pude comparar meus resultados com os obtidos por COSTA-LEONARDO & BARSOTTI (1998) porque elas calcularam a média das temperaturas e umidades relativas do ar obtidas de manhã, à tarde e à noite dos dias das revoadas, o que não é o mais apropriado para estabelecer as condições climáticas específicas que influenciam o exato momento do vôo.

O vento também é um fator conhecido por afetar a revoada, na maioria dos cupins. Apesar do vento ajudar na dispersão dos alados, já que eles raramente conseguem voar por mais de uma centena de metros (HIGA & TAMASHIRO 1983), os cupins geralmente não revoam quando há muito vento (HIGA 1981). LEONG *et al.* (1983) afirmaram que a velocidade do vento deve permanecer abaixo dos 3,7 km/h,

para que as revoadas de *C. formosanus* possam ocorrer. HENDERSON & DELAPLANE (1994), entretanto, observaram revoadas de *C. formosanus* ocorrendo em noites de muito vento. Durante as revoadas de *C. havilandi*, observei que o tempo geralmente estava calmo e parado, sem nenhuma, ou com bem pouca brisa.

De acordo com os dados obtidos, a ocorrência de revoadas não parece estar limitada ou dependente de condições ambientais muito estritas, de temperatura, umidade, precipitação e luminosidade. Estes resultados, portanto, parecem sugerir, mais uma vez, a grande plasticidade da espécie, que apresenta assim, maior possibilidade de dispersão dos alados.

Paralelamente, também observei que, na época de pico das revoadas, entre agosto e outubro, podem ocorrer vôos sincronizados, dentro de uma área limitada, o que favorece as chances de inter-cruzamento. As maiores revoadas, com o maior número de alados, foram sempre observadas em agosto, entre 18h00 e 19h00. No dia 15 de agosto de 1998, por exemplo, observei, não apenas revoadas sincronizadas em grande parte da cidade de São Paulo, mas também revoadas sincrônicas ocorrendo fora da cidade: no Rio de Janeiro (RJ) às 18h00, em Resende (RJ) às 18h30, em São Paulo (SP) às 19h00 e em Ribeirão Preto (SP) às 19h30. JONES *et al.* (1988) também presenciaram revoadas sincronizadas de *C. formosanus*, em locais bem distantes. Revoadas sincronizadas de diferentes espécies de cupins, ou de cupins com outros insetos, também podem atuar como uma estratégia de saturação, para os predadores (NUTTING 1979), fazendo com que eles recebam menos atenção dos predadores. BRANDÃO (1996), por outro lado, sugeriu que a predação não tem grande influência no horário das revoadas, mas sim, as condições ambientais favoráveis. Durante as revoadas de *C. havilandi* em São Paulo, constatei que, às vezes, alguns poucos cupins de outros gêneros, revoam juntos. Já a formiga *Linepithema sp.* (Dolichoderinae) foi freqüentemente encontrada revoando alguns minutos antes e durante as revoadas de *C. havilandi*.

4.3.3 Razão sexual

A proporção dos dois sexos em populações da casta reprodutiva dos cupins, apresenta grande significado biológico (ROONWAL 1975). Em alguns insetos considerados pestes, a esterilização artificial de machos tem sido utilizada como um

método de controle. Obviamente, antes de utilizar tais métodos, é necessário conhecer a ocorrência das razões sexuais, na natureza.

Os resultados aqui obtidos revelam que a razão sexual dos alados coletados variou pouco, da expectativa de 50:50%, com uma maioria não significativa (54%) de fêmeas. Apenas cerca de 20% das revoadas mostraram um número significativo maior de fêmeas e em apenas uma amostra, o número de machos foi significativamente maior. A respeito do tamanho, os machos são ligeiramente menores que as fêmeas e devem ter uma capacidade de vôo menor, o que pode explicar as diferenças. Para KING (1971), a razão sexual dos alados depende muito do local onde estes foram coletados: diretamente da colônia, haveria maior número de machos, enquanto que em armadilhas luminosas, haveria um número equilibrado de machos e fêmeas. JONES *et al.* (1988) também observaram que os dados obtidos com *C. formosanus* sugerem razões sexuais variáveis, em coletas nos ninhos, mas geralmente razões sexuais equilibradas, nas armadilhas. Em algumas espécies, os dois sexos são produzidos equilibradamente, mas eles revoam em horas diferentes (ROONWAL 1975). Levando-se em conta estes dados, estudos que utilizam armadilhas luminosas podem não refletir a razão sexual verdadeira.

ROONWAL (1975), que resumiu os dados de revoadas de 18 espécies de cupins, afirmou que revoadas com razões sexuais desiguais, são mais comuns do que as com proporções iguais - em algumas os machos predominaram e, em muitas, as fêmeas predominaram. Razões sexuais desiguais na produção dos alados pode favorecer o intercruzamento, aumentando a diversidade genética. THORNE (1983) sugeriu que maiores números de machos são esperados, pois os machos são os indivíduos menos dispendiosos, devido ao seu reduzido tamanho e peso.

C. formosanus, estudado por diversos autores, geralmente é relatado como tendo maior proporção de machos (JONES *et al.* 1988). KING (1971) observou altas proporções de machos em 4/5 dos ninhos, em Louisiana (EUA). HIGA (1981) relatou que as armadilhas luminosas, no Havaí, tinham números de machos significativamente maiores. SU & SCHEFFRAHN (1987) encontraram uma razão sexual de 3:1 (macho:fêmea) em revoadas de uma colônia na Flórida (EUA). CROSLAND *et al.* (1994) também observaram revoadas com razões sexuais desproporcionais, na China: algumas compostas apenas de machos. Ao contrário, HENDERSON & DELAPLANE (1994), utilizando armadilhas luminosas, observaram uma razão sexual

desviada favoravelmente para as fêmeas, em Louisiana mas, em 1996, HENDERSON observou razões sexuais iguais, na maioria das revoadas.

4.3.4 Figuras

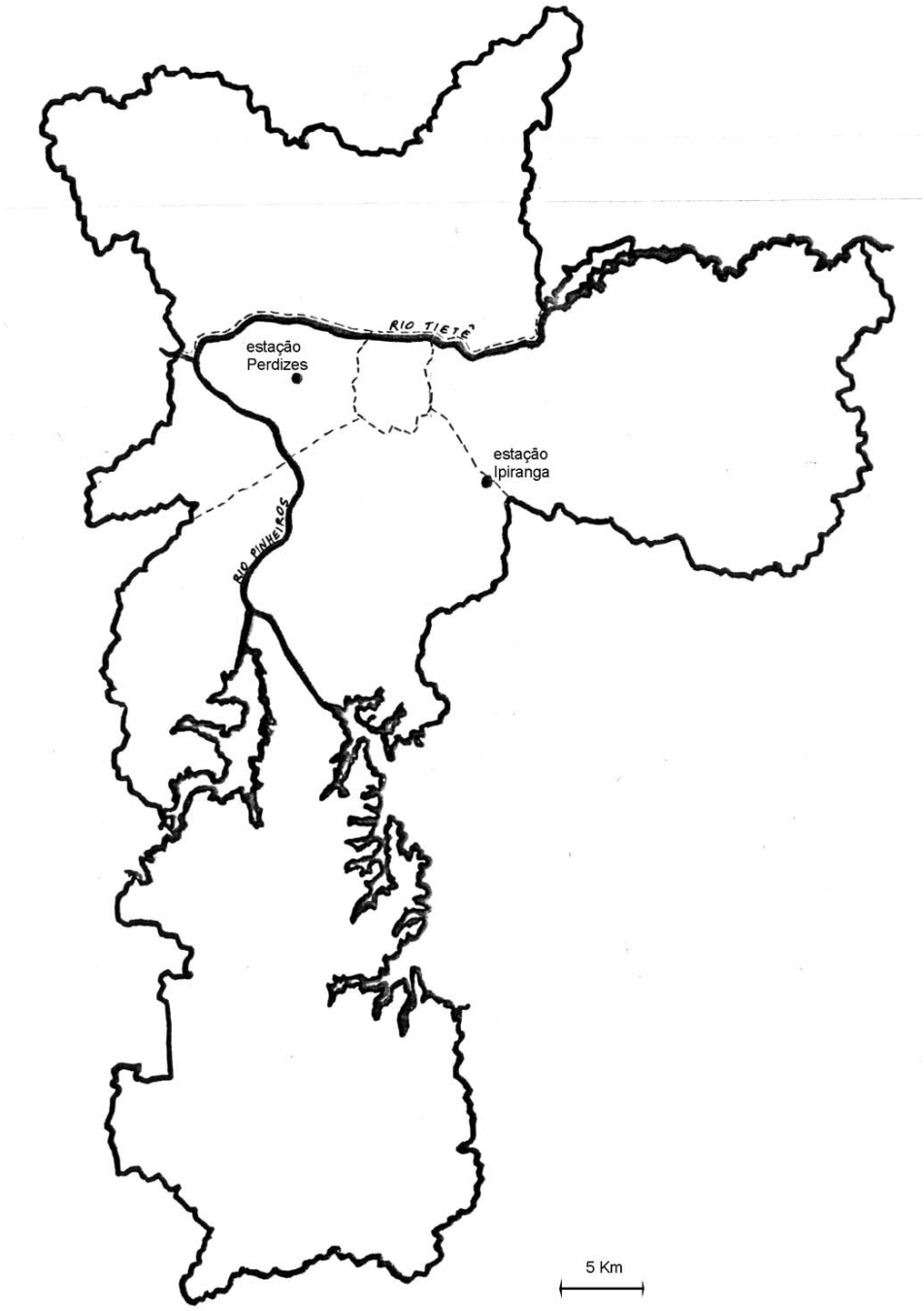


FIGURA 4.1. Estações de coleta das revoadas de *Coptotermes havilandi* na cidade de São Paulo (SP): Ipiranga e Perdizes.

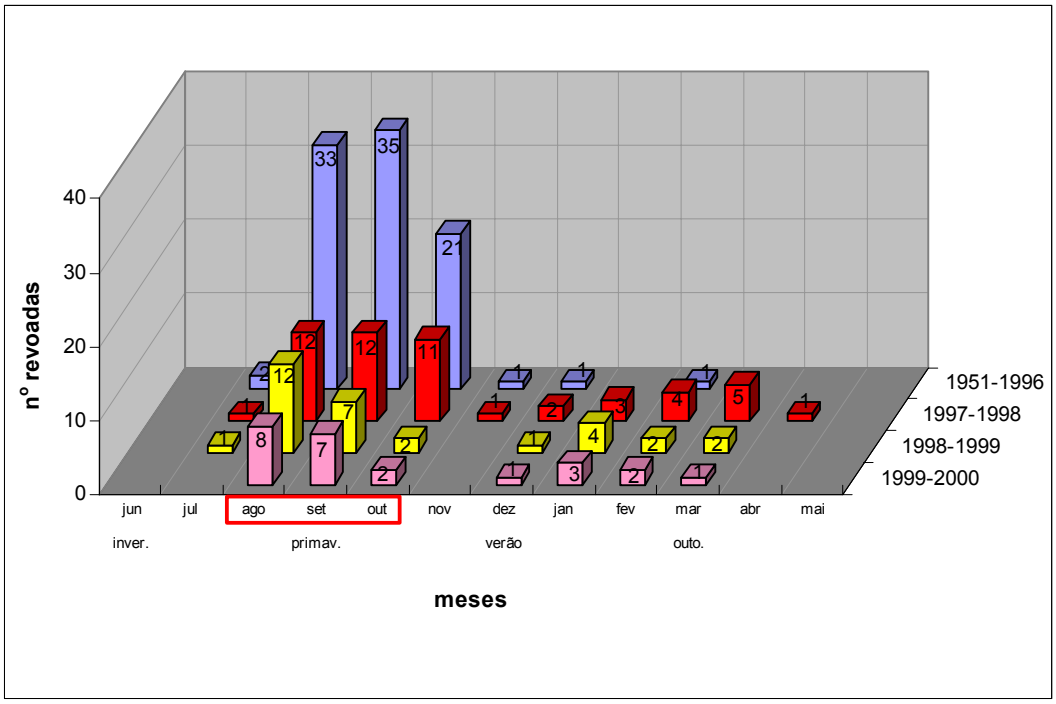


FIGURA 4.2. Distribuição mensal do número de revoadas de *Coptotermes havilandi*, coletadas entre os anos de 1951 a 2000 nas cidades de São Paulo (SP) e Rio de Janeiro (RJ), Brasil

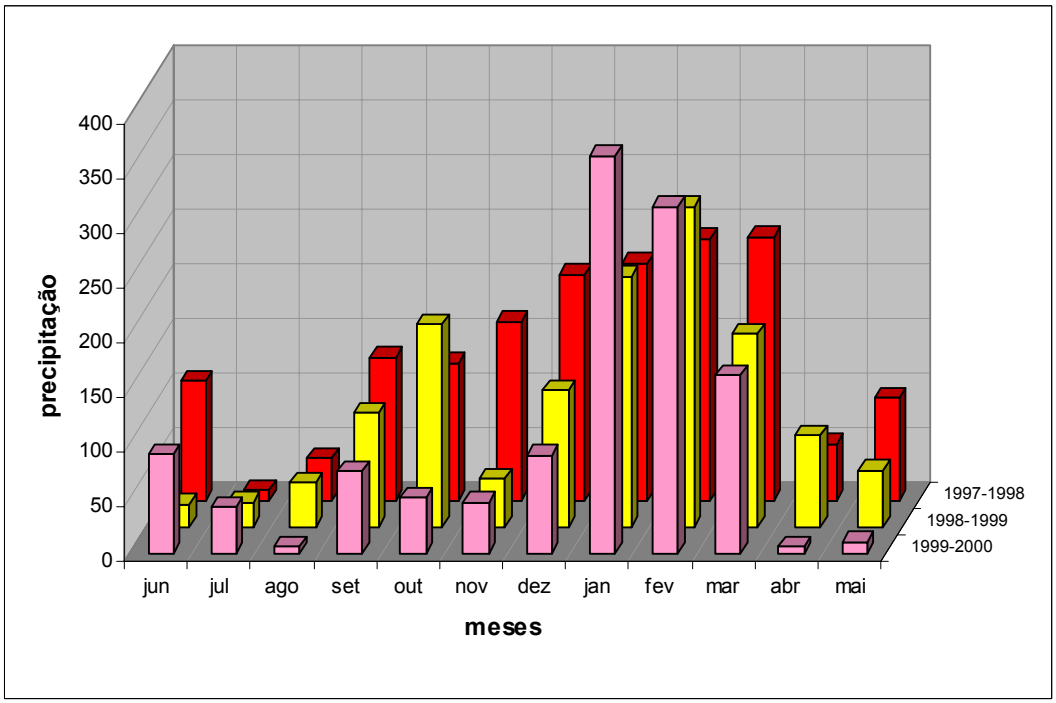


FIGURA 4.3. Dados de precipitação mensal na cidade de São Paulo (SP).

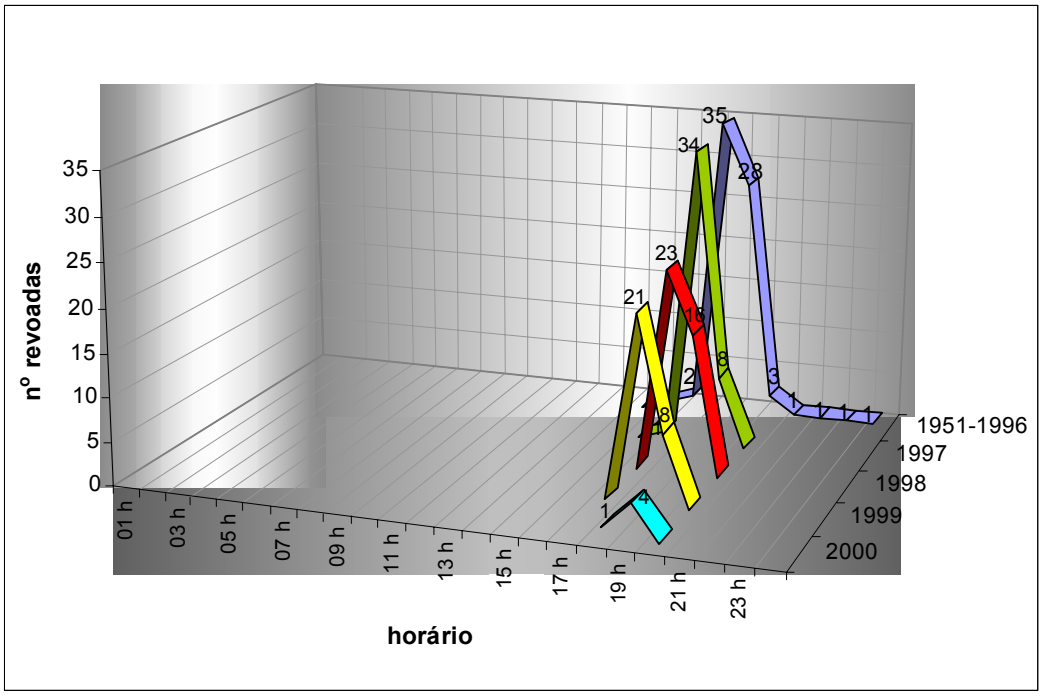


FIGURA 4.4. Horário preferencial das revoadas de *Coptotermes havilandi*, coletadas entre os anos de 1951 a 2000 nas cidades de São Paulo (SP) e Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

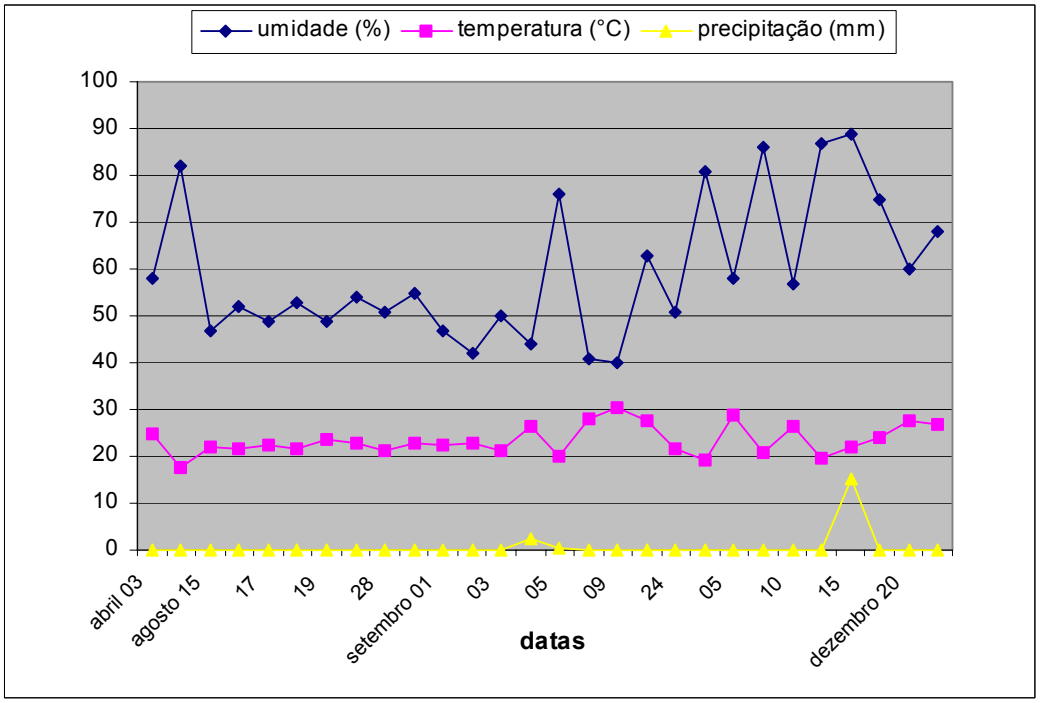


FIGURA 4.5. Dados de temperatura, umidade e precipitação presentes nos dias e horários das revoadas de *Coptotermes havilandi* no ano de 1997.

5. DESCRIÇÃO DOS NINHOS

RESUMO

Procurando ter uma visão mais completa da biologia de *Coptotermes havilandi*, estudei a arquitetura de ninhos coletados em edificações, no estado de São Paulo. A espécie, muitas vezes, constrói um ninho subterrâneo mas, havendo um suprimento constante de umidade em edificações, mesmo muitos andares acima do chão, não sente necessidade de contato com o solo, para a construção do ninho. No sudeste brasileiro, esta espécie geralmente estabelece suas colônias nos "caixões perdidos" dos edifícios. No aspecto geral, o ninho se parece com os ninhos descritos para outras espécies de *Coptotermes*. Os túneis de forrageamento podem ser construídos sem apoio contínuo com o substrato, possibilitando o alcance de locais que não se encontram em contato, o que aumenta as possibilidades de colonização desta espécie. Não observei câmara real em nenhum dos ninhos estudados e, em apenas um deles, encontrei uma rainha primária não fisogástrica.

5.1 INTRODUÇÃO

Os ninhos dos cupins são estruturas mais ou menos complexas, onde existe um certo controle do microclima interno (temperatura e umidade) e onde as colônias encontram proteção contra os inimigos (DOMINGOS 1983). Conhecer as diferenças estruturais dos ninhos de diferentes espécies, contribui para o maior entendimento da sua biologia, comportamento e inter-relação com fatores ambientais.

Entre os Rhinotermitidae, os que constróem ninhos mais elaborados são os *Coptotermes* (EMERSON 1938). Ao contrário de outros cupins subterrâneos, espécies deste gênero podem construir ninhos também acima da superfície do solo, geralmente em árvores vivas e edificações (LAI *et al.* 1983). Alguns experimentos têm demonstrado o sucesso de infestações de *Coptotermes*, conhecidas como "aéreas", com estabelecimento de novas colônias, sem a necessidade de comunicação com o solo, quando as condições de umidade são satisfatórias (SU *et al.* 1989; 1990; CANCELLO & PONTE 1991; LELIS 1995).

No Amazonas, são encontrados principalmente em troncos em decomposição, bastante úmidos, mas também no solo livre, em cupinzeiros de barro sobre o solo e, algumas vezes, sob fezes de gado; é o único gênero conhecido, em todo o mundo, que constrói seu ninho em forma de montículo de terra (cupinzeiro) e não pertence à família Termitidae (BANDEIRA 1979). Em florestas de várzea do rio Amazonas, colônias de *Coptotermes* usam extensões epígeas dos ninhos de *Anoplotermes*, para sobreviver às enchentes (MARTIUS 1994).

Apesar desta espécie estar, há tempos, bem estabelecida no Brasil, somente em 1995, foi feito o registro do descobrimento de um ninho, com uma rainha fisogástrica e dois machos neotênicos, instalado no 20º andar de um edifício, na cidade de São Paulo (LELIS 1995). Ninhos onde os reprodutores se encontravam ausentes, já foram anteriormente referidos na literatura (GONÇALVES & D'ARAUJO E SILVA 1962; CANCELLO & PONTE 1991).

Procurando ter uma visão mais completa da biologia de *C. havilandi*, acompanhei algumas inspeções realizadas por empresas de controle de pragas em edificações, nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, na tentativa de encontrar ninhos desta espécie, para estudar a sua arquitetura.

5.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Ninhos de *C. havilandi* foram coletados pelo professor Marcelo Turra Ponte, em diferentes edificações, no estado de São Paulo. Após a coleta, os ninhos foram levados para o Laboratório de Criação de Isoptera do MZUSP, que possui uma sala climatizada à temperatura de 27 ºC (± 1 ºC) e umidade relativa do ar de 85-90% (± 5%), condições similares às encontradas nos "caixões perdidos" das edificações, onde esta espécie geralmente estabelece suas colônias, no sudeste brasileiro.

Para a manutenção de ninhos ou parte de colônias, em laboratório, utilizei aquários de vidro ou recipientes de polietileno de vários tamanhos, dependendo do tamanho do ninho, e preenchi estes recipientes com uma camada de cerca de 2-3 cm de vermiculita úmida. Este tipo de substrato, mantém a umidade necessária e pode ser utilizado pelos cupins, como material de construção. Como fonte alimentar, coloquei pedaços de madeira de *Pinus* parcialmente enterrados na vermiculita. Os ninhos

foram colocados nesses recipientes e estes foram colocados sobre quatro pequenos suportes, que ficam dentro de bandejas com água, formando uma barreira, para impedir que os cupins fujam.

Tomei medidas de altura, largura e comprimento e fiz o cálculo do volume. Para o estudo da estrutura dos ninhos, fiz cortes transversais e longitudinais e observei composição, localização e distribuição das câmaras e eventual evidência do par real ou de substituição.

Nas descrições dos ninhos, adotei a terminologia empregada por NOIROT (1970).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Descrições

Sob condições favoráveis, os ninhos podem ser encontrados em, praticamente, qualquer lugar. A espécie, muitas vezes, constrói um ninho subterrâneo mas, havendo um suprimento constante de umidade em edifícios, mesmo muitos andares acima do chão, não há necessidade de contato com o solo, para a construção do ninho. No sudeste brasileiro, esta espécie geralmente estabelece seus ninhos, policálicos, nos "caixões perdidos" das edificações.

Examinei um total de quatro ninhos:

- Coletado no Cambucí, São Paulo (SP) em julho/1997 por M. T. Ponte
  Medidas: 41 X 37 X 22 cm. Volume: 33.374 cm^3.
- Coletado no Guarujá (SP) em outubro/1997 por M. T. Ponte
  Medidas: 21 X 19 X 16 cm. Volume: 6.384 cm^3.
- Coletado no Guarujá (SP) em outubro/1997 por M. T. Ponte
  Medidas: 26 X 41 X 29 cm. Volume: 30.914 cm^3.
- Coletado no Jardim Paulista, São Paulo (SP) em junho/1998 por M. T. Ponte
  Medidas: 63 X 57 X 29 cm. Volume: 104.139 cm^3.

A forma do ninho varia, de uma esfera perfeita até uma elipse. A coloração, vai do marrom escuro, quase preto, ao castanho-acinzentado, de acordo com o substrato utilizado na construção, sendo mais escuro nas camadas externas e, marrom claro, nas camadas mais internas. Sua coloração bem escura, deve-se também ao

grande teor de umidade em que esses ninhos se encontram. As áreas que foram construídas por último, são mais escuras do que o restante do ninho.

O ninho é feito de "cartão". Este termo é empregado para designar a substância frágil, feita de solo e substâncias celulósicas mastigadas, cimentadas com saliva e fezes dos cupins. Os túneis são construídos da mesma maneira. Quanto maior o ninho, maior a sua dureza, sendo geralmente bastante resistente. A superfície externa é constituída de uma lâmina fina, irregular e mais ou menos áspera ao toque, sendo, também, mais dura que o interior.

A estrutura interna do ninho apresenta uma estrutura alveolar formada por camadas de câmaras alongadas superpostas, concêntricas (interligadas por canais), mais ou menos homogêneas. Há pouca diferença entre as camadas internas e externas. As câmaras são bastante variáveis, em forma e tamanho e apresentam um certo achatamento perpendicular, em relação à parte central do ninho. Sua superfície é mais ou menos lisa, com paredes de cerca de 0,5 a 1,0 mm de espessura e câmaras de cerca de 3 a 5 mm de altura. Elas se comunicam umas com as outras através de passagens interligadas e de orifícios de cerca de 1 a 2 mm de diâmetro. A parte do ninho que se encontra em contato com a estrutura na qual se apoia, é mais fina que o restante. Algumas vezes, encontrei blocos de madeira, parcialmente deteriorados, nas áreas internas de alguns ninhos. Seus caminhos e as cavidades, internos ao ninho, ou ao substrato em que se encontram, são sempre revestidos por camadas de excrementos secos, que são expelidas na forma de pequenas pelotas, as quais dão um aspecto pontuado de cor marrom. De acordo com FONTES (1979), na superfície interna das paredes, pode-se observar a presença de marcas de 2 tipos: manchas lisas em mosaico, resultado da deposição de pelotas fecais, e pequenos sulcos, impressos em todas as direções, pelo aparelho bucal dos operários. Em sua descrição de um ninho de *C. havilandi*, LELIS (1995) afirmou que, no aspecto geral, o ninho se parecia com os ninhos descritos para outras espécies de *Coptotermes* asiáticas, que podem ser vistos no trabalho de GRASSÉ (1984).

Os operários de *C. havilandi*, sempre que deixam o ninho, em busca de uma fonte de alimento, constróem túneis cobertos que utilizam como passagens. Esses túneis de forrageamento são uma parte importante do complexo do ninho e servem, não apenas para sua proteção contra os predadores mas, acima de tudo, para manter a temperatura estável e a umidade elevada, essencial para a sua sobrevivência. Os

túneis têm geralmente 5 mm largura mas, algumas vezes, podem ter 10 mm. Túneis de forrageamento também podem ser construídos sem apoio contínuo com o substrato, possibilitando o alcance de locais que não se encontram em contato entre si (FIG. 5.3), o que aumenta as possibilidades de colonização desta espécie.

Neste gênero, os ninhos podem ser de dois tipos: no ninho principal encontram-se os reprodutivos primários e funciona como o centro de criação da colônia; ninhos suplementares podem se formar, quando grandes quantidades de operários e soldados que forrageiam muito longe do ninho primário, se transformam em focos auto-suficientes com reprodutores neotênicos (COATON & SHEASBY 1976).

Não observei câmara real, em nenhum dos ninhos estudados e, em apenas um deles, encontrei uma rainha primária não fisogástrica (FIG. 5.4). LELIS (1995) também relatou que não encontrou nenhuma câmara real no ninho por ele estudado. KALSHOVEN (1962), estudou 17 ninhos de *C. havilandi* em Java, em 10 dos quais, a rainha foi encontrada. De acordo com este autor, a rainha pode ser encontrada em qualquer parte do ninho, correndo, quando é perturbada. Um fato interessante é que, quando os neotênicos se desenvolvem, geralmente ocorrem em grande número. Em um destes 10 ninhos estudados por KALSHOVEN (*op. cit.*), ele encontrou nove rainhas neotênicas. Para *C. formosanus*, OSHIMA (1919) registrou cerca de 15 rainhas neotênicas, em um ninho na Tailândia; BEAL (1967) observou 75 rainhas neotênicas e um rei, na Louisiana (EUA); e BESS (1970) constatou 200 neotênicos, em 2 colônias diferentes, no Havaí.

É comum a utilização dos ninhos de cupins por outros animais, principalmente artrópodos, como abrigo. Os animais que se associam aos ninhos de cupins, são designados termitófilos (que têm uma relação obrigatória com o ninho durante, pelo menos, uma fase da vida) ou termitariófilos (que não têm essa relação obrigatória), sendo eles, comensais ou predadores. Nos ninhos coletados, foram observados os seguintes artrópodos termitariófilos: Blattaria, Coleoptera, Araneae, Diplopoda e Chilopoda. Como era esperado, não foi observado o inquilinismo (associação com outras espécies de cupins).

No Brasil, não se tem ocorrência de ninhos de *C. havilandi*, em ambientes naturais. Em área urbana, são freqüentemente encontrados em "caixões perdidos": espaços vazios situados nos vãos, entre os andares das edificações. Esses locais são

isolados e geralmente abrigam grande quantidade de entulho celulósico, deixado por época da construção do edifício. Esses fatores, somados à facilidade de acesso a uma fonte de umidade (proporcionada pelos encanamentos, aquecedores de água, umidade proveniente de vazamentos etc), propiciam um ambiente ideal para o estabelecimento das colônias e construção dos ninhos. Há registro de um ninho, encontrado no subsolo de um edifício no Rio de Janeiro, em lugar úmido (GONÇALVES & D'ARAUJO E SILVA 1962). Os cupins passavam para os andares superiores, através dos conduítes da instalação elétrica, onde produziram entupimentos e curtos-circuitos. Em São Paulo, observei uma única colônia a estender-se através de muitos andares de um edifício, usando como "estradas" de passagem, os espaços vazios do sistema hidráulico. Os ninhos também são muito encontrados em árvores urbanas, nas cidades de São Paulo e do Rio de Janeiro, instalados nos troncos e sistemas radiculares de árvores vivas ou mortas. Os ataques em árvores vivas, começam pelos ramos mortos e as escavações se estendem, gradualmente, para a madeira sadia (KALSHOVEN 1962). As condições favoráveis, portanto, para o estabelecimento do par real, são: acesso a uma fonte de umidade, temperatura favorável, material celulósico disponível e um certo isolamento do ambiente externo.

Não se têm registros sobre a estrutura populacional de colônias de *C. havilandi*. Colônias de *C. formosanus*, entretanto, podem exceder nove milhões de indivíduos (TAMASHIRO *et al.* 1980).

5.3.2 Figuras

FIGURA 5.1. Aspecto geral externo de um ninho de *Coptotermes havilandi*.

FIGURA 5.2. Aspecto geral interno de um ninho de *Coptotermes havilandi*.

FIGURA 5.3. Exemplo de túnel de forrageamento de *Coptotermes havilandi* construído sem apoio contínuo, possibilitando o alcance de locais sem contato.

FIGURA 5.4. Madeira coberta por operários, soldados e uma rainha primária não fisogástrica de *Coptotermes havilandi*, provenientes de um ninho.

6. CONCLUSÕES

1. Além das cinco espécies conhecidas, *C. havilandi*, *C. formosanus*, *C. testaceus*, *C. crassus* e *C. niger*, reconheço agora 13 novos táxons, que apresento aqui como espécies novas. Este dado é sustentado pelas análises estatísticas: a função discriminante separou todas as espécies e as distâncias de Mahalanobis foram significativas, entre todos os táxons.
2. Os caracteres mais importantes para a identificação da casta dos soldados de *C. havilandi*, são: a forma da cabeça, variações nas margens laterais anteriores da cabeça e margem externa das mandíbulas, número de cerdas e ranhuras próximas à fontanela e, forma do pronoto.
3. Os caracteres mais importantes para a identificação da casta dos alados de *C. havilandi*, são: a forma da cabeça, a forma, posição e tamanho relativo dos ocelos, as marcas das inserções musculares, o arqueamento da sutura fronto-clipeal, a forma do pronoto e a presença de "micrasters" nas asas.
4. As fossetas anteriores de inserção do tentório, aqui utilizadas pela primeira vez, podem representar uma ferramenta a mais, na identificação de algumas espécies de *Coptotermes*.
5. Imagens de microscopia eletrônica de varredura não evidenciaram nenhuma estrutura importante neste gênero, além das observadas sob lupa.
6. Ao contrário de *C. havilandi*, cuja área de ocorrência se restringe a áreas costeiras ou próximas a estas, ou áreas modificadas pelo homem, o material proveniente de regiões do interior do Brasil, onde existe pouca ou nenhuma influência humana, indicam que algumas espécies, que aqui considero como novas, devem ser endêmicas do local. Entre estas, cito as espécies *C.* sp.A, *C.* sp.B, *C.* sp.D, *C.* sp.E, *C.* sp.J, *C.* sp.L e *C.* sp.P.
7. Apesar do grande número de material estudado (730 amostras), grandes áreas geográficas, em especial no interior da região norte e nordeste do Brasil e países do norte da América do Sul e da América Central, ainda carecem de material

representativo e acredito que, com coletas mais extensivas, este número possa aumentar significativamente.

8. Mesmo com o grande número de espécies novas aqui propostas, o número de amostras que não consegui identificar foi muito alto, o que evidencia a necessidade de estudos mais abrangentes para este gênero, não devendo ficar restritos ao escopo de uma tese de doutoramento.

9. O sucesso no estabelecimento das colônias de *C. havilandi*, nos diferentes tipos de substratos utilizados, inclusive nos que se aparentam pouco propícios, como areia e papel-filtro, evidenciam a grande plasticidade desta espécie para a formação de novas colônias. Isto deve ser levado em consideração, para um melhor trabalho de prevenção ao ataque desta espécie.

10. Geralmente, a escolha de um local apropriado para fundar o ninho, nos *C. havilandi*, é completada em menos de 24 horas.

11. O tipo de substrato influencia várias características da biologia de *C. havilandi*, como por exemplo, taxa de sobrevivência das colônias, tempo de pré-postura, período de incubação dos ovos, tempo de duração e taxa de mortalidade entre os instares dos operários, tempo para a muda e porcentagem da casta de soldados, número e viabilidade de indivíduos por colônia.

12. Durante o período inicial de colonização, ambos, macho e fêmea de *C. havilandi*, são ativos e eles mesmos cuidam do ninho e dos primeiros jovens.

13. Em colônias de laboratório, fêmeas reprodutoras de *C. havilandi* apresentam um padrão de oviposição mais ou menos constante, ao longo de um ano.

14. A partenogênese não foi observada para esta espécie: ovos postos por fêmeas virgens, não tiveram desenvolvimento embriológico.

15. Em colônias de *C. havilandi*, antes do nascimento dos operários, o comportamento de alerta é feito pelos reprodutores. Com o nascimento dos operários e aparecimento dos soldados, os reprodutores deixam de ter este comportamento, que passa a ser feito exclusivamente por aqueles.

16. Nesta espécie, o nascimento das “larvas” nunca é um processo isolado, sendo sempre auxiliado, ou pelos reprodutivos, no início das colônias, ou pelos operários, em colônias mais velhas.

17. O comportamento de “grooming”, dos reprodutores ou dos operários, é de vital importância para os recém-emergidos. Sem o “grooming”, estes morrem em poucas horas.

18. O primeiro ínstar é a fase mais crítica nesta espécie, onde os indivíduos encontram-se mais vulneráveis, ocorrendo mais de 70% das mortes.

19. Apenas a partir do aparecimento de operários de 3^{o} ínstar, é iniciada a construção de túneis de forrageamento.

20. Não obstante a alta mortalidade ocorrida no substrato de papel-filtro, a boa performance conseguida neste tipo de substrato, sugere uma estratégia de *C. havilandi*, em otimizar os recursos pouco favoráveis disponíveis e acelerar o desenvolvimento. A impossibilidade da construção de uma “câmara nupcial” e de túneis de forrageamento, neste substrato, também podem ter contribuído para uma maior economia de energia, o que resultou em um desenvolvimento mais rápido e mais produtivo.

21. O tamanho da placa de criação (espaço disponível) é um fator limitante para o desenvolvimento da colônia.

22. *C. havilandi* é capaz de estabelecer, com sucesso, novas colônias, sem contato com o solo e, portanto, não deveria mais ser chamada de “cupim subterrâneo” ou “cupim de solo”.

23. Além do período de pico das revoadas (entre agosto e outubro), *C. havilandi* é capaz de fazer revoadas menores isoladas, irregularmente, durante quase todo o ano, começando no mês de junho de um ano e terminando no mês de março ou abril do ano seguinte, com apenas uma interrupção, entre os meses de maio e junho (final do outono). Este padrão de distribuição de revoadas, muito amplo, evidencia a comparativamente alta plasticidade desta espécie, com maior possibilidade de dispersão dos indivíduos, assim como a grande capacidade reprodutiva da espécie, com a produção de alados, durante quase o ano inteiro.

24. Em São Paulo, *C. havilandi* geralmente revoa após o pôr-do-sol, com a maior parte das revoadas ocorrendo entre às 18 e 19 horas. Existem, entretanto, exceções bem distantes da média e revoadas isoladas podem ser observadas desde às 15

horas, sob forte incidência solar, até tão tarde quanto meia-noite. Estes resultados, sugerem, mais uma vez, a alta plasticidade da espécie na dispersão dos alados.

25. As revoadas mais fortes (de maior duração e com maior número de indivíduos) ocorrem sempre em agosto e, geralmente, em dias próximos ou consecutivos. Nessas revoadas houve uma combinação (cinco horas antes dos vôos) de temperaturas máximas, ou próximas das máximas diárias, e de umidades relativas do ar mínimas, ou próximas das mínimas diárias, para o mês em questão.

26. O padrão de revoadas de *C. havilandi* coincidiu com o início da época das chuvas, mas o dia e a hora de ocorrência das revoadas não parecem estar limitados ou dependentes de condições ambientais muito estritas de temperatura, umidade, precipitação e luminosidade. Sugiro aqui, que as revoadas seriam controladas, por um relógio biológico interno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMSON, A.M. 1938. Notes on termites destructive to buildings in the Lesser Antilles. **Trop. Agric., 15**(10): 220-224.

ADAMSON, A.M. 1946. Termites in Trinidad and Tobago, B.W.I. **Trop. Agric., 23**(12): 221-223.

AHMAD, M. 1950. The phylogeny of termite genera based on imago-worker mandibles. **Bull. Am. Mus. nat. Hist., 95**(2): 37-86.

ARAUJO, R.L. 1958. Contribuição à biogeografia dos térmitas de São Paulo, Brasil (Insecta, Isoptera). **Arq. Inst. Biol., 25**: 185-217.

ARAUJO, R.L. 1970. Termites of the Neotropical Region. **In:** Krishna, K. & Weesner, F.M. (eds.). **Biology of termites**. New York & London, Academic Press. v.2, p. 527-576.

ARAUJO, R.L. 1977. **Catálogo dos Isoptera do Novo Mundo**. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências. 92 p.

ARAUJO, R.L. 1980. Térmitas prejudiciais às madeiras. **In:** Mariconi, F.A.M.; Zamith, A.P.L.; Araujo, R.L.; Oliveira Filho, A.M. & Pinchin, R. (eds.). **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas. Animais invasores dos domicílios e de outras construções**. São Paulo, Livraria Nobel. v. 3, p. 100-123.

ARNETT, R.H.; SAMUELSON, G.A. & NISHIDA, G.M. 1993. **The Insect and Spider Collections of the World. 2**. Florida, Ed. Gainesville, Sandhill Crane Press, Inc. 310 p.

ATCHLEY, W.R. & ANDERSON, D. 1978. Ratios and the statistical analysis of biological data. **Syst. Zool., 22**: 71-78.

BANDEIRA, A.G. 1979. Notas sobre a fauna de cupins (Insecta, Isoptera) do Parque Nacional da Amazônia (Tapajós), Brasil. **Bolm Mus. Para. Emílio Goeldi, n. sér. Zool., 96**: 1-12.

BANDEIRA, A.G. 1981. Ocorrência de cupins (Insecta, Isoptera) como pragas de mandioca em Bujaru, Pará. **Acta Amazonica, 11**(1): 149-152.

BANDEIRA, A.G. 1998. Danos causados por cupins na Amazônia Brasileira. **In:** Fontes, L.R. & Berti Filho, E. (eds.). **Cupins - o desafio do conhecimento**. São Paulo, Piracicaba, FEALQ. 512 p.

BANDEIRA, A.G.; GOMES, J.I.; LISBOA, P.L.B. & SILVA E SOUZA, P.C. 1989. Insetos pragas de madeiras de edificações em Belém - Pará. **EMBRAPA, Bolm Pesq., 101**: 1-25.

BANDEIRA, A.G. & MACAMBIRA, M.L.J. 1988. Térmitas de Carajás, estado do Pará, Brasil: composição faunística, distribuição e hábito alimentar. **Bolm Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Zool., 4**(2): 175-190.

BANDEIRA, A.G. & VASCONCELLOS, A. 1999. Estado atual do conhecimento sistemático e ecológico sobre os cupins (Insecta, Isoptera) do Nordeste Brasileiro. **Revta Nordestina Biol., 13**(1/2): 37-45.

BANKS, N. 1918. The termites of Panamá and British Guiana. **Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 38**(17): 659-667.

BASALINGAPPA, S. 1970. Environmental hazards to reproductives of *Odontotermes assmuthi* Holmgren. **Indian Zool., 1**: 45-50.

BEAL, R.H. 1967. Formosan invader. **Pest Control, 35**(2): 13-17.

BEAL, R.H. & STAUFFER, L.S. 1967. How serious the Formosan Termite invasion?. **Forests & People Mag., 34**: 3 p.

BECKER, G. 1969. Rearing of termites and testing methods used in the laboratory. **In:** Krishna, K. & Weesner, F.M. (eds.). **Biology of Termites**. New York, Academic Press. v. 1, p.351-379.

BESS, H.A. 1970. Termites of Hawaii and the oceanic islands. **In:** Krishna, K. & Weesner, F.M. (eds.) **Biology of Termites**. New York, Academic Press. v. 2, p. 449-475.

BOVEN, J.K.A. VAN. 1969. The termite types of the Wasmann collection in the Natuurhistorisch Museum of Maastricht. **Publ. Natuurh. Gen. Limburg, 19**(132): 37-61.

BRANDÃO, D. 1996. **Estudo sobre o padrão de revoadas de uma comunidade de térmites no Parque Nacional das Emas, Goiás**. Campinas, SP, Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, 104 p. (Tese de Doutorado)

BREZNAK, J.A.; BRILL, W.J.; MERTINS, J.W. & COPPEL, H.C. 1973. Nitrogen fixation in termites. **Nature, 244**(5418): 577-580.

BROWN, R.W. 1954. **Composition of scientific words: manual of a methods and lexicon of materials for the practice of logatechnicas**. Washington, R.W.B. 882 p.

BURMEISTER, H.C.C. 1839. Gymmognatha. **In: Handbuch der Entomologie.** Berlim, G. Reiner. v. 2, p. 757-768.

CALABAY, J.H. & GAY, F.J. 1956. The distribution and biology of the genus *Coptotermes* (Isoptera) in western Australia. **Austr. J. Zool., 4**: 19-39.

CANCELLO, E.M. & PONTE, M.T. 1991. *Coptotermes havilandi* (Isoptera: Rhinotermitidae): hipótese de uma outra forma de infestação em edifícios altos e descrição do ninho. Congresso Brasileiro de Zoologia, 18º. **Resumos**. Salvador, Universidade Federal da Bahia. p. 211.

CHALUMEAU, F. 1981. Capture de *Termitodius peregrinus* Hinton en Guyane et notes diverses. (Coleoptera: Scarabaeidae: Aphodiinae: Phypariini). **Bull. Soc. Ent. Mulhouse, 1981**: 13-16.

CHAUDHRY, G.U. 1954. A useful termite. **Pakistan J. Forestry, 4**: 31-32.

CHAUDHRY, M.I. & AHMAD, M. 1972. **Termites of Pakistan - Identity, distribution and ecological relationships (Final technical report)**. Pakistão, Peshwar, Pakistan Forest Institute. 70 p.

CHHOTANI, O.B. 1985. Distribution and zoogeography of the oriental termites of families Termopsidae, Hodotermitidae, Stylotermitidae and Rhinotermitidae. **Z. angew. Ent., 100**(1): 88-95.

COATON, W.G.H. & SHEASBY, J.L. 1976. National survey of the Isoptera of southern Africa. 11. The genus *Coptotermes* Wasmann (Rhinotermitidae: Coptotermitinae). **Cimbebasia (A), 3**: 139-172.

COLLINS, N.M. 1981. The role of termites in the decomposition of wood and leaf litter in the Southern Guinea Savanna of Nigeria. **Oecologia, 51**: 389-399.

CONSTANTINO, R. 1998. Catalog of the living termites of the New World (Insecta: Isoptera). **Arq. Zool. (São Paulo), 35**(2):135-231.

COOK, T.J. & GOLD, R.E. 2000. Effects of different cellulose sources on the structure of the hindgut flagellate community in *Reticulitermes virginicus* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology, 35**(1): 119-130.

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

COSTA LIMA, A.M. 1936. Insetos do Brasil. XIV. Isoptera. **O Campo (Rio de Janeiro) 7**(83): 8-17.

COSTA LIMA, A.M. 1939. Termites. **In: Insetos do Brasil**. Rio de Janeiro, Escola Nacional de Agronomia. v. 1, p. 236-327. (Série Didática, nº 2)

CROSLAND, M.W.J.; LI, G.-X.; HUANG, L.-W. & DAI, Z.-R. 1994. Switch to single sex alate production in a colony of the termite, *Coptotermes formosanus*. **J. Ent. Sci., 29**(4): 523-525.

DALY, H.V. 1985. Insect morphometrics. **Ann. Rev. Ent., 30**: 415-438.

DARLINGTON, J.P.E.C.; SANDS, W.A. & POMEROY, D.E. 1977. Distribution and post-settlement survival in the field by reproductive pairs of *Hodotermes mossambicus* Hagen (Isoptera: Hodotermitidae). **Insectes Soc., 24**: 353-358.

DE GEER, C. 1778. **Mémoires pour servir à l'histoire des insectes**. Stockholm. v. 7. 950 p.

DELAPLANE, K.S. 1991. Tests for intraspecific agonism in a Louisiana population of *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae). **J. Ent. Sci., 26**(3): 357-359.

DESNEUX, J. 1904. Isoptera. Fam. Termitidae. **In:** Wytsman, P.A.G. **Genera Insectorum**. Bruxelles. v. 25, 52 p.

DICE, L.R. & LERAAS, H.J. 1936. A graphic method for comparing several sets of measurements. **Contr. Lab. Vertebr. Genet., 3**: 1-3.

DIETZ, H.F. & SNYDER, T.E. 1924. Biological notes on the termites of the Canal Zone and adjoining parts of the Republic of Panama. **J. Agric. Res., 26**(7): 279-302.

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

DUDLEY, P.H. & BEAUMONT, J. 1890. Termites of the Isthmus of Panama. Part II. **Trans. New York Acad. Sci., 9**: 157-180.

EDWARDS, R. & MILL, A.E. 1986. **Termites in buildings. Their biology and control**. Great Britain, Rentokil Limited. 261 p.

EMERSON, A.E. 1925. The termites of Kartabo, Bartica District, British Guiana. **Zoologica, N.Y., 6**(4): 291-459.

EMERSON, A.E. 1928. Termites of the Belgian Congo and the Cameroon. **Bull. Amer. Mus. nat. Hist., 57**(7): 401-574.

EMERSON, A.E. 1938. Termite nests - A study of the phylogeny of behavior. **Ecol. Monogr., 8**(2): 247-284.

EMERSON, A.E. 1939. Report of two cases of termite introduction of *Coptotermes*. p. 1-2. (mimeogr.)

EMERSON, A.E. 1940. ***Coptotermes havilandi* Holmgren and its introduction to various parts of the world**. 2 p. [nota da Universidade de Chicago]

EMERSON, A.E. 1955. Geographical origins and dispersions of termite genera. **Fieldiana Zool., 37**: 465-522.

ERNST, E. & ARAUJO, R.L. 1986. **A bibliography of termite literature 1966-1978**. John Wiley & Sons, Great Britain. 903 p.

ESCHERICH, K. 1911. **Termitenleben auf Ceylon**. Jena, Gustav Fisher. 262 p.

FABRICIUS, J.C. 1793. **Entomologia systematica emendata et auta; secundum classes, ordines... locis, observationibus, descriptionibus**. Hafniae. v. 2, p. 90.

FERRAZ, M.V. & CANCELLO, E.M. 1998-1999. Developmental biology of incipient colonies of *Coptotermes havilandi* (Isoptera: Rhinotermitidae) using different substrates under laboratory conditions. **In:** International Congress of IUSSI, 13º. **Proceedings**. Adelaide, Austrália. p. 161.

FERRAZ, M.V. & CANCELLO, E.M. 2000. Swarming behaviour of the economically most important termite, *Coptotermes havilandi*, in southeastern Brazil. **In:** International Congress of Entomology, 18º. **Abstracts**. Foz do Iguaçú, Brazil. p. 880.

FONTES, L.R. 1979. Os cupins. **Ciênc. Cult., 31**(9): 986-992.

FONTES, L.R & BERTI FILHO, E. 1998. **Cupins. O desafio do conhecimento**. São Paulo, Piracicaba, FEALQ. 512 p.

FONTES, L.R. & VEIGA, A.F.S.L. 1998. Registro do cupim subterrâneo, *Coptotermes havilandi* (Isoptera, Rhinotermitidae), na área metropolitana de Recife, PE. Congresso Brasileiro de Entomologia, 7º. **Resumos**. Rio de Janeiro. p. 1005.

FOWLER, H.G. & FORTI, L.C. 1990. Status and prospects of termite problems and control in Brazil. **Sociobiology, 17**(1): 45-56.

FULLER, C. 1925. A visit to Northern Zululand. **South African J. Nat. Hist., 4**: 269-276.

GAO, D.-R.; LAM, P.K.S. & OWEN, P.T. 1990. The taxonomy, ecology and management of economically important termites in China. **In:** Lam, P.K.S. & O'Toole, D.K. (eds.). **Pest Control Into the 90s: Problems and Challenges**. Japan, Applied Science Dept., City Polytechnic of Hong Kong. p. 26-61. (Conference Proceedings)

GAO, D.-R.; LAU, S.-K.; LAU, F.-Y. & ZHANG, H.-M. 1996. **Termites (Isoptera) of Hong Kong**. Beijing, Agricultural Scientech Press. [em chinês]

GAY, F.J. 1967. A world review of introduced species of termites. **Bull. Com. Sci. Ind. Res. Org., 286**: 1-88.

GAY, F.J. 1969. Species introduced by man. **In:** Krishna, K. & Weesner, F.M. (eds.). **Biology of Termites**. New York, Academic Press. v. 1, p. 459-494.

GAY, F.J. & GREAVES, T. 1940. The population of a mound colony of *Coptotermes lacteus* (Frogg.). **J. Counc. Sci. Ind. Res., 13**: 145-149.

GONÇALVES, C.R. & D'ARAUJO E SILVA, A.G. 1962. Observações sobre isópteros no Brasil. **Arq. Museu Nacional, 52**: 193-208.

GRASSÉ, P.-P. 1982. **Termitologia**. Paris, Masson. v. 1, 676 p.

GRASSÉ, P.-P. 1984. **Termitologia**. Paris, Masson. v. 2, 613 p.

GRASSÉ, P.-P. 1986. **Termitologia**. Paris, Masson. v. 3, 715 p.

GUIA POSTAL TELEGRÁFICO DO BRASIL. 1957. Rio de Janeiro, Maracanã Editora LTDA. 1347 p.

HAGEN, H.A. 1855. Monographie der Termiten (I). **Linn. Ent. Stettin. ent. Ver., 10**: 1-144; 270-325.

HAGEN, H.A. 1858a. Monographie der Termiten (II). **Linn. Ent. Stettin. ent. Ver., 12**: 4-342.

HAGEN, H.A. 1858b. **Catalogue of the specimens of neuropterous insects in the collection of British Museum**. London. Part I, Termitina. p. 1-34.

HAGEN, H.A. 1860a. Monographie der Termiten (III). **Linn. Ent. Stettin. ent. Ver., 14**: 73-99.

HAGEN, H.A. 1860b. Monographie der Termiten (IV). **Linn. Ent. Stettin. ent. Ver., 14**: 100-128.

HARRIS, W.V. 1959. Some termites of British Honduras. **Proc. R. Ent. Soc. London, ser. C, 24**(8): 30.

HARRIS, W.V. 1966. On the genus *Coptotermes* in Africa (Isoptera: Rhinotermitidae). **Proc. R. ent. Soc. Lond. (B), 35**(11-12): 161-171.

HAVERTY, M.I. 1977. The proportion of soldiers in termite colonies: a list and a bibliografy (Isoptera). **Sociobiology, 2**(3): 199-216.

HAVERTY, M.I. 1979. Soldier production and maintenance of soldier proportions in laboratory experimental groups of *Coptotermes formosanus* Shiraki. **Insectes Sociaux, 26**: 69-84.

HAVERTY, M.I.; NELSON, L.J. & PAGE, M. 1990. Cuticular hydrocarbons of four populations of *Coptotermes formosanus* Shiraki in the United States - Similarities and origins of introductions. **J. Chem. Ecol., 16**(5): 1635-1647.

HAVERTY, M.I.; NELSON, L.J. & PAGE, M. 1991. Preliminary investigations of the cuticular hydrocarbons from North American *Reticulitermes* and tropical and subtropical *Coptotermes* (Isoptera: Rhinotermitidae) for chemotaxonomic studies. **Sociobiology, 19**: 51-76.

HAVILAND, G.D. 1898. Observation on termites with descriptions of new species. **J. Linn. Soc. Lond. Zool., 26**: 358-442.

HENDERSON, G. 1996. Alate production, flight phenology, and sex-ratio in *Coptotermes formosanus* Shiraki, an introduced subterranean termite in New Orleans, Louisiana. **Sociobiology, 28**(3): 319-326.

HENDERSON, G. & DELAPLANE, K.S. 1994. Formosan subterranean termite swarming behavior and alate sex-ratio (Isoptera: Rhinotermitidae). **Ins. Soc., 41**(1): 19-28.

HIGA, S.Y. 1981**. Flight, colony foundation, and development of the gonads of the primary reproductives of the Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus* Shiraki.** Honolulu, University of Hawaii. 173 p. (PhD Thesis)

HIGA, S.Y. & BESS, H.A. 1974. The internal anatomy of the reproductive systems of young primary reproductives of the Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus* Shiraki (Rhinotermitidae: Isoptera). **Proc. Hawaii. Ent. Soc., 21**(3): 377-395.

HIGA, S.Y. & TAMASHIRO, M. 1983. Swarming of the Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus* Shiraki in Hawaii (Isoptera: Rhinotermitidae). **Proc. Hawaii. Ent. Soc., 24**(2/3): 233-238.

HILL, G.F. 1942. **Termites (Isoptera) from the Australian Region**. Melbourne, Council for Scientific and Industrial Research. 479 p.

HOLMGREN, N. 1906. Studien über südamerikanische Termiten. **Zool. Jb. Abt. 1. Syst. oekol., Geog. Biol., 23**: 521-676.

HOLMGREN, N. 1909. Termitenstudien (1). Anatomische Untersuchungen. **Kungl. Sven. Vet. Akad. Handl., 44**(3): 1-215.

HOLMGREN, N. 1911a. Termitenstudien (2). Systematik der Termiten. **Kungl. Sven. Vet. Akad. Handl., 46**(6): 1-86.

HOLMGREN, N. 1911b. Ceylon-Termiten: C. Haviland. **In:** Escherich, K. **Termitenleben auf Ceylon**. Jena, Gustav Fisher. p. 192.

HOLMGREN, N. 1912. Termitenstudien (3). Systematik der Termiten. **Kungl. Sven. Vet. Akad. Handl., 48**(4): 1-166.

HOLMGREN, N. 1913. Termitenstudien (4). Versuch einer systematischen Monographie der Termiten der orientalischen Region. **Kungl. Sven. Vet. Akad. Handl., 50**(2): 1-276.

HOWICK, C.D. & CREFFIELD, J.W. 1980. Intraspecific antagonism in *Coptotermes acinaciformis* (Froggatt) (Isoptera: Rhinotermitidae). **Bull. Ent. Res., 70**: 17-23.

HUANG L.-W. 1987. The growth of colony size in relation to increasing reproductive capacity od *Coptotermes formosanus* Shiraki. **Acta Ent. Sin., 30**(4): 393-396.

JONES, S.C.; LA FAGE, J.P. & HOWARD, R.W. 1988. Isopteran sex ratios: Phylogenetic trends. **Sociobiology, 14**(1): 89-156.

KALSHOVEN, L.G.E. 1962. Observations on *Coptotermes havilandi* Holmgr. (*javanicus* Kemn.) (Isoptera). **Beaufortia Ser. Miscell. Publ. Zool. Mus. Amsterdam, 9**(101): 121-137.

KEMNER, N.A. 1934. Systematische und biologische Studien über die Termiten Javas und Celebes. **Kungl. Sven. Vet. Akad. Handl., 13**(4): 1-241.

KING JR., E.G. 1971. **Biology of the Formosan subterranean termite, Coptotermes formosanus Shiraki, with primary emphasis on young colony development**. Baton Rouge, Louisiana State University. 223 p. (Ph.D. dissertation)

KING JR., E.G. & SPINK, W.T. 1974. Laboratory studies on the biology of the Formosan Subterranean Termite with primary emphasis on young colony development. **Ann. Ent. Soc. Am., 67**(6): 953-958.

KING JR., E.G. & SPINK, W.T. 1975. Development of incipient Formosan Subterranean Termite colonies in the field. **Ann. Ent. Soc. Am., 68**(2): 355-358.

KORMAN, A.K. & PASHLEY, D.P. 1991. Genetic comparisons among U. S. populations of Formosan Subterranean Termites. **Sociobiology, 19**(1): 41-50.

KRISHNA, K. 1961. A generic revision and phylogenetic study of the family Kalotermitidae (Isoptera). **Bull. Am. Mus. nat. Hist., 122**(4): 303-408.

KRISHNA K. & WEESNER F.M. (eds.). 1969. **Biology of termites**. New York, Academic Press. v. 1, 598 p.

KRISHNA K. & WEESNER F.M. (eds.). 1970. **Biology of termites**. New York, Academic Press. v. 2, 643 p.

LAI, P.-Y.; TAMASHIRO, M.; YATES, J.R.; SU, N.-Y.; FUJII, J.K. & EBESU, R.H. 1983. Living plants in Hawaii attacked by *Coptotermes formosanus*. **Proc. Hawai. Ent. Soc., 24**(2-3): 283-286.

LEE, K.E. & WOOD, T.G. 1971. **Termites and soils**. New York, Academic Press. v. 1, 251 p.

LELIS, A.T. 1978. Damage by wood-attacking insects in buildings in São Paulo State - Brasil. **Int. Res. Group Wood Preserv**. 8 p. (Doc. Nº IRG/WP/175)

LELIS, A.T. 1994. Termite problem in São Paulo City - Brazil. Congress of the International Union for the Study of Social Insects, IUSSI, 12º. **Resumos**. Paris, IUSSI. p. 253.

LELIS, A.T. 1995. A nest of *Coptotermes havilandi* (Isoptera, Rhinotermitidae) off ground level, found in the 20th story of a building in the city of São Paulo, Brazil. **Sociobiology, 26**(3): 241-245.

LELIS, A.T & LOPEZ, G.A.C. 1993. Impact socio-economique d'un allongement de la durée de service par un traitement préventif approprié. Application aux bois de construction utilisés en zone urbaine a haute densité de population. **2. Int. Symp. Wood Preserv**. 4 p. (Doc. Nº IRG/WP/93-50001)

LENZ, M.; BARRETT, R.A. & MILLER, L.R. 1986. The capacity of colonies of *Coptotermes acinaciformis* from Australia to produce neotenics (Isoptera; Rhinotermitidae). **Sociobiology, 11**(3): 237-244.

LENZ, M. & WILLIAMS, E.R. 1980. Influence of container, matrix volume and group size on survival and feeding activity in species of *Coptotermes* and *Nasutitermes* (Isoptera: Rhinotermitidae, Termitidae). **Mat. Org., 15**(1): 25-46.

LEONG, K.L.H.; TAMASHIRO, M.; YATES, J. & SU, N.-Y. 1983. Microenvironmental factors regulating the flight of *Coptotermes formosanus* Shiraki in Hawaii (Isoptera: Rhinotermitidae). **Proc. Hawai. Ent. Soc., 24**(2-3): 287-291.

LI, G.-X.; DAI, Z.-R. & YANG, B. 1994. Introduction to termite research in China. **J. Appl. Ent., 117**: 360-369.

LI, T.; HE, K.-H.; GAO, D.-R. & CHAO, Y. 1976. A preliminary study on the foraging behaviour of the termite *Coptotermites formosanus* (Shiraki) by labelling with iodine^{131}. **Acta Entomol. Sin., 19**: 32-38. [em Chinês, com resumo em inglês]

LIGHT, S.F. 1927. A new and more exact method of expressing important specific characters of termites. **Univ. Calif. Publ. Ent., 4**(5): 75-88.

LIGHT, S.F. 1929. Notes on Philippine termites, III. **Philippine J. Sci., 40**(4): 421-452.

LIGHT, S.F. 1933. Termites of western Mexico. **Univ. California Publs Ent., 6**(5): 79-164.

LINNAEUS, C. 1758. **Systema naturae per regna tria naturae...** 10 ed. Holmiae, Laur. Salvii. v. 1, 824 p.

LOGAN, J.W.M. 1992. Termites (Isoptera): a pest or resource for small farmers in Africa? **Trop. Sci., 32**: 71-79.

LOGAN, J.W.M.; COWIE, R.H. & WOOD, T.G. 1990. Termite (Isoptera) control in agriculture and forestry by nonchemical methods - a review. **Bull. Ent. Res., 80**(3): 309-330.

MARTIUS, C. 1994. Termite nests as structural elements of the Amazon floodplain forest. **Andrias, 13**: 137-150.

MARTIUS, C. 1998. Potenciais para o controle biológico de cupins (Insecta, Isoptera). **Revta bras. Ent., 41**(2-4): 179-194.

MATSUMURA, S. 1910. **Die schadlichen und nutzlichen insecten von Zuckerrohr Formosas**, Tokyo.

MILL, A.E. 1983. Observations on Brazilian termite alate swarms and some structures used in the dispersal of reproductives (Isoptera: Termitidae). **J. Nat. Hist., 17**(3): 309-320.

MILL, A.E. 1991. Termites as structural pests in Amazônia, Brazil. **Sociobiology, 19**: 339-348.

MOORE, B.P. 1968. Studies on the chemical composition and function of the cephalic gland secretion in Australian termites. **J. Insect Physiol., 14**(1): 33-40.

MOORE, B.P. 1969. *Biochemical studies in termites*. **In:** Krishna, K. & Weesner, F.M. (eds.). **Biology of Termites**. New York, Academic Press. v. 1, p. 407-432.

MORIMOTO, K. 1994. Current research on termites. **Shiroari, 98**: 3-7. [em japonês]

MOUTIA, A. 1936. Termites in Mauritius. **Bull. Dept. Agric. Mauritius Sci. Ser., 21**: 1-30.

NAKANO, O. & JOSÉ, L.A.A. 1995. **In:** Berti Filho, E. & Fontes, L.R. (eds.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, FEALQ. p. 81-84.

NICKLE, D.A. & COLLINS, M.S. 1992. The termites of Panama (Isoptera). **In:** Quintero, D. & Aiello, A. (eds.). **Insects of Panama and Mesoamerica: selected studies**. Oxford Univ. Press. p. 208-241.

NOGUEIRA, S.B. & SOUZA, A.J. DE. 1987. "Cupim do cerne", *Coptotermes testaceus* (Isoptera: Rhinotermitidae), uma praga séria para eucaliptos nos cerrados. **Brasil Florestal, 61**: 27-29.

NOIROT, C.H. 1970. The nests of termites. **In**: Krishna, K. & Weesner, F.M. (eds.). **Biology of Termites**. New York, Academic Press v. 2, p. 73-125.

NOIROT, C.H. 1995. The gut of termites (Isoptera). Comparative anatomy, systematics, phylogeny. I. Lower termites. **Ann. Soc. Entomol. Fr.(N.S.), 31**(3): 197-226.

NUTTING, W.L. 1969. Flight and colony foundation. **In:** Krishna, K. & Weesner, F.M. (eds.). **Biology of Termites**. New York Academic Press. v. 1, p. 233-282.

NUTTING, W.L. 1979. Termite flight periods: strategies for predator avoidance? **Sociobiology, 4**(2): 141-151.

NUTTING, W.L. & JONES, S.C. 1990. Methods for studying the ecology of subterranean termites. **Sociobiology, 17**(1): 167-189.

OSHIMA, M. 1909. **Report on Termites**. Government of Formosa, Tokyo. 45p. [em japonês]

OSHIMA, M. 1910. On Formosan termites. **Zool. Mag., Tokyo, 22**: 343-346; 376-382; 411-413.

OSHIMA, M. 1911. On the difference between *Leucotermes flaviceps* n. sp., *Leucotermes speratus* and the specific name of the termites found in Japan proper. **Insect World, 15**: 355-363.

OSHIMA, M. 1914. Notes on a collection of termites from the East Japan archipelago. **Annot. Zool. Jap. Tokyo, 8**: 553-582.

OSHIMA, M. 1919. Formosan termites and methods of preventing their damage. **Phillipp. J. Sci., 15**(4): 319-383.

OSHIMA, M. 1920. Formosan termites and methods of preventing their damage (extract from 1919 paper). **Hawai. Forester Agric., 17**(11-12): 314-321, 346-355.

OSTER, G.F. & WILSON, E.O. 1978. **Caste and Ecology in the Social Insects**. Princeton University Press. 352 p.

PANGGA, G.A. 1936. A biological study on some common Philippine termites. **Philipp. Agric., 25**: 233-265.

PAPAVERO, N. 1994. **Fundamentos práticos de taxonomia zoológica (coleções, bibliografia, nomenclatura)**. 2. ed. São Paulo, Editora da Universidade Estadual Paulista. 285 p.

PERES-NETO, P.R. 1995. Introdução a análises morfométricas. **In:** Peres-Neto, P.R.; Valentin, J.L. & Fernandez, F.A.S. (eds.). **Tópicos em tratamento de dados biológicos**. Rio de Janeiro, Instituto de Biologia. v. 2, p. 57-89.

QUENNEDEY, A. & DELIGNE, J. 1975. L'arme frontale des soldats de termites. I. Rhinotermitidae. **Ins. Soc., 22**(3): 243-267.

RATCLIFFE, F.N.; GAY, F.J. & GREAVES, T. 1952. **Australian termites - The biology, recognition, and economic importance of the common species**. Austrália, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. 124 p.

ROCES, F. & NÚÑEZ, J.A. 1989. Brood translocation and circadian variation of temperature preference in the ant *Camponotus mus*. **Oecologia, 81**: 33-37.

ROONWAL, M.L. 1964. Termite measurements and indices. **In: Etudes sur les Termite Africains**. Leopoldville, UNESCO. p. 69-75. (Un Coloque Internationale)

ROONWAL, M.L. 1970. Measurement of termites (Isoptera) for taxonomic purposes. **J. Zool. Soc. India, 21**(1): 9-66.

ROONWAL, M.L. 1975. Sex ratios & sexual dimorphism in termites. **J. Sci. Ind. Res. New Delhi, 34**: 402-416.

ROONWAL, M.L. 1977. Micro-sculpturing on termite wings (Isoptera), and its significance. **Proc. Zool. Soc. Calcutta, 28**(1975*):* 31-39.

ROONWAL, M.L. & CHHOTANI, O.B. 1962. **Indian Species of Termite Genus *Coptotermes***. New Delhi, Indian Council of Agricultural Research. 115 p.

ROONWAL, M.L.; VERMA, S.C. & THAKUR, M.L. 1979. Evolution and systematic significance of wing micro-sculpturing in termites (Isoptera). VI. Family Rhinotermitidae. **Proc. Indian Nat. Sci. Acad., 45 B**(4): 332-353.

RUELLE, J.E. 1996. "Taxonomic splitters" in China. **Isoptera Newsletter, 6(1)**: 1.

SANDS, W.A. 1965. Alate development and colony foundation in five species of *Trinervitermes* (Isoptera: Nasutitermitinae) in Nigeria, West Africa. **Ins. Soc., 12**:117-130.

SAUNDERS, D.S. 1966. Larval diapause of maternal origin – II. The effect of photoperiod and temperature on *Nasonia vitripennis*. **J. Insect Physiol., 12**: 569-581.

SCHEFFRAHN, R.H. 1997. Natural woodland infestations of *Cryptotermes brevis*. **Isoptera Newsletter, 7**(1): 2.

SEN-SARMA, P.K. 1974. Ecology and biogeography of the termites of India. **In:** Mani, M.S. (ed.). **Ecology and biogeography in India**. Hague, W. Junk. p. 421-472.

SHIRAKI, T. 1909. Honposan shiroari ni tsuite (On the termites of Japan). **Tokyo Nip. Konch. Kw. Ho.** or **Trans. ent. Soc. Japan, 2**(10): 229-242. [em japonês]

SILVESTRI, F. 1901. Nota preliminare sui termitidi sud-americani. **Boll. Mus. Zool. Anat. Comp. Univ. Torino, 16**(389): 1-8.

SILVESTRI, F. 1902. Note preliminari sui Termiti e Termitofili sudamericani. Frammenti biografici. **Boll. Mus. Zool. Anat. Comp. Torino, 17**: 1-29.

SILVESTRI, F. 1903. Contribuzione alla conoscenza dei Termiti e Termitofili dell'America meridionale. **Redia, 1**: 1-234.

SILVESTRI, F. 1928. Descrizioni di due nuove specie di Isoptera dell' Africa. **Boll. Lab. Zool. Gen. Agr. Portici, 21**: 91-95.

SJÖSTEDT, Y. 1926. Revision der Termiten Afrikas (3). **Kungl. Sven. Vet. Akad. Handl., 3**(1): 1-419.

SMYTHE, R.V. & MAULDIN, J.K. 1972. Soldier differentiation, survival, and wood consumption by normally and abnormally faunated workers of the Formosan termite, *Coptotermes* formosanus. **Ann. Ent. Soc. Am., 65**(5): 1001-1004.

SMYTHE, R.V. & WILLIAMS, L.H. 1972. Feeding and survival of two subterranean termite species at constant temperatures. **Ann. Ent. Soc. Am., 65**(1): 226-229.

SNYDER, T.E. 1922. New Termites from Hawaii, Central and South America, and the Antilles. **Proc. U. S. Nat. Mus., 61**(20): 1-32.

SNYDER, T.E. 1949. Catalog of the termites (Isoptera) of the world. **Smithson. misc. Collns., 112**: 1-490.

SNYDER, T.E. 1956. Annotated, subject-heading bibliography of Termites, 1350 B.C. to A.D. 1954. **Smithson. misc. Collns., 130**: 1-305.

SNYDER, T.E. 1961. Supplement to the annotated, subject-heading bibliography of Termites, 1955 to 1960. **Smithson. misc. Collns., 143**(3): 1-137.

SNYDER, T.E. 1968. Second supplement to the annotated, subject-heading bibliography of Termites, 1961-1965. **Smithson. misc. Collns., 152**(3): 1-188.

SPINK, W.T. 1967. The Formosan subterranean termite in Louisiana. **Louisiana State Univ. Cir., 89**: 1-12.

STUART, A.M. 1969. Social behavior and communication. **In:** Krishna, K. & Weesner, F.M. (eds.). **Biology of Termites**. New York, Academic Press. v. 1, p. 193-229.

SU, N.-Y. & LA FAGE, J.P.1986. Effects of starvation on survival and maintenance of soldier proportion in laboratory groups of the Formosan Subterranean Termite, *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinitermitidae). **Ann. Ent. Soc. Am., 79**(2): 312-316

SU, N.-Y. & LA FAGE, J.P.1987. Effects of soldier proportion on the wood-consumption rate of the Formosan Subterranean Termite (Isoptera: Rhinitermitidae). **Sociobiology, 13**(2): 145-151.

SU, N.-Y. & SCHEFFRAHN, R.H. 1987. Alate production of a field colony of the Formosan Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology, 13**(3): 209- 215.

SU, N.-Y. & SCHEFFRAHN, R.H. 1988. Foraging population and territory of the Formosan Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae) in an urban environment. **Sociobiology, 14**(2): 353-359.

SU, N.-Y.; SCHEFFRAHN, R.H. & BAN, P.M. 1989. Method to monitor initiation of aerial infestations by alates of the Formosan Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae) in high-rise buildings. **J. Econ. Entomol., 82**(6): 1643-1645.

SU, N.-Y.; SCHEFFRAHN, R.H. & BAN, P.M. 1990. High-rise termites. Aerial infestations of Formosan subterranean termite alates. **Pest Magn., 9**(2): 22-24.

SU, N.-Y.; SCHEFFRAHN, R.H. & WEISSLING, T. 1997. A new introduction of a subterranean termite, *Coptotermes havilandi* Holmgren (Isoptera: Rhinotermitidae) in Miami, Florida. **Florida Ent., 80**(3): 408-411.

SU, N.-Y. & TAMASHIRO, M. 1986. Wood-consumption rate and survival of the Formosan Subterranean Termite (Isoptera: Rhinitermitidae) when fed one of six woods used commercially in Hawaii. **Proc. Hawai. Entomol. Soc., 26**(1): 109-113.

SYLVESTER-BRADLEY, R.; BANDEIRA, A.G. & OLIVEIRA, L.A. 1978. Fixação de nitrogênio (redução de acetileno) em cupins (Insecta: Isoptera) da Amazônia Central. **Acta Amazônica, 8**(4): 621-627.

SYS, C. 1955. The importance of termites in the formation of latosols. **Sols Afr., 3**: 392-395.

TAMASHIRO, M.; YATES, J.R.; LAI, P.Y.; FUJII, J.K. & SU, N.-Y. 1980. Size and structure of *Coptotermes formosanus* Shiraki colonies in Hawaii. **In:** International Congress of Entomology, 16º. **Proceedings**. Kyoto, Japan. p. 311.

THORNE, B.L. 1983. Alate production and sex ratio in colonies of the Neotropical termite *Nasutitermes corniger* (Isoptera; Termitidae). **Oecologia, 58**: 103-109.

THORNE, B.L. 1996. Termite terminology. **Sociobiology, 28**(3): 253-263.

VANZOLINI, P.E. & PAPAVERO, N. 1968. **Índice dos topônimos contidos na carta do Brasil 1:1.000.000 do IBGE**. São Paulo, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. 201 p.

VAN ZWALUWENBURG, R.H. 1934. Longevity of *Coptotermes formosanus* Shiraki. **Proc. Hawaii. Ent. Soc., 8**: 383.

WALLER, D.A. & LA FAGE, J.P. 1986. Fire ant predation on subterranean termites: relative effectiveness of *Reticulitermes sp.* and *Coptotermes formosanus* Shiraki defenses (Isoptera; Rhinotermitidae). **Mat. Org., 21**: 291-299.

WANG, J. & GRACE, J.K. 1999. Current status of *Coptotermes* Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae) in China, Japan, Australia and the American Pacific. **Sociobiology, 33**(3): 295-305.

WASMANN, E. 1896. Viaggio di Leonardo Fea in Birmania e regioni vicine. LXXII. Neue Termitophilen und Termiten aus Indien. **Ann. Mus. Genova, 36**: 613-630.

WASMANN, E. 1902. Species novae Insectorum Termitophilarum ex America Meridionali. **Tijdschr. Entomol., 45**: 95-107.

WEESNER, F.M. 1956. The biology of colony foundation in *Reticulitermes hesperus* Banks. **Univ. Calif. Publ. Zool., 61**: 253-314.

WEESNER, F.M. 1965. **The termites of the United States - A handbook**. The National Pest Control Association. 67 p.

WILKINSON, W. 1962. Dispersal of alates and stablishment of new colonies in *Cryptotermes havilandi* (Sjöstedt) (Isoptera, Kalotermitidae). **Bull. Ent. Res., 53**: 265-286.

WILLIAMS, R.M.C. 1959. Colony development in *Cubitermes ugandensis* Fuller (Isoptera: Termitidae). **Ins. Soc., 6**: 291-304.

WILSON, E.O. 1971. Caste: Termites **In: The Insect Societies**. Cambridge, Harvad Univ. Press. Cap. 10, p. 183-196.

WILSON, E.O. 1992. Social insects as dominant organisms. **In:** Billen, J. (ed.) **Biology and Evolution of Social Insects**. Leuven (Belgium), Leuven University Press. p. 1-7.

WOOD, T.G. 1978. Food and feeding habits of termites. **In:** Brian, MV. **Production ecology of ants and termites**. New York, Cambridge University Press. p. 55-80.

WOOD, T.G. & SANDS, W.A. 1978. The role of termites in ecosystems. **In:** Brian, MV (ed.). **Production ecology of ants and termites**. Cambridge, Cambridge University Press. p. 245-292.

YATES, J.R. & TAMASHIRO, M. 1990. **The Formosan subterranean termite in Hawaii**. Honolulu, College of Tropical Agriculture and Human Resources. 4 p. (Research Extension Series 117)

ZIMMERMAN, E.C. 1948. **Insects of Hawaii**. Honolulu, Univ. of Hawaii Press. v. 2. p. 475.

ZORZENON, F.J. & POTENZA, M.R. 1998. Cupins: pragas em áreas urbanas. **Bolm Técn. Inst. Biol., 10**: 5-40.

BIOGRAFIA

- Título de Bacharel e Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Santa Úrsula (RJ) em 1987.
- Título de Mestre em Biologia Parasitária pela Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ (RJ) em 1992 com o estudo da biologia de duas espécies de Sarcophagidae (Insecta: Diptera).
- Prêmio MALBA TAHAN (Categoria: Melhor Livro Informativo), pela autoria do livro "Insetos" (Editora Salamandra), na 12ª Bienal Internacional do Livro de São Paulo em 1991.
- Curadoria da seção de Hymenoptera da Coleção Entomológica do Instituto Oswaldo Cruz - FIOCRUZ (RJ) de 1992 a 1995.
- Idealização e elaboração de uma exposição entomológica permanente no Instituto Oswaldo Cruz - FIOCRUZ (RJ) em 1993.
- Aprovação no "The College Entrance Examination Board" em 1997.
- Estágio de especialização em coleta, manejo e criação de cupins na Universidade da Flórida (EUA) em 1997.

ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS:

1. LOPES H.S. & FERRAZ, M.V. 1991. A new species of *Sinopiella* (Diptera: Sarcophagidae) from Brasília. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 86**(1): 103-105.
2. FERRAZ, M.V. 1992. Comparison of the reproductive behavior between isolated *Peckia chrysostoma* and *Adiscochaeta ingens* (Diptera: Sarcophagidae) females reared in laboratory. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 87**(1): 131-139.
3. FERRAZ, M.V. 1993. Interespecific competition between *Peckia chrysostoma* and *Adiscochaeta ingens* (Diptera: Sarcophagidae) larvae reared in laboratory. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 88**(2): 189-194.
4. FERRAZ, M.V. 1994. Longevity of adults of *Peckia chrysostoma* and *Adiscochaeta ingens* (Diptera: Sarcophagidae) reared with and without protein. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 89**(3): 421-424.
5. FERRAZ, M.V. 1995. Larval and pupal periods of *Peckia chrysostoma* and *Adiscochaeta ingens* (Diptera: Sarcophagidae) reared under laboratory conditions. **Mem. Inst. OswaldoCruz, 90**(5): 611-614.
6. FERRAZ, M.V. 1997. The type specimens of Apoidea (Hymenoptera) deposited in the Entomological Collection of Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 92**(3): 353-356.
7. FERRAZ, M.V. 1998. Larviposition and rearing media preferences of *Peckia chrysostoma* and *Adiscochaeta ingens* (Diptera: Sarcophagidae) larvae reared under laboratory conditions. **Revta bras. Ent., 41**(2-4): 225-228.

ARTIGOS CIENTÍFICOS APRESENTADOS EM CONGRESSOS E SEMINÁRIOS:

1. FERRAZ, M.V. 1994. Competição interespecífica entre larvas de *Peckia chrysostoma* e *Adiscochaeta ingens* (Diptera: Sarcophagidae) criadas em laboratório. **In:** Congresso Brasileiro de Zoologia, 20º. **Resumos**. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro. p. 34.
2. FERRAZ, M.V. 1994. Preferências de larviposição e de criação de larvas de *Peckia chrysostoma* e *Adiscochaeta ingens* (Diptera: Sarcophagidae) mantidas em laboratório. **In:** Congresso Brasileiro de Zoologia, 20º. **Resumos**. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro. p. 35.
3. FERRAZ, M.V. 1996. Longevidade de adultos de *Peckia chrysostoma* e de *Adiscochaeta ingens* (Diptera: Sarcophagidae) criados com e sem proteína. **In:** Congresso Brasileiro de Zoologia, 21º. **Resumos**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p. 118.
4. FERRAZ, M.V & CANCELLO, E.M. 1999. Developmental biology of incipient colonies of *Coptotermes havilandi* (Isoptera: Rhinotermitidae) using different substrates under laboratory conditions. **In:** International Congress of IUSSI, 13º. **Proceedings**. Adelaide, Austrália. p. 161.
5. FERRAZ, M.V. 1999. O estudo taxonômico das espécies de *Coptotermes* (Insecta: Isoptera) que ocorrem nas Américas. **In:** Semana dos Museus da USP, 2ª; Jornada Científica, 1ª. **Caderno de Resumos**. São Paulo, Museu de Zoologia da USP. p. 10.
6. FERRAZ, M.V & CANCELLO, E.M. 2000. Swarming behaviour of the economically most import termite, *Coptotermes havilandi*, in southeastern Brazil. **In:** International Congress of Entomology, 21º. **Abstracts**. Foz do Iguaçú, Brazil. p. 880.
7. ORTEGA, N.R.S.; MAGALHÃES, A.C.N. & FERRAZ, M.V. 2000. A social facilitation study between species of termites that present cannibalism. **In:** Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada, 23º. **Resumos**. São Lourenço, Minas Gerais.

LIVRO PUBLICADO:

1. FERRAZ, M.V. 1992. **Insetos**. Coleção "De Mãos Dadas Com a Natureza". Ed. Salamandra - RJ. 48 p.