

INSTITUTO BIOLÓGICO

PÓS-GRADUAÇÃO

LEVANTAMENTO, DIMENSIONAMENTO DE DANOS E MANEJO DE CUPINS SUBTERRÂNEOS E FORMIGAS CARPINTEIRAS EM ARBORIZAÇÃO URBANA.

FRANCISCO JOSÉ ZORZENON

Dissertação apresentada ao Instituto Biológico, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, para obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Área de Concentração: Sanidade Vegetal, Segurança Alimentar e o Ambiente.

Orientadora: Dra. Ana Eugênia de Carvalho Campos

**São Paulo
2009**



SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO BIOLÓGICO
Pós-Graduação

Av. Cons. Rodrigues Alves 1252
CEP 04014-002 - São Paulo – SP
pg@biologico.sp.gov.br



FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome do candidato: Francisco José Zorzenon

Título: LEVANTAMENTO, DIMENSIONAMENTO DE DANOS E MANEJO DE CUPINS SUBTERRÂNEOS E FORMIGAS CARPINTEIRAS EM ARBORIZAÇÃO URBANA.

Orientadora: Dra. Ana Eugênia de Carvalho Campos

Dissertação apresentada ao Instituto Biológico da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios para obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Área de Concentração: SANIDADE VEGETAL, SEGURANÇA ALIMENTAR E O AMBIENTE.

Aprovada em:

Banca Examinadora

Assinatura:

Prof. (a) Dr.(a): Ana Eugênia de Carvalho Campos (orientadora)

Instituição: Instituto Biológico

Assinatura:

Prof. (a) Dr.(a): Marcos Roberto Potenza

Instituição: Instituto Biológico

Assinatura:

Prof. (a) Dr.(a): Odair Correa Bueno

Instituição: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

DADOS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
Núcleo de Informação e Documentação - Biblioteca
Instituto Biológico
Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo

Zorzenon, Francisco José

Levantamento, dimensionamento de danos e manejo de cupins subterrâneos e formigas carpinteiras em arborização urbana / Francisco José Zorzenon. – São Paulo, 2009.

133 p.: il.

Dissertação (Mestrado) Instituto Biológico (São Paulo). Programa de Pós-Graduação.
Área de concentração: Sanidade Vegetal, Segurança Alimentar e o Ambiente

Linha de pesquisa: Manejo integrado de pragas e doenças em ambientes rurais e urbanos.
Orientador: Ana Eugênia de Carvalho Campos

Versão do título para o inglês: Survey, dimension of damage and management of subterranean termites and carpenter ants in urban trees.

1. Arborização urbana 2. Cupins subterrâneos 3. Formigas carpinteiras 4. Danos 5. Infestação e Controle 6. Levantamento I. Campos, Ana Eugênia de Carvalho II. Instituto Biológico (São Paulo). Programa de Pós-Graduação III. Título

DEDICATÓRIAS

Dedico este trabalho à minha esposa Carla, exemplo de ternura, paciência e amor a mim proporcionados em todos os momentos de nossas vidas juntos.

A meu primo e pesquisador científico Renato Borgonovi (*in memoriam*), por seus ensinamentos de vida e no campo da ciência.

Ofereço a minhas doces filhas Giulia e Helena, frutos de um lar de amor e harmonia.

Ofereço a minha querida irmã Graça, pelo fato de se fazer sempre presente em minha vida. Agradeço a Deus por você existir.

A minha orientadora e querida amiga Dra. Ana Eugênia C. Campos, modelo de profissionalismo, inteligência e amor à ciência.

Agradeço e dedico principalmente a Deus e a meus pais Antonio e Helena, almas iluminadas por Ele, que me fizeram trilhar por caminhos seguros. Sem vocês a minha vida não teria sentido nem existência.

AGRADECIMENTOS

Ao meu estimado amigo Douglas de Oliveira Rodrigues, pelo auxílio com as fórmulas matemáticas, pela força e companheirismo. Nas maiores dificuldades do trabalho e da minha vida, você sempre esteve lá.

Ao pesquisador Prof^o Dr. Odair Bueno, exemplo de dedicação à pesquisa científica, agradeço pelas valiosas sugestões.

Aos meus mais que amigos, os cunhados e cientistas natos, Rubens Madi e André Tozetti, agradeço pelas sugestões e apoio.

Ao colega e grande amigo pesquisador científico João Justi Junior, meus agradecimentos pelas idéias e incentivo.

Ao meu “irmão”, Francisco Carlos P. Ribeiro, pelo apoio e profunda amizade.

Agradeço ainda pelo auxílio e amizade incondicional, aos amigos: Rodrigo Menon, Joaquim Bicudo, Eraldo Tarallo, Adriano Alencar, José Carlos Ferreira, Francisco Honório, Caroline Oliveira, Ivy de Sá, Anderson Rocha, Anderson Farias, Danillo Mitsujima, Marcello Boock e a meu amigo e técnico de laboratório José Ap. Ribeiro da Rocha. Certamente sem a ajuda e amizade de vocês, eu não teria conseguido. A todos os estagiários e ex-estagiários do Laboratório de Entomologia Geral, amigos que tive a honra de orientar.

Aos integrantes da Sociedade Amigos da Colina das Flores, Cidade Jardim, São Paulo, meus respeitosos agradecimentos e em especial a Dra. Camila.

Aos professores e colegas de turma, meus mais sinceros reconhecimentos.

Aos mais que colegas, verdadeiros irmãos de jornada científica, pesquisadores científicos que de alguma forma me auxiliaram e me fortaleceram, Marcos Roberto Potenza, Valmir Antonio Costa, Miguel Francisco de Souza Filho, José Eduardo Marcondes de Almeida, Tércio Barbosa de Campos, Eliana C. Bergmann, Ana Maria de Faria, Silvia D. Imenes, Márcia Rebouças e Pedro Antonio Federsoni Jr., meu muito obrigado.

Aos diretores Eduardo Nogueira e Antonio Batista Filho, pela confiança e por acreditar em meu empenho.

Ao amigo Walter Graeber, bibliotecário do Instituto Biológico, pela ficha catalográfica.

Aos funcionários da secretaria da Pós-graduação, meus sinceros agradecimentos.

Ao Instituto Biológico e a todos os colegas de serviço público, uma “família” que faz parte integrante da minha história. A todos que de alguma forma me ajudaram a concluir mais este trabalho em minha vida de pesquisa científica, meu muito obrigado.

*“Comece fazendo o que é necessário,
depois o que é possível e
de repente, você estará fazendo o impossível.”*

Francisco de Assis

*“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um
novo começo, qualquer um pode começar
agora e fazer um novo fim”.*

Chico Xavier

*“A arte da vida consiste em
fazer da vida uma obra de arte”.*

Mahatma Gandhi

RESUMO

Devido à urbanização crescente e a ocupação desordenada de espaços naturais houve o agravamento das infestações por cupins subterrâneos e formigas carpinteiras tanto em árvores, quanto em edificações, parques e jardins. O diagnóstico geral de árvores, com visualização de declínio, amarelecimento, queda prematura de folhas, lesões e rachaduras entre outras, avança a probabilidade de infestações termíticas e por formigas carpinteiras. A prospecção interna de árvores vem como uma ferramenta auxiliar na precisão do diagnóstico arbóreo, estimando danos e determinando a probabilidade de tombamentos prematuros, visando evitar acidentes. Foram avaliados 1477 espécimes botânicos representados por árvores e palmeiras urbanas, presentes em jardins, praças e ruas públicas. A pesquisa foi realizada em área denominada Sociedade Amigos da Colina das Flores, no bairro Cidade Jardim na cidade de São Paulo entre Janeiro de 2004 a Agosto de 2008. O intuito foi o de determinar as espécies de cupins subterrâneos e formigas carpinteiras existentes, avaliar a presença de infestação na população arbórea e evidenciar a relação destas pragas com espécies nativas e exóticas, bem como realizar tratamentos curativos visando o controle das pragas citadas quando encontradas e qualificar sua eficiência. A amostragem arbórea determinou 29 famílias e 52 espécies botânicas, agrupadas em quatro conjuntos denominados Exóticas, Nativas, Palmeiras e Outras. A área avaliada possui uma rica diversidade arbórea, onde as árvores nativas são predominantes, seguidas numericamente pelas exóticas. Cupins subterrâneos das espécies *Coptotermes gestroi* Wasmann, 1896, *Heterotermes tenuis* (Hagen.), *Nasutitermes corniger* (Motstchulsky, 1855), *Neocapritermes opacus* (Hagen, 1858) e formigas carpinteiras *Camponotus atriceps* (Fr. Smith, 1858) *Camponotus crassus* (Mayr, 1862), *Camponotus sericeiventris* (Guérin, 1834), *Camponotus rufipes* (Fabricius, 1775), *Camponotus renggeri* (Emery, 1894) e uma espécie denominada *Camponotus* sp.1, foram identificadas na área de estudo, infestando a população arbórea. Todas as espécies encontradas na arborização avaliada são de relevância econômica, podendo infestar árvores saudáveis, assim como edificações presentes na região. Os resultados obtidos comprovam diferenças significativas entre os grupos e entre espécies botânicas para danos de *C. gestroi* onde Sibipiruna (nativa)

e Jacarandá-mimoso (exótica) se mostraram mais sensíveis a infestações da praga. As árvores Ipê (nativa) Plátano e Resedá (exóticas) foram as que menos apresentaram ocorrência de danos por *C. gestroi*. A correlação entre CAP (Circunferência a Altura do Peito) e os danos internos por *C. gestroi*, foi significativa para a grande maioria das espécies botânicas, havendo portanto, uma relação quanto maior a CAP maior o dano interno. Para as outras espécies de cupins houve significância para *N. opacus* (maior frequência em Espatódea / Exóticas) e *N. corniger* (maior frequência no agrupamento Outras). A metodologia de prospecção de árvores mostrou-se eficiente, de baixo custo e de elevada praticidade, quando comparada a outros métodos de avaliação interna de danos. *C. atriceps* revelou-se predominante em todas as espécies botânicas avaliadas, mas com maior ocorrência em Sibipiruna e Tipuana. As espécies *C. crassus*, *C. sericeiventris*, *C. renggeri*, foram encontradas em níveis pouco significativos, assim como *Camponotus* sp.1., não havendo preferência por nenhum dos componentes da população arbórea estudada. *C. rufipes* foi significativamente encontrada no grupo Palmeiras, denotando ser propensa a sua observação na família Arecaceae. O controle químico efetuado foi 100% eficiente para cupins subterrâneos, não havendo reinfestações no período avaliado, enquanto que para *Camponotus* houve uma redução do nível de infestação de 7,49% para 2,43%, devido as sucessivas reinfestações apresentadas por *C. atriceps*.

ABSTRACT

Due to increasing urbanization and chaotic occupation of natural areas occurred the aggravation of subterranean termite and carpenter ant infestations in trees, buildings, parks and gardens. The general diagnosis of trees observing their decline, chlorotics, premature drop of leaves, cracks and injuries raises the likelihood of infestation by termites and carpenter ants. The prospect of internal trees comes as an auxiliary tool in the accuracy of the tree diagnosis, estimating damage and determining the likelihood of premature falling, in order to prevent accidents. We evaluated 1477 botanical specimens represented by urban trees and palm trees, in gardens, public squares and streets. The study was conducted in an area known as Sociedade Amigos da Colina das Flores in the Cidade Jardim neighborhood in São Paulo, from January 2004 to August 2008. The purpose was to determine the species of subterranean termites and carpenters ants, to evaluate infestations in the tree specimens and show the relationship of these pests with native and exotic botanical species, as well as to perform curative treatments in order to control the pest besides qualifying their efficiency. We found 29 families and 52 botanical specimens, grouped in four sets called Exotic, Native, Palm Trees and Others. The area has a rich botanic diversity, with predominant native tree species, followed by exotic ones numerically. Species of subterranean termites *Coptotermes gestroi* Wasmann, 1896, *Heterotermes tenuis* (Hagen.), *Nasutitermes corniger* (Motstchulsky, 1855), *Neocapritermes opacus* (Hagen, 1858) and carpenters ants *Camponotus atriceps* (Friar Smith, 1858) *Camponotus crassus* (Mayr, 1862), *Camponotus sericeiventris* (Guérin, 1834), *Camponotus rufipes* (Fabricius, 1775), *Camponotus renggeri* (Emery, 1894) and a species called *Camponotus* sp.1, were identified in the studied area, infesting the tree population. All termite and ant species found are of economic importance and can infest healthy trees and buildings in the region. The results show significant differences among the four sets with damages of *C. gestroi*, mainly on a native tree (Sibipiruna) and on na exotic plant (Jacarandá-mimoso). Ipê (native), Plátano and Resedá (native) were the least damaged by *C. gestroi*. The correlation of the chest and height circumference versus internal damage by *C. gestroi* was significant for the great majority of plants, showing bigger Chest Height circumference, greater internal damage. For the other

termite species it was found significance for *N. opacus* damages (more often on Espatódea - Exotic) and for *N. corniger* (more often in others). The methodology of termite prospecting was efficient, with low cost and with high practicality, when compared to other methods of measuring internal damages. *C. atriceps* proved to be predominant in all the botanical species assessed during the years of research, with but more frequent on Sibipiruna and Tipuana. The species *C. crassus*, *C. sericeiventris*, *C. renggeri*, were found in less significative levels, as well as *Camponotus* sp.1. also showing no preference for any of the tree sets. *C. rufipes* was significantly found in the group of Palm Trees, showing higher densities in the family Arecaceae. Chemical control was 100% efficient for subterranean termites and reinfestations were not observed. For *Camponotus* control it was noticed a reduction of infestation of 7.49% to 2.43% due to successive reinfestations by *C. atriceps*.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** Nomes populares, nomes científicos e famílias botânicas encontrados em área urbana determinada no bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, nos anos de 2004 a 2008.....54
- Tabela 2** Frequência e porcentagem dos agrupamentos botânicos, Nativas, Exóticas, Palmeiras e Outras, encontrados em área urbana determinada no bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, nos anos de 2004 a 2008.....58
- Tabela 3** Frequência e estatística descritiva de árvores e palmeiras urbanas dos grupos estudados, encontrados em área urbana determinada no bairro Cidade Jardim na cidade de São Paulo, nos anos de 2004 a 2008.....60
- Tabela 4** Análise das correlações entre porcentagem de dano de *Coptotermes gestroi* e valores de CAP em árvores nativas e exóticas.....72

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 Porcentagem de árvores danificadas por cupins subterrâneos encontrados em área urbana determinada no bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, nos anos de 2004 a 2008.....62
- Gráfico 2 Representatividade termítica na população botânica.....63
- Gráfico 3 Ocorrência de danos termíticos nos quatro grupos botânicos estudados.....64
- Gráfico 4 Comparação entre os quatro grupos (Nativas, Exóticas, Palmeiras e Outras) quanto a presença de danos de *Coptotermes gestroi* (Teste Qui-quadrado: $X^2=87,62$; $GL=3$; $P<0,001$).....65
- Gráfico 5 Comparação entre os quatro grupos (Nativas, Exóticas, Palmeiras e Outras) quanto a presença de danos de *Neocapritermes opacus* (Teste exato de Fisher $P=0,015$).....66
- Gráfico 6 Comparação entre os quatro grupos (Nativas, Exóticas, Palmeiras e Outras) quanto a presença de danos de *Nasutitermes corniger* (Teste exato de Fisher $P=0,008$).....67
- Gráfico 7 Comparação entre sete espécies de árvores nativas quanto a porcentagem de dano de *Coptotermes gestroi* (Teste Qui-quadrado: $X^2=76,21$; $GL=6$; $P<0,001$).....69
- Gráfico 8 Comparação entre nove espécies de árvores exóticas quanto a porcentagem de dano de *Coptotermes gestroi* (Teste Qui-quadrado: $X^2=75,60$; $GL=8$; $P<0,001$).....70
- Gráfico 9 Comparação entre nove espécies de árvores exóticas quanto a porcentagem de dano de *Neocapritermes opacus* (Teste exato de Fisher: $P<0,001$).....71

- Gráfico 10 Correlação da CAP *versus* danos internos de *Coptotermes gestroi* em *Gochnatia polymorpha* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,3907$; $P=0,0485$).....73
- Gráfico 11 Correlação da CAP *versus* danos internos de *Coptotermes gestroi* em *Erythrina speciosa* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,3271$; $P=0,0450$)73
- Gráfico 12 Correlação da CAP *versus* danos internos de *Coptotermes gestroi* para *Caesalpinia ferrea* var. *leiostachya* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,4919$; $P=0,0002$).....74
- Gráfico 13 Correlação da CAP *versus* danos internos de *Coptotermes gestroi* para *Piptadenia gonoacantha* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,6689$; $P<0,0001$).....74
- Gráfico 14 Correlação da CAP *versus* danos internos de *Coptotermes gestroi* para *Tibouchina granulosa* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,5763$; $P<0,0001$).....75
- Gráfico 15 Correlação da CAP *versus* danos internos de *Coptotermes gestroi* para *Caesalpinia pluviosa* var. *peltophoroides* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,5652$; $P<0,0001$).....75
- Gráfico 16 Correlação da CAP *versus* danos internos de *C. gestroi* para *Tabebuia* spp. (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,1203$; $P=0,2880$).....76
- Gráfico 17 Correlação da CAP *versus* danos internos de *Coptotermes gestroi* para *Ligustrum lucidum* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,5623$; $P=0,0042$).....77
- Gráfico 18 Correlação da CAP *versus* danos internos de *Coptotermes gestroi* para *Spathodea campanulata* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,4075$; $P=0,0060$).....78
- Gráfico 19 Correlação da CAP *versus* danos internos de *Coptotermes gestroi* para *Delonix regia* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,6321$; $P<0,0001$)78
- Gráfico 20 Correlação da CAP *versus* danos internos de *Coptotermes gestroi* para *Jacaranda mimosifolia* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,6488$; $P<0,0001$)79

Gráfico 21 Correlação da CAP <i>versus</i> danos internos de <i>Coptotermes gestroi</i> para <i>Pinus elliottii</i> (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,5473$; $P<0,0001$)	79
Gráfico 22 Correlação da CAP <i>versus</i> danos internos de <i>Coptotermes gestroi</i> para <i>Lagerstroemia indica</i> (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,2579$; $P=0,0299$)	80
Gráfico 23 Correlação da CAP <i>versus</i> danos internos de <i>Coptotermes gestroi</i> para <i>Tipuana tipu</i> (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,7169$; $P<0,0001$)	80
Gráfico 24 Correlação da CAP <i>versus</i> danos internos de <i>Coptotermes gestroi</i> para <i>Bauhinia variegata</i> (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,1234$; $P=0,4667$)	81
Gráfico 25 Porcentagem de ocorrência das espécies de <i>Camponotus</i> na população estudada.....	82
Gráfico 26 Representatividade das espécies de <i>Camponotus</i> na população botânica	83
Gráfico 27 Porcentagem de ocorrência de <i>Camponotus</i> nos quatro grupos botânicos	85
Gráfico 28 Comparação entre os quatro grupos (Nativas, Exóticas, Palmeiras e Outras) quanto a presença de danos de <i>Camponotus atriceps</i> (Teste exato de Fisher $P=0,934$).....	86
Gráfico 29 Comparação entre os quatro grupos (Nativas, Exóticas, Palmeiras e Outras) quanto a presença de danos de <i>Camponotus rufipes</i> (Teste exato de Fisher $P=0,001$).....	87
Gráfico 30 Comparação entre as espécies arbóreas nativas quanto a presença de <i>Camponotus atriceps</i> (Teste Exato de Fisher $P=0,004$).....	88
Gráfico 31 Comparação entre as espécies arbóreas nativas quanto a presença de <i>Camponotus atriceps</i> (Teste Exato de Fisher: $P=0,012$).....	89
Gráfico 32 Comparação entre as espécies de palmeiras quanto a presença de <i>Camponotus atriceps</i> (Teste Exato de Fisher: $P=0,045$).....	90

- Gráfico 33 Porcentagem de dano de *Coptotermes gestroi* na totalidade das árvores analisadas em 2004 anterior ao controle (Teste Qui-quadrado: $X^2=87,62$; GL=3; $P<0,001$).....91
- Gráfico 34 Porcentagem de árvores analisadas apresentando atividade de *Coptotermes gestroi* pós-controle em 2008 (Teste Qui-quadrado: $X^2=11,22$; GL=2; $P<0,004$).....92

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1	Corte transversal esquemático de tronco, demonstrando DAP , r , RL e MP_{90°}	50
Esquema 2	Corte longitudinal esquemático de tronco, demonstrando DP_{45°} e MP_{90°}	50

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Ciclo biológico esquemático de cupim subterrâneo, modificado de Suiter et al., 1991.....114
- Figura 2 - Divisão ecológica das categorias ou tipos de cupins urbanos.....115
- Figura 3 - Árvore tombada com a presença de ninho secundário de *C. gestroi* em raiz.....115
- Figura 4 – *Coptotermes gestroi* Wasmann, 1896 (Soldado).....116
- Figura 5 - *Coptotermes gestroi* Wasmann, 1896 (caminhamentos em Sibipiruna).....116
- Figura 6 – Caminhamentos e dano de *Coptotermes gestroi* em Flamboyant.....117
- Figura 7 – Dano de *Coptotermes gestroi* em Pinheiro americano.....117
- Figura 8 – *Heterotermes tenuis* (Hagen) (Soldado).....118
- Figura 9 - *Nasutitermes corniger* (Motstchulsky, 1855) (Soldado).....118
- Figura 10 – Caminhamento e soldados de *Nasutitermes corniger* em árvore urbana.....119
- Figura 11 – *Neocapritermes opacus* (Hagen, 1858) (Soldado).....119
- Figura 12 *Neocapritermes opacus* (Hagen, 1858) (Operários e soldados).....120

Figura 13 - <i>Camponotus crassus</i> (Mayr, 1862), Ninho, operárias, ovos, larvas e pupas.....	120
Figura 14 – <i>Camponotus atriceps</i> (Fr. Smith, 1858) (operária maior).....	121
Figura 15 - Operárias menores de <i>Camponotus atriceps</i> (Fr. Smith, 1858).....	121
Figura 16 – Ninho de <i>Camponotus atriceps</i> em Sibipiruna.....	122
Figura 17 - <i>Camponotus sericeiventris</i> Guérin, 1838.....	122
Figura 18 – <i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775).....	123
Figura 19 - Resíduos (raspas) de <i>Camponotus atriceps</i> em árvore urbana.....	123
Figura 20 - Mapa geral das ruas, jardins e praças pesquisadas.....	124
Figura 21 - Vista geral da arborização urbana do local pesquisado.....	124
Figura 22 - Vista aérea da região estudada.....	125
Figura 23 – Mensuração da CAP (Circunferência a altura do peito).....	126
Figura 24 – Obtenção das coordenadas geográficas das espécies botânicas.....	126
Figura 25 - Prospecção de árvores (perfuração em tronco).....	127
Figura 26 - Curativo pós-perfuração (calda bordalesa e borracha de silicone).....	127
Figura 27 - Curativo pronto pós-prospecção.....	128
Figura 28 - Esquema simplificado de prospecção e infiltração de calda inseticida para controle de cupins subterrâneos em árvore urbana hipotética.....	128

Figura 29 - Infiltração em tronco de calda inseticida para cupins subterrâneos.....	129
Figura 30 - Pulverização em tronco para controle de formigas carpinteiras.....	129
Figura 31 – Infiltração em ninho de formigas carpinteira em árvore.....	130
Figura 32 - <i>Rugitermes</i> sp. em região morta de tronco de Jacarandá mimoso.....	130
Figura 33 - <i>Incisitermes</i> sp. em área morta de tronco de Sibipiruna.....	131
Figura 34 - Calçamentos inadequados e estrangulamento de raízes.....	131
Figura 35 - Policromia em operárias de <i>Camponotus atriceps</i>	132
Figura 36 - <i>C. atriceps</i> coletando “honeydew” (excreções) de ninfas e adultos de cigarrinhas (Membracidae) em ramo de Sibipiruna.....	132
Figura 37 - Modelo para Manejo de pragas em arborização urbana (Desenho esquemático: Zorzenon, F.J.).....	133

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	v
ABSTRACT	vii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE GRÁFICOS	x
LISTA DE ESQUEMAS	xiv
LISTA DE FIGURAS	xv
1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	03
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	04
3.1 Árvores urbanas: conceitos e definições.....	04
3.1.1 Importância das árvores urbanas.....	05
3.1.2 Florestas urbanas – uma visão coletiva.....	08
3.1.3 Cidade <i>versus</i> árvore.....	08
3.2 Caracterização das principais espécies arbóreas estudadas.....	10
3.2.1 Família Fabaceae.....	11
3.2.1.1 Espécies Nativas.....	11
3.2.1.1.1 <i>Caesalpinia pluviosa</i> var. <i>peltophoroides</i>	11
3.2.1.1.2 <i>Caesalpinia ferrea</i> var. <i>leiostachya</i>	11
3.2.1.1.3 <i>Piptadenia gonacantha</i>	11
3.2.1.1.4 <i>Erythrina speciosa</i>	12
3.2.1.2 Espécies Exóticas.....	12
3.2.1.2.1 <i>Tipuana tipu</i>	12
3.2.1.2.2 <i>Bauhinia variegata</i>	12
3.2.1.2.3 <i>Delonix regia</i>	13
3.2.2 Família Bignoniaceae.....	13
3.2.2.1 Espécie Nativa.....	13

3.2.2.1.1 <i>Tabebuia</i> spp.....	13
3.2.2.2 Espécies Exóticas.....	14
3.2.2.2.1 <i>Jacaranda mimosifolia</i>	14
3.2.2.2.2 <i>Spathodea campanulata</i>	14
3.2.3 Família Melastomataceae.....	15
3.2.3.1 Espécie Nativa.....	15
3.2.3.1.1 <i>Tibouchina granulosa</i>	15
3.2.4 Família Asteraceae.....	15
3.2.4.1 Espécie Nativa.....	15
3.2.4.1.1 <i>Gochnatia polymorpha</i>	15
3.2.5 Família Platanaceae.....	16
3.2.5.1 Espécie Exótica.....	16
3.2.5.1.1 <i>Platanus acerifolia</i>	16
3.2.6 Família Lithraceae.....	16
3.2.6.1 Espécie Exótica.....	16
3.2.6.1.1 <i>Lagerstroemia indica</i>	16
3.2.7 Família Pinaceae.....	17
3.2.7.1 Espécie Exótica.....	17
3.2.7.1.1 <i>Pinus elliottii</i>	17
3.2.8 Família Oleaceae.....	17
3.2.8.1 Espécie Exótica.....	17
3.2.8.1.1 <i>Ligustrum lucidum</i>	17
3.3 Cupins.....	18
3.3.1 Aspectos sobre biologia e distribuição zoogeográfica.....	18
3.3.2 Importância.....	23
3.3.3 <i>Coptotermes gestroi</i> Wasmman, 1896.....	25
3.3.4 Outros cupins de importância econômica.....	27
3.3.4.1 <i>Heterotermes tenuis</i> (Hagen.).....	27
3.3.4.2 <i>Nasutitermes corniger</i> (Motstchulsky, 1855).....	28
3.3.4.3 <i>Neocapritermes opacus</i> (Hagen, 1858).....	30
3.3.5 Ocorrência e diagnóstico em árvores urbanas.....	30
3.3.6 Metodologias para prospecção de árvores.....	33
3.3.7 Prevenção e controle de cupins em árvores urbanas.....	33
3.4 Formigas carpinteiras – Gênero <i>Camponotus</i>	37
3.4.1 Aspectos sobre biologia e distribuição zoogeográfica.....	37
3.4.2 Importância.....	40
3.4.3 Prevenção e controle de <i>Camponotus</i> em árvores urbanas.....	43

4. MATERIAL E MÉTODOS.....	45
4.1 Área experimental e determinação de grupos arbóreos.....	45
4.2 Diagnóstico das árvores.....	46
4.2.1 Cupins.....	47
4.2.1.1 Análise visual.....	47
4.2.1.2 Prospecção interna das árvores: dimensionamento de danos.....	47
4.2.1.3 Porcentagem estimada de danos internos.....	48
4.2.2 Prospecção de formigas carpinteiras.....	51
4.3 Controle químico das árvores e palmeiras.....	51
4.4 Metodologia Estatística.....	52
4.4.1 Programa computacional.....	52
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
5.1 Metodologia desenvolvida.....	53
5.2 Censo das espécies botânicas.....	54
5.3 Agrupamentos das espécies botânicas.....	57
5.4 Espécies de cupins subterrâneos e <i>Camponotus</i> na população botânica.....	61
5.5 Ocorrência de cupins na população botânica.....	62
5.5.1 Ocorrência termítica nos grupos botânicos.....	64
5.5.2 Ocorrência termítica nas espécies botânicas.....	68
5.5.2.1 <i>Coptotermes gestroi</i> em espécies botânicas nativas.....	68
5.5.2.2 <i>Coptotermes gestroi</i> em espécies botânicas exóticas.....	69
5.5.2.3 <i>Neocapritermes opacus</i> em espécies botânicas exóticas.....	70
5.5.3 Correlação CAP <i>versus</i> danos externos por <i>Coptotermes gestroi</i>	71
5.5.3.1 Correlação CAP das espécies nativas <i>versus</i> danos internos por <i>Coptotermes gestroi</i>	72
5.5.3.2 Correlação CAP das espécies exóticas <i>versus</i> danos internos por <i>Coptotermes gestroi</i>	77
5.6 Ocorrência de <i>Camponotus</i> na população botânica.....	82
5.6.1 Ocorrência de <i>Camponotus</i> nos grupos botânicos.....	85
5.6.2 Ocorrência de <i>Camponotus atriceps</i> nas espécies botânica nativas.....	88
5.6.3 Ocorrência de <i>Camponotus atriceps</i> nas espécies botânica exóticas.....	89
5.6.4 Ocorrência de <i>Camponotus atriceps</i> nas espécies de palmeiras.....	90
5.7 Eficiência do controle.....	91
5.7.1 Cupins subterrâneos.....	91
5.7.2 Formigas carpinteiras.....	93

6. CONCLUSÕES.....	94
6.1 Observações finais e recomendações.....	95
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
8. FIGURAS.....	113

1. INTRODUÇÃO

Atualmente as cidades abrigam cerca de 50% dos habitantes do planeta e em vários países, entre os quais o Brasil, mais de 80% da população (IBGE, 2002).

Com o crescimento desordenado do ambiente urbano e o crescimento de uma sociedade de consumo, as condições do ecossistema são alteradas continuamente.

Devido à complexidade tecnológica elevada, o homem modifica e artificializa cada vez mais o meio ambiente que o circunda, restringindo assim sua visão a respeito das espécies, ditando novos padrões comportamentais e ambientais. Diante da conquista ambiental imposta por ele, especialmente em ambientes urbanos, o homem se julga dominante e de poderio exclusivo. Qualquer outro fator de ocupação simultânea por outros organismos é rivalizado, sendo estes considerados concorrentes ou pragas para a sociedade humana habitante de centros urbanos.

Muitos insetos e vários outros animais como, ratos, morcegos, pombos e aracnídeos, vivem em contato íntimo com o homem, associados às cidades, invadindo e colonizando locais habitados, danificando construções, interferindo esteticamente na ornamentação de parques e jardins e transmitindo doenças a animais e aos próprios seres humanos.

Estes animais sinantrópicos podem muitas vezes ser considerados pragas urbanas causando grande incômodo e desconforto em todos os níveis sociais, devido a alta adaptabilidade, capacidade reprodutiva e a quantidade de abrigos e alimentos encontrados em áreas urbanizadas.

O quadrinômio água, abrigo, alimento e acesso gerado pelo desequilíbrio ambiental (lixões, falta de saneamento básico, tratamento inadequado da água, entre outros) inerente a própria cultura humana, possibilita que diversas pragas usufruam da hospitalidade inconsciente das cidades, dificultando o dia-a-dia de seus habitantes. O conceito de praga urbana pode ser definido como todo organismo ou população que alcance um nível de dano econômico, ligado diretamente ou indiretamente ao homem, a seus alimentos e a seus pertences.

O conceito sobre pragas urbanas está além do fator econômico, pois são considerados também os fatores sociais, emocionais e psicológicos e os ligados a saúde,

onde a praga em si causa incômodo e desconforto de maneira geral, interferindo direta ou indiretamente na qualidade da vida humana. Dentre os fatores favorecedores da dispersão das pragas urbanas, destacam-se a alta capacidade reprodutiva (prolificidade), competição e predação reduzidas, grande adaptabilidade ao meio urbano, alimentação diversificada, abrigos abundantes e dispersão facilitada pelo próprio homem em seu meio, tudo isso gerado e agravado pelo desequilíbrio do ecossistema urbano (ZORZENON, 2002).

Holway e Suarez (1999) definiram que dentre os organismos invasores, os insetos sociais estão entre os que causam maiores prejuízos em sistemas naturais e antrópicos, onde o sucesso de determinadas espécies em detrimento a outras, depende da habilidade biológica de alta dispersão pelo ambiente a ser colonizado, competitividade, onivoria, adaptabilidade a condições adversas, entre outras.

A arborização das cidades constitui-se em um elemento de vital importância para a melhoria da qualidade de vida da população, seja em grandes centros urbanos quanto em pequenas cidades, pois são capazes de controlar muitos efeitos adversos do ambiente urbano. No entanto, a arborização necessita de atenção e cuidados da população e de profissionais competentes e bem treinados para a sua correta implantação e manutenção.

2. OBJETIVOS

- Levantar as espécies termíticas e de formigas carpinteiras infestantes de árvores e palmeiras urbanas, em jardins, praças e ruas públicas em área determinada do Bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo.
- Desenvolver metodologia prática para a prospecção e avaliação de danos internos de cupins subterrâneos em árvores e correlacionar a Circunferência a Altura do Peito (CAP) com as porcentagens de danos.
- Comparar a susceptibilidade entre as espécies arbóreas estudadas quanto a infestação por cupins subterrâneos e formigas carpinteiras.
- Avaliar a eficiência do controle químico para cupins subterrâneos e formigas carpinteiras na arborização urbana.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ARBORIZAÇÃO URBANA: CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Em culturas antigas a árvore foi relacionada como símbolo do aprimoramento espiritual e do crescimento do homem. Associadas aos seres humanos, elas pareciam possuir uma influência estrutural psíquica fazendo parte da íntima descoberta de potenciais e futuras realizações. A árvore adulta já está contida na semente. O ser humano também carrega em estado germinal, no fundo do inconsciente, aquilo que poderá vir a ser (MILANO; DALCIN, 2000).

Entende-se por arborização urbana toda cobertura vegetal arbóreo-arbustiva, existente nas cidades (CRESTANA et al., 2007). Essa vegetação ocupa, basicamente, três espaços distintos: as áreas livres de uso público e potencialmente coletivas, as áreas livres particulares e acompanhando o sistema viário (RODRIGUES et al., 2002). O conceito de arborização urbana literalmente refere-se ao plantio de árvores em uma área urbana. Grey e Deneke (1986) definiram arborização urbana, como o conjunto de terras públicas e particulares com cobertura arbórea em uma cidade. Segundo Biondi (2000 apud LEAL, 2007), a vegetação que compõe a arborização urbana pode ser definida em:

a) vegetação viária - predominantemente arbórea deve obedecer a arranjos espaciais definidos, modulados, hierarquizados ou assumir, contrariamente, uma disposição livre semelhante ao modelo natural;

b) áreas verdes - praças, refúgios, bosques e parques, desempenhando juntamente com a vegetação viária, papel relevante, pela presença de massas arbóreas, na proteção e perenização de fontes e mananciais. Podem ser totalmente implantadas, com ou sem o uso de espécies nativas, ou aproveitando alguns remanescentes de cobertura vegetal nativa e de paisagens pré-existentes à urbanização, chegando até a caracterizar áreas de preservação;

c) vegetação privada e semi-privada - áreas arborizadas, tanto de instituições públicas como de instituições particulares, incluindo residências, colégios, universidades, clubes, hospitais, dentre outros.

3.1.1 IMPORTÂNCIA DAS ÁRVORES URBANAS

O processo adaptativo do homem junto ao meio causou alterações nas condições naturais e proporcionou a criação de diversos ambientes trazendo consigo diferentes relações entre eles, tanto positivas, quanto negativas. Um dos problemas contemporâneos, que mais preocupam a sociedade, é a grande mudança produzida no meio ambiente pelas atividades do homem, principalmente a relacionada a seu modo de vida (SOUZA; SANT'ANNA NETO, 2008)

A vegetação contribui para a harmonia da paisagem diminuindo a rudeza e a rigidez das construções e vias públicas, criando linhas mais suaves e naturais. Atualmente, o plantio de árvores urbanas se faz por diversos outros motivos, mais importantes às vezes que o simples valor estético. Quando se diz que o vegetal na paisagem urbana promove uma mudança de clima, significa dizer que é possível criar ilhas de amenização com o uso de vegetais, contrapondo-se às ilhas de calor criadas pelo concreto e o asfalto (MARTINS; MAIA; BRITO, 2007).

A arborização urbana, para propiciar benefícios à população, exige um planejamento criterioso e um manejo adequado. Segundo Moreschi, 2005 citado por Duarte (2008), as árvores exercem funções insubstituíveis para a natureza, sendo que nos grandes centros urbanos proporcionam um diferencial na qualidade de vida da população, seja como elemento urbanístico seja como elemento de defesa e recuperação do meio ambiente em face da degradação de agentes poluidores.

A avaliação e o recenseamento da cobertura de árvores nas cidades podem ajudar no planejamento e manutenção da vegetação urbana e na sua administração, na medida em que revela características da vegetação (NOWAK et al., 1996; SILVA, 2000; MENEGUETTI, 2003).

Definindo a estrutura e o espaço das cidades, a árvore é elemento fundamental no planejamento urbano, influenciando decisivamente na qualidade de vida nas cidades e, portanto, na saúde das populações (SANCHOTENE, 1994; PAIVA e GONÇALVES, 2002). Embora as primeiras árvores tenham aparecido nas vias públicas da Pérsia, Egito e Índia, a pioneira rua arborizada, data de 1660, em Paris, com o objetivo de embelezar a cidade e proteger os movimentos militares, além de serem adequadas também como material para

barricadas. Desde então, as árvores têm sido utilizadas em todas as cidades (TAKAHASHI, 1992). Segundo Silvestri (2001 apud GONÇALVES; ROCHA, 2003), a arborização viária no Brasil foi implantada recentemente em comparação aos países europeus, tendo-se iniciado há pouco mais de 120 anos, devido a tradição das cidades brasileiras em manter a vegetação fora do perímetro urbano.

Conscientes da importância da arborização urbana como elemento fundamental para a qualidade de vida da população, de acordo com Gonçalves e Rocha (2003), muitas prefeituras municipais têm procurado compatibilizar o desenvolvimento e a expansão urbana com a preservação de seu patrimônio histórico, paisagístico e ambiental, aí incluindo parques, praças, jardins e outras áreas verdes. O sofrimento proporcionado a população com a carga de estímulos causados pelas várias formas de poluição, levando a prejuízos na qualidade de vida dos habitantes, pode ser amenizado pelo planejamento urbano, ampliando-se qualitativamente e quantitativamente as áreas verdes e a arborização de ruas (MARTINS et al., 1992).

A arborização urbana iniciou-se apenas ao final do século XIX na cidade de São Paulo, centro de um dos maiores conglomerados humanos do mundo (GOYA, 1992). Apesar de a vegetação ocupar um importante espaço na vida e na história da cidade, a arborização apresenta condições bastante diferenciadas, quando considerados os seus diversos bairros, tanto pela diferença de idade de estabelecimento destes, quanto pelo tratamento que as diversas classes sociais da população dispensam à vegetação urbana (GONÇALVES e ROCHA, 2003).

Nos dias de hoje, a presença de árvores nas cidades tornou-se globalizada (BRADSHAW; HUNT; WALMSLEY, 1995; PAIVA e GONÇALVES, 2002). Seth, (2004) exalta as árvores como importante fonte de sustentabilidade humana, não somente em termos ambientais, econômicos e industriais, mas também espiritualmente, historicamente e esteticamente pelos benefícios diretos e indiretos proporcionados. As árvores desempenham simultaneamente várias funções essenciais à vida humana, melhorando notadamente as condições do meio urbano (BALENSIEFER; WIECHETECK, 1985).

A arborização urbana proporciona benefícios ecológicos, estéticos, físicos, comportamentais, econômicos e sociais amplamente evidenciados por vários autores (BERNATSKY, 1978; GREY; DENEKE, 1986; HARRIS, 1992; KIEBALSO, 1993; PHILLIPS, 1993; BRADSHAW; HUNT; WALMSLEY, 1995; MILANO; DALCIN, 2000; PAIVA e GONÇALVES, 2002; SILVA FILHO, 2008). Esteticamente, as árvores proporcionam uma variedade de cores, formas e texturas na paisagem; suavizam linhas arquiteturais e acentuam detalhes estruturais; atenuam a diferença de escala ou proporção entre construções e o homem no meio urbano, aliviando a monotonia das edificações, tornando lugares mais atraentes (GREY; DENEKE, 1986; HARRIS, 1992; PHILLIPS, 1993; MILANO;

DALCIN, 2000; CRESTANA et al., 2007). Ecologicamente incluem os benefícios na melhoria microclimática, amenização da poluição atmosférica e acústica, proteção do solo e fauna, segundo Biondi e Althus (2005 apud SILVA et al. 2008) e Piveta e Silva Filho, 2002.

A arborização influi de maneira direta na temperatura ambiente, seja pela produção de sombra, estabilização da temperatura e umidade do ar ou por efeitos sobre a velocidade do vento, alterando o microclima local (SATTLER, 1992). Plantadas ao longo das ruas, as árvores reduzem os ruídos, especialmente os de tráfego, filtram partículas que poluem o ar, diminuem a velocidade do vento, fornecem sombra aos pedestres e veículos e refrescam o ar das cidades (PAIVA e GONÇALVES, 2002; LEAL, 2007).

Relacionar os benefícios econômicos da arborização nas cidades é evidente, uma vez que esta proporciona benefícios de ordem ecológica, biológica e psicológica (MILANO e DALCIN, 2000). Naturalmente, benefícios somente serão alcançados quando a arborização for devidamente planejada em sua execução e manutenção (MILANO, 1987). Investimentos e cuidados são requeridos para que as árvores proporcionem as vantagens desejadas. Segundo Milano (1994), planejar a arborização de ruas é escolher a espécie adequada para o local correto, sem se perder nos objetivos do planejador e nem atropelar as funções ou o papel que as árvores desempenham no meio urbano. É fazer o uso de critérios técnico-científicos para o estabelecimento da arborização, nos estágios de curto, médio e longo prazo.

Na composição da arborização de ruas são usadas árvores ornamentais, selecionadas por suas qualidades particulares de tamanho, forma, textura e cor das folhas, flores e frutos (HARRIS, 1992). Na seleção de espécies arbóreas é necessário considerar: desenvolvimento; porte (crescimento); copa; sistema radicular pivotante; resistência a pragas, doenças e poluição; tolerância aos poluentes mais comuns e de maior concentração e às baixas condições de aeração do solo, se for o caso; ausência de princípios tóxicos ou alérgicos, acúleos e espinhos; preferencialmente nativas ou se exóticas, adaptadas ao novo meio ambiente (GREY; DENEKE, 1986; CESP, 1988; SANTOS, 1994; SANTOS; TEIXEIRA, 2001; PIVETA; SILVA FILHO, 2002; BIONDI, 2004; COBALCHINI, 2004, CRESTANO et al., 2007). Dificilmente ocorrerá um número razoável de espécies que atendam a todos os quesitos pretendidos (SANTOS; TEIXEIRA, 2001). A principal razão para a incerteza na decisão de qual espécie plantar é devido à dificuldade de prever o desempenho sob condições urbanas, pois estão envolvidas considerações complexas sobre aspectos de biologia, arquitetura, dentre outros.

São poucos os estudos e informações sobre taxas de crescimento, resistência ou sensibilidade a doenças ou insetos praga, custos de manutenção e longevidade de árvores urbanas (AMARAL, 2002; ZORZENON, 2004).

3.1.2 FLORESTAS URBANAS – UMA VISÃO COLETIVA

A maneira de perceber o meio ambiente pelo homem, mesmo o urbano, foi intensamente modificada pelo pensamento ecológico. Durante longo tempo, a árvore foi utilizada isoladamente, como um objeto de adorno meramente estético em detrimento de suas reais necessidades, sendo percebida individualmente e não coletivamente (PAIVA e GONCALVES, 2002).

De acordo com Miller (1997) e Nowak et al. (2001) as florestas urbanas são ecossistemas compostos pela integração entre sistemas naturais e sistemas antropogênicos, definindo-as como a soma de toda a vegetação lenhosa que circunda e envolve os aglomerados urbanos, desde pequenas comunidades a grandes metrópoles. A vegetação urbana é representada por conjuntos arbóreos de diferentes origens e que desempenham diferentes papéis (MELLO FILHO, 1985).

As árvores em vias públicas e nas demais áreas livres de edificações são constituintes da floresta urbana, atuando sobre o conforto humano no ambiente, por meio das características naturais da vegetação arbórea, proporcionando sombra para pedestres e veículos, redução da poluição sonora, melhoria da qualidade do ar, redução da amplitude térmica, abrigo para pássaros e harmonia estética, amenizando a diferença entre a escala humana e outros componentes arquitetônicos como prédios, muros e grandes avenidas (PAIVA e GONÇALVES, 2002; RODRIGUES et al., 2002; SMMA, 2007; SILVA FILHO, 2008). Segundo Rodrigues et al., (2002) uma das funções importantes da arborização urbana é seu préstimo como corredor ecológico, interligando as áreas livres vegetadas da cidade, como praças e parques.

3.1.3 CIDADE *VERSUS* ÁRVORE

A maioria das cidades brasileiras está passando por um período de acentuada urbanização, fato este que reflete negativamente na qualidade de vida de seus habitantes. Decorrente da falta de planejamento e do empobrecimento da paisagem urbana agrava-se ainda mais esta situação (LOBODA e De ANGELIS, 2005). Santos (1997 apud LOBODA e De ANGELIS, 2005), alerta que a cidade é cada vez artificial, onde o ambiente urbano é

cada vez mais um meio produzido, fabricado com restos da natureza primitiva crescentemente encoberta pelas obras dos homens.

Crestana et al. (2007) relataram a dificuldade do estabelecimento do sistema florestal urbano devido a impermeabilização do solo (asfalto, calçamentos, construção de edificações, dentre outros), falta de espaço, poluição gerada pela população com grande volume de resíduos sólidos, líquidos, gasosos além dos sonoros.

Muitos são os problemas causados do confronto de árvores inadequadas com equipamentos urbanos, como fiações elétricas, encanamentos, calhas, calçamentos, muros, postes de iluminação, etc. (CESP, 1988; RODRIGUES et al., 2002; COELBA, 2002; PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2005; CRESTANA et al., 2007; ELETROPAULO, 2006; SMMA, 2007,).

Rodrigues et al. (2002) apontaram que os problemas na arborização urbana são muito comuns de serem visualizados causados, na maioria das vezes, por um manejo inadequado, prejudicial às plantas. Para isso é extremamente importante que seja visualizado o espaço disponível, considerando a presença ou ausência de fiação aérea e de outros equipamentos urbanos, largura da calçada e recuo predial. Árvores podadas drasticamente e com muitos problemas fitossanitários, como presença de cupins, brocas, fitopatógenos, injúrias físicas como anelamentos, caules ocos e podres, galhos lascados, são alguns dos muitos problemas encontrados em árvores viárias.

A correta escolha das espécies para utilização na arborização urbana é de fundamental importância no sentido de se evitar problemas futuros da árvore com o ambiente construído ou vice-versa (BACKES; FERNANDEZ, 1990). O uso de espécies adequadas evita podas periódicas de correção que prejudicam o vegetal pela inibição de seu processo de desenvolvimento natural e descaracterização de sua forma (CESP, 1988).

Trabalhos de Milano e Dalcin (2000), Paiva e Gonçalves (2002) e Crestana et al. (2007), revelaram a importância do planejamento de florestas urbanas e os descasos com a arborização em geral. Os planos de arborização devem ser o resultado da apreciação de vários elementos físicos e ambientais. A simples presença de árvores ao longo das vias não qualifica a arborização, pois são comuns altas populações que incluem árvores quebradas, disformes, doentes e mortas (SANTOS e TEIXEIRA, 2001).

Segundo Lima (2008) são vários os tipos de problemas gerados na área urbana, onde seus gráficos demonstram que entre 1993 a 2001 o fator “queda de árvores” foi razoavelmente constante, variando entre 5% a 9% quando comparado a outros fatores como pavimentação, falta d’água, etc. Já em 2002, o fator “quebra de árvores” saltou para 24%, demonstrando ser um dos maiores problemas encontrados nas cidades.

Piveta e Silva Filho (2002) informaram sobre os principais fatores negativos para o desenvolvimento satisfatório das árvores no meio urbano. Estes fatores impedem o

desenvolvimento normal de uma árvore assim como das florestas na área urbana, como compactação do solo, necessária para a pavimentação ou fundação de prédios; depósitos de resíduos de construção e entulhos no subsolo; pavimentação do leito carroçável e das calçadas impedindo a penetração do ar e das águas de chuvas; poluição do ar, com suspensão de resíduos industriais, fumaça dos escapamentos de veículos automotores e de chaminés industriais, impedindo as folhas de exercerem livremente suas funções, devido a obstrução total ou parcialmente dos estômatos, dificultando a respiração e a fotossíntese; podas drásticas, muitas vezes obrigatórias e abertura de valas junto às árvores, mutilando seus sistemas radiculares.

Bortoleto, Silva Filho e Lima (2006) relataram em seus estudos as dificuldades e precariedades da arborização urbana em uma cidade do interior de São Paulo. Segundo Milano (1988), a predominância de uma espécie de árvore pode facilitar a proliferação de determinadas pragas, como as das populações de cupins. Considerando os riscos de pragas e doenças, Grey e Deneke (1978) recomendaram que cada espécie utilizada na arborização de ruas não atinja mais que 15% da população total.

Resumidamente, a falta de planejamento ou escolha de espécies arbóreas condizentes com o local, desconhecimento sobre a biologia e fisiologia vegetal, estresse, falta de cuidados em transplantes, podas drásticas, presença de pragas como brocas, cupins, formigas, sugadores e desfolhadores, além de doenças, falta de espaço, intempéries, descuidos e descasos, entre muitas outras causas, levam ao tombamento precoce (ZORZENON, 2004).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES ARBÓREAS ESTUDADAS

Segundo Lorenzi (2002a, 2002b) e Lorenzi et al. (2003) muitas árvores exóticas e nativas, são utilizadas para fins de ornamentação de parques, jardins, ruas e na formação de aléias ao longo de caminhos e estradas. Locais arborizados de uma maneira geral traduzem bem estar e aconchego, além de proporcionarem um ambiente menos artificial e mais ameno a um grande número de espécies adaptadas ao ambiente urbano, inclusive o próprio homem. Nas cidades brasileiras, a arborização de ruas é composta principalmente por espécies exóticas. Um dos maiores impedimentos para o uso de espécies nativas é a falta de conhecimento sobre o comportamento dessas espécies no meio urbano e a produção de mudas (BIONDI, LEAL, COBALCHINI, 2007).

3.2.1 FAMILIA FABACEAE

3.2.1.1 ESPÉCIES NATIVAS

3.2.1.1.1 *Caesalpinia pluviosa* var. *peltophoroides* (Benth.) Lewis

Dentre as muitas espécies disseminadas nas cidades, a espécie de origem brasileira *Caesalpinia pluviosa* var. *peltophoroides* (Benth.) Lewis, conhecida popularmente como Sibipiruna é uma das árvores preferidas na flora urbana. São árvores pertencente a família Fabaceae, podendo chegar aos 16 metros de altura; possuem troncos rugosos, de madeira moderadamente densa e de média durabilidade natural. Suas folhas são compostas e bipinadas, flores de intensa coloração amarelo ouro e frutos em forma de vagem secas e sementes variando entre 03 a 04 por fruto (LEWIS, 1998; LORENZI, 2002a). Estudo realizado por Polizel et al. (2008) determinou que a densidade média, máxima e mínima do lenho foi de 0,85, 1,20 e 0,34 g/cm³, respectivamente, concluindo ser a madeira de Sibipiruna, de elevada dureza e resistência.

3.2.1.1.2 *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *leiostachya* Benth.

Conhecida popularmente por Pau-ferro, a espécie possui porte variando entre 20 a 30 metros; tronco liso e descamante de madeira muito densa (1,12 g/cm³) e de alta dureza e resistência natural. Possui alto valor ornamental, proporcionando sombra abundante. É uma planta semidecídua, heliófita, característica da mata pluvial atlântica (LORENZI, 2002a).

3.2.1.1.3 *Piptadenia gonacantha* (Mart.) J.F. Macbr.

De acordo com Lorenzi (2002a), a espécie *P. gonacantha*, conhecida por Pau-jacaré, é uma planta de madeira moderadamente densa (0,75 g/m³), medianamente resistente a infestações por insetos xilófagos; tronco e ramos possuidores de asas lenhosas quando jovem. A árvore adulta chega aos 20 metros de altura e possui valor paisagístico evidente.

A madeira é de baixa resistência e altamente susceptível ao ataque de térmitas, conferindo a ela a menor durabilidade verificada dentre as madeiras testadas por Trevisan et al. (2003)

3.2.1.1.4 *Erythrina speciosa* Andrews

Árvore espinhenta de 3 a 5 metros, a espécie *E. speciosa* possui madeira muito leve e porosa, de baixa densidade e pouca durabilidade natural. A Eritrina-candelabro, como é popularmente conhecida, é junto a outras espécies do gênero, muito utilizada na ornamentação de praça, jardins e no sistema viário urbano. Ocorre preferencialmente em solos pouco drenados e até brejosos de planície litorânea e na floresta pluvial atlântica (LORENZI, 2002a).

3.2.1.2 ESPÉCIES EXÓTICAS

3.2.1.2.1 *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze

Espécie pertencente a família Fabaceae, de origem boliviana e do norte da Argentina, caducifólia de grande porte, chegando a 15 metros de altura, possuidora de tronco suberoso de casca grossa, saliente e sulcada longitudinalmente. Conhecida popularmente por Tipuana, a espécie possui grande valor paisagístico e de efeito ornamental notável, muito frequente em parques e arborização de ruas no sul e sudeste do Brasil. Árvore muito utilizada na composição paisagística de grandes avenidas, parques e jardins por promover sombra abundante. Apresenta rápido crescimento e boa tolerância a condições adversas. Sua madeira é moderadamente dura (0,69 g/cm³) e de coloração marrom-amarelada (JOLY, 1985; LORENZI et al., 2003; REMADE, 2008)

3.2.1.2.2 *Bauhinia variegata* L. (Benth.)

Originária da Índia, a pata-de-vaca é uma das espécies arbóreas mais difundidas e utilizadas na paisagem urbana do sudeste brasileiro. Muito ornamental, é possuidora de flores de coloração rosada com mancha roxa vistosa, folhas simples com recorte em V formando dois lóbulos. Existem variedades de flores brancas e outras espécies de flores roxas e rosa-escuras. Árvore semidecídua de 7 a 10 metros de altura, com tronco cilíndrico

uniforme e de casca rugosa pouco fissurada. (LORENZI et al., 2003). Sua madeira aparentemente é de baixa densidade e dureza, sendo de fácil penetrabilidade.

3.2.1.2.3 *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf.

O Flamboyant, espécie originária de Madagascar, possui tronco volumoso e espesso, de casca lisa irregular e grandes raízes tabulares. Árvore muito frequente na arborização de parques, jardins e sistema viário em todo o Brasil. Segundo Lorenzi, et al. (2003) a espécie é inadequada para ruas e avenidas, devendo somente ser cultivada em locais amplos e espaçosos. Possui madeira aparentemente de baixa densidade, pouco resistente e de fácil penetrabilidade.

3.2.2 FAMÍLIA BIGNONIACEAE

3.2.2.1 ESPÉCIE NATIVA

3.2.2.1.1 *Tabebuia* spp.

Joly (1985) descreveu o gênero *Tabebuia* pertencente à família Bignoniaceae, como possuidor de diversas espécies muito difundidas entre nós. Muitas espécies pertencem ao gênero *Tabebuia* e são conhecidas por seus nomes populares em várias regiões do Brasil. A terminologia popular pode designar para o mesmo nome, diversas espécies diferentes, destacando-se o Ipê amarelo (*Tabebuia chrysotricha*, *T. vellosi*, *T. umbellata*, *T. serratifolia*, *T. ochracea*, *T. alba*), Ipê roxo (*T. avellanadae*, *T. impetiginosa*, *T. heptaphylla*) e o Ipê branco (*T. odontodiscus*, *T. dura*, *T. roseo alba*) entre muitos outros. O Ipê de modo geral, possui tronco rugoso, madeira densa e de alta durabilidade e resistência (densidade entre 0,80 a 1,08 g/cm³), folhas compostas cinco-folioladas, coriáceas e pubescentes em ambos os lados e suas sementes são aladas. Possuem altura variada, de acordo com a espécie, podendo chegar aos 35 metros (LORENZI, 2002a; REMADE, 2008).

3.2.2.2 ESPÉCIES EXÓTICAS

3.2.2.2.1 *Jacaranda mimosifolia* D. Don

Também muito utilizada na ornamentação urbana e de elevada imponência e beleza quando em florescimento, a espécie *Jacaranda mimosifolia*, popularmente conhecida como Jacarandá-mimoso, pertence a família Bignoniaceae, é uma árvore exótica originária da Argentina, Bolívia e Paraguai, de boa rusticidade e rápido crescimento. Podendo ser cultivada em quase todo o país, atinge os 12 a 15 metros de altura, possui tronco com casca pardo-escura gretada, flores azul-violetas de corola campanulada e frutos secos de forma ovalar capsular e lenhosa e sementes achatadas dotadas de asas celulósicas (JOLY, 1985; LORENZI et al., 2003).

3.2.2.2.2 *Spathodea campanulata* Beauv.

Árvore de grande porte, com 15 a 30 metros de altura, originária da África Central, a conhecida Bisnagueira, Tulipeira ou simplesmente Espatódea possui tronco espesso com casca rugosa ou verrucosa e raízes tabulares. (LORENZI et al., 2003). Possui copa densa e flores vermelho-alaranjadas muito vistosas e tóxicas a abelhas e aves devido a presença de alcalóides. Não devem ser plantadas em calçadas ou próximas à construções e tubulações, pois suas raízes são muito agressivas. Sua madeira é considerada frágil e de baixa dureza, sendo susceptível a quebras e rupturas de galhos na ação de ventos fortes (GILMAN e WATSON, 1994)

3.2.3 FAMÍLIA MELASTOMATACEAE

3.2.3.1 ESPÉCIE NATIVA

3.2.3.1.1 *Tibouchina granulosa* (Desr.) Cogn.

Muito encontradas nas cidades, as conhecidas quaresmeiras, são árvores da espécie *Tibouchina granulosa* pertencentes à família Melastomataceae. São originárias do Brasil, das regiões Sudeste e Sul, principalmente da mata Atlântica. Chegam a um médio porte com altura variando entre 8 a 12 metros e caule de 30 a 40 cm de diâmetro, possuindo tronco de casca rugosa, madeira pouco resistente e muito susceptível ao ataque de insetos xilófagos (brocas e cupins). São plantas perenifólias (não perdem as folhas) e de pleno sol, possuem flores roxas de exuberante beleza, florescendo no fim do verão e na primavera (LORENZI, 2002a).

3.2.4 FAMÍLIA ASTERACEAE

3.2.4.1 ESPÉCIE NATIVA

3.2.4.1.1 *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera

Conhecida vulgarmente por Cambará, Cambará-do-mato, Cambará-guaçu ou Candeia, dependendo da região de nosso País, a espécie *G. polymorpha* possui como características morfológicas, porte entre 6 a 10 metros, tronco tortuoso de 40 a 50 cm de diâmetro, suberoso, com casca profundamente sulcada, com estrias largas; madeira moderadamente densa (0,60 a 0,76 g/cm³), muito compacta, rija e de porosidade muito fina, altamente resistente a condições físicas adversas e ao ataque de organismos xilófagos, apresentando alta resistência natural em contato com o solo. Possui valor ornamental e na manufatura de artefatos de madeira (LORENZI, 2002a; REMADE, 2008).

3.2.5 FAMÍLIA PLATANACEAE

3.2.5.1 Espécie Exótica

3.2.5.1.1 *Platanus acerifolia* (Aiton) Willd.

O Plátano é uma árvore caducifólia, chegando a 30 metros de altura, de tronco cilíndrico, espesso, com manchas claras devido a esfoliação da casca. Ramagem vigorosa e copa globosa ou ovalada. A árvore possui origem duvidosa, sendo aventada a sua proveniência do sul da Itália (anterior a 1548). A espécie *P. acerifolia* seria um suposto híbrido natural, proveniente de espécies encontradas entre a Europa e Ásia (*P. orientalis*) e nos Estados Unidos (*P. occidentalis*). São frequentemente utilizadas na arborização viária, em parques e jardins, preferencialmente em regiões de clima temperado, devido a ser uma planta rústica e muito ornamental (LORENZI, et al., 2003; U.S. NATIONAL ARBORETUM PLANT INTRODUCTION, 1999).

3.2.6 FAMÍLIA LITHRACEAE

3.2.6.1 Espécie Exótica

3.2.6.1.1 *Lagerstroemia indica* L.

A espécie *L. indica*, ou simplesmente Resedá, é uma árvore proveniente da Índia de pequeno porte, não passando dos 5 metros de altura. Seu tronco é marmorizado por escamações irregulares, liso e de casca fina. Suas inflorescências são densas, de coloração variando entre o branco, rosa e arroxeadado. Muito ornamental, de grande rusticidade e rápido crescimento, é adequada ao uso paisagístico, notadamente para a composição de parques, jardins e arborização viária. É recomendado seu uso sob fiações elétricas devido ao pequeno porte. É uma das principais espécies da arborização urbana no sul do Brasil (LORENZI, et al., 2003)

3.2.7 FAMÍLIA PINACEAE

3.2.7.1 Espécie Exótica

3.2.7.1.1 *Pinus elliottii* Engel.

Árvore de 15 a 30 metros de altura, nativa dos Estados Unidos (Flórida), conhecida popularmente por Pinho-comum, Pinos ou Pinho-americano. Possui casca sulcada, acinzentada a marrom-avermelhada e folhas aciculadas. Planta adequada ao reflorestamento e produção de resinas (LORENZI, et al., 2003). Espécie introduzida, presente nas plantações nos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do sul. Madeira de baixa densidade de massa aparente ($0,48 \text{ g/cm}^3$), baixa dureza e resistência ao ataque de fungos e insetos xilófagos (REMADE, 2008). A variedade *densa* possui maior vigor e densidade da madeira superior ($0,89 \text{ g/cm}^3$), mas baixa produtividade (SHIMIZU, 2005).

3.2.8 FAMÍLIA OLEACEAE

3.2.8.1 Espécie Exótica

3.2.8.1.1 *Ligustrum lucidum* W.T. Aiton

Frequentemente encontrado em parque, jardins e ruas, o Alfeneiro já foi considerado a árvore ideal para o plantio em vias públicas, segundo Lorenzi, et al. (2003). A espécie ainda é reconhecida como uma das mais cultivadas em áreas urbanas no sul e sudeste do Brasil. A espécie é uma árvore perenifólia, chegando aos 10 metros de altura, tendo como país de origem, a China. Seu tronco é robusto com casca escura e provido de fissuras irregulares. Árvore muito resistente a podas, grande rusticidade e rápido desenvolvimento.

3.3 CUPINS

3.3.1 Aspectos sobre biologia e distribuição zoogeográfica.

De acordo com Krishina (1989), Lelis et al. (2001), Gallo et al. (2002), Costa-Leonardo (2002) e Zorzenon e Potenza (2006), os cupins ou térmitas, pertencentes à Ordem Isoptera, são considerados insetos eussociais, pois são formadores de colônias devido a cooperação mútua. Seus indivíduos são divididos em castas como a dos reprodutores formada basicamente pela rainha, rei e reprodutores alados (siriris ou aleluias) e reprodutores de substituição, a casta dos operários e a casta dos soldados, entre outras (Figura 1). Os insetos pertencentes a cada casta são morfologicamente distintos, havendo funções diferentemente realizadas dentro da colônia. Podem apresentar um número de indivíduos por colônia, variando entre gêneros, de algumas centenas ou milhares (em espécies em madeira seca), até poucos milhões em ninhos subterrâneos, arborícolas ou em montículos.

Segundo Krishina, 1969, citado por Costa-Leonardo (2002), os cupins diferem dos outros insetos sociais por apresentarem castas de ambos os sexos, terem ambos os sexos diplóides, serem paurometábolos e os estágios jovens participarem dos trabalhos ativamente na colônia. A origem das castas nos Isoptera pode ser explicada por duas teorias básicas, recorrendo a fatores genéticos e nutricionais, dependendo do grau de complexidade evolutiva (superiores ou inferiores) (COSTA-LEONARDO, 2002; ZANETTI, 2003)

Zorzenon e Potenza (2006) descreveram em seu trabalho, os termos referentes a diversidade de formas encontradas na sociedade dos cupins, representadas pelas castas, onde o termo larva é usado para designar os imaturos sem broto alar, sem características de soldado e não pigmentados; ninfa (ou “ninfa de alado”) é usado para designar imaturos sem características de soldado, com broto alar, ainda pouco pigmentados; soldados brancos ou pré-soldados, são os imaturos pouco pigmentados, pouco esclerotinizados, mas já com características de soldados. Os autores esclareceram que todos os cupins exceto os reprodutores, são biologicamente imaturos, inclusive os soldados e os operários.

Os operários são morfologicamente uniformes dentro de cada grupo e geralmente constituem a casta mais numerosa. Desenvolvem o trabalho da colônia na construção e reparação do ninho, coleta de alimento, alimentação dos indivíduos de outras castas, além

do cuidado com ovos, jovens e o com o par real. Nas espécies onde não ocorre a casta dos soldados, eles também defendem a colônia. Há diversos grupos distintos, tanto em termos morfológicos como em termos de desenvolvimento, que desempenham a função de operários em colônias de cupins. Assim, em Termopsidae, Kalotermitidae (cupins de madeira seca) e alguns Rhinotermitidae, “larvas” de estádios avançados realizam todas as funções de operários e são chamadas de “pseudergates”, pseudo-operários ou falsos operários (THOMPSON et al., 2003; ZORZENON; POTENZA, 2006; POTENZA; ZORZENON, 2008).

Em alguns gêneros, como *Syntermes*, há a existência de operários trimórficos, ou seja, de tamanhos e funções distintas. Operários menores e médios limpam e carregam partículas de solo enquanto os maiores cortam e carregam folhas para o ninho, enquanto os soldados acompanham os operários no corte de folhas, formando caminhos em forma de colunas de proteção (ZORZENON; JUSTI JUNIOR, 2006).

Os soldados são morfologicamente diferentes dos operários e são os responsáveis pela defesa da colônia, apresentando muitas adaptações para esta função. Podem existir glândulas especiais que produzem substâncias usadas como defesa química, como em Nasutitermitinae, podendo haver combinações entre defesa mecânica e química como nos soldados mandibulados de Nasutitermitinae (*Procoritermes*, *Cornitermes*, *Syntermes*) entre outros e de alguns Rhinotermitidae (*Coptotermes*, *Heterotermes*). Os soldados geralmente não realizam outras tarefas na colônia e são alimentados pelos operários. Em algumas espécies há dois ou três tipos de soldados, de tamanho e morfologia diferentes, como nos gêneros *Velocitermes* (Termitidae, Nasutitermitinae) e *Rhinotermes* (Rhinotermitidae).

Os reprodutores primários são os alados ou imagos também chamados de aleluias ou siriris, possuidores de boa pigmentação e esclerotinização, com olhos compostos perfeitamente desenvolvidos, incapazes de sofrer novas mudas. Estes indivíduos depois de voarem e perderem as asas, são os fundadores de novas colônias e recebem os nomes de reis e rainhas. As rainhas passam por um processo chamado fisogastria, onde há um grande crescimento dos ovários refletindo enormemente no tamanho do abdome. Normalmente, ocorre um rei e uma rainha, mas há casos de poliginia onde há várias rainhas primárias vivem com um só rei ou com muitos reis (GALLO, et al., 2002; COSTA-LEONARDO, 2002; ZORZENON, POTENZA, 2006; POTENZA, ZORZENON, 2008).

A colônia pode ainda possuir outros tipos de reprodutores chamados substitutos ou suplementares. Estes reprodutores machos e fêmeas podem tanto conviver com o par real, complementando o crescimento da colônia, quanto substituir definitivamente o casal perecido, não permitindo que a colônia entre em colapso reprodutivo.

Os termos usados para grupos nos quais ocorrem operários verdadeiros (na maioria dos gêneros de cupins subterrâneos) são, ninfóides ou secundários para reprodutores

neotênicos derivados de ninfas, com brotos alares presentes e ergatóides ou terciários para reprodutores neotênicos derivados de operários sem brotos alares.

Em fêmeas ninfóides e ergatóides também pode ocorrer o fenômeno da fisogastria.

Os Isoptera em sua maioria vivem em regiões tropicais e subtropicais, com algumas poucas espécies sendo encontradas em latitudes mais elevadas, raramente além de 40º norte ou sul. Estima-se que existam hoje, aproximadamente 2861 espécies vivas de cupins descritas, sendo que destas, 287 são encontradas no Brasil, devido a vastidão territorial (CONSTANTINO, 1999). Das existentes em nosso país, 68 espécies são cupins-praga e destas, 34 são urbanas e 46 agrícolas, com sobreposição de algumas espécies (COSTA-LEONARDO, 2002).

Os gêneros considerados pragas em áreas urbanizadas, causam prejuízos elevados, atacando árvores vivas (urbanas, florestas nativas, reflorestamentos e ornamentação), plantas residenciais, infestando edificações e patrimônios históricos ocorrendo em altas densidades populacionais, coabitando com o homem à procura de alimento (madeira e derivados celulósicos) (GOLD, et al., 1999; LELIS et al., 2001; COSTA – LEONARDO, 2002; ZORZENON; POTENZA, 2006; POTENZA; ZORZENON, 2008).

A classificação mais aceita atualmente considera sete famílias: Mastotermitidae, Kalotermitidae, Hodotermitidae, Termopsidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae.

Segundo Snyder (1935, 1965), os cupins estão distribuídos por todas as regiões zoogeográficas com exceção do Ártico e Antártica. O autor também relatou em seu trabalho, que a região etiópica abriga o maior número de espécies e afirma que as regiões Paleártica e Neártica são as mais pobres em espécies de cupins.

Constantino (1998) considerou em seu estudo, que a determinação do número exato de espécies das regiões Neotropical e Neártica, depende da maneira como são definidos os limites entre as duas regiões.

Destacam-se como altamente prejudiciais à economia do homem em suas áreas domiciliares e peridomiciliares os gêneros: *Coptotermes*, *Heterotermes*, *Nasutitermes*, *Cryptotermes*, *Syntermes* e *Neocapritermes* entre outros de relativa menor importância, como *Anoplotermes*, *Procornitermes*, *Cornitermes* e *Microcerotermes*.

Aproximadamente 500 espécies de Isoptera são encontradas nas Américas do Sul e Central e parte da América do Norte (Região Neotropical) (CONSTANTINO, 1999).

Nas florestas tropicais da América do Sul são encontradas as maiores densidades de cupins observadas, chegando aos 2 g de insetos por m². Das quase 3000 espécies descritas de Isoptera, mais de 1000 espécies são encontradas no continente Africano (Região Etiópica), 435 espécies na Ásia (Região Indomaláia), 360 na Austrália (Região Australiana), 24 espécies são encontradas na parte da Região Neártica da América no Norte e menos de

10 espécies são encontrados em território Europeu (Região Paleártica) (UNEP/FAO/GLOBAL, 2000, MYLES, 2004).

Vários autores como Krishna e Weesner (1969, 1970), Wilson (1971), Hermann (1979, 1981) Grassé (1982, 1984, 1986), Hunt e Nalepa (1994) e Costa-Leonardo (2002), consideram os cupins evolucionariamente como superiores e inferiores.

Os Isoptera são filogeneticamente separados em cupins inferiores, representados pelas famílias Mastotermitidae, Kalotermitidae, Hodotermitidae, Termopsidae, Rhinotermitidae e Serritermitidae e cupins superiores, representados pela família Termitidae. (KRISHINA, 1989).

Os cupins superiores possuem como principais características o elevado número de indivíduos em colônias maduras, alta complexidade na edificação de ninhos, simbiose com bactérias e/ou fungos para a digestão da celulose, utilização de outras fontes de alimento além da madeira e funções bem definidas entre as castas. As outras famílias que representam os cupins inferiores, normalmente possuem menor complexidade social, muitas vezes com tarefas pouco específicas efetuadas pelas castas (como a presença de falsos operários como em cupins de madeira seca), mas principalmente por apresentarem protozoários flagelados como simbiontes intestinais para a degradação da celulose.

Os materiais celulósicos e lignocelulósicos são a fonte alimentar básica dos cupins sob diferentes formas: madeira viva ou morta (em diferentes estágios de decomposição), gramíneas, raízes, sementes, fezes de herbívoros, húmus, manufaturados, entre outros (BORROR; DELONG, 1969; STEHR, 1991; FONTES; ARAUJO, 1999; ZORZENON; POTENZA, 2006).

Segundo Nutting (1970) e Edwards e Mill (1986), o amadurecimento de uma colônia é observado quando esta puder ser capaz de produzir todas as castas, inclusive os reprodutores alados. O tempo de amadurecimento de uma colônia é dependente da espécie e de vários fatores, levando entre 3 a 6 anos.

A longevidade de uma colônia dificilmente poderá ser estimada em espécies com a capacidade de gerar reprodutores secundários ou terciários (WILSON, 1974). Mesmo assim, vários autores acreditam que a colônia em determinada época entre em senectude e pereça totalmente.

Durante o desenvolvimento das sociedades dos cupins superiores é comum haver três fases bem distintas, podendo ser representadas por anos, onde a fase inicial da colônia (0 a 6 anos) apresenta um grande número de operários, seguindo-se da fase intermediária (4 a 12 anos), onde ocorre uma grande produção de alados (siriris ou aleluias) reprodutores, formadores de novos ninhos e a fase final, onde ocorre o declínio gradativo da colônia. A longevidade máxima das colônias de *Nasutitermes*, dependendo da espécie, está entre 40 e 80 anos (ANAIS DO TERCEIRO SEMINÁRIO SOBRE CUPINS, 1995).

Segundo Waller e La Fage, (1986), citado por Eleotério (2000), a eliminação de competição e predadores pelo homem facilitaram a dispersão dos cupins em áreas urbanizadas. A mesma autora cita Fontes (1998) em seu trabalho, afirmando que a infestação termítica em árvores normalmente inicia-se subterraneamente por raízes, tanto em árvores saudáveis ou não, não sendo muitas vezes aparentes os sinais de infestação externa, podendo ter os cerne consumidos pelos mesmos.

De acordo com Laera (1998), o mau planejamento e a escolha errônea de espécies botânicas junto a um diagnóstico tardio de infestações por cupins, prejudicam sobremaneira a arborização urbana.

Os cupins podem ser agrupados de acordo com seu modo de vida, em cupins de madeira seca, cupins de madeira úmida, cupins subterrâneos, cupins arborícolas e cupins de montículos (CURTIS, 1999) (Figura 2). Eles derivam seus nomes devido ao hábito alimentar e tipo de ninho encontrado, vivendo imersos no alimento, como nos cupins de madeira seca (*Cryptotermes*, *Rugitermes*, *Inscisitermes*), em árvores ou madeiras úmidas, como nos cupins de madeira úmida ou dampwoods (*Neotermes*), ou em locais úmidos como os subterrâneos (*Coptotermes*, *Heterotermes*, *Syntermes*), arborícolas (*Nasutitermes*, *Microcerotermes*) e de montículos (*Cornitermes*, *Procornitermes*). São encontrados em madeiras em geral, solos, árvores vivas ou em decomposição, construções civis, gramados, em pastagens e em culturas agrícolas. Muitas vezes os cupins edificam ninhos em formato variado, sob e sobre o solo, no alto de árvores ou tocos, possuindo consistência rígida ou cartonada, ou em ninhos subterrâneos, difusos e sem forma definida (UNEP/FAO/GLOBAL, 2000; LELIS et al., 2001; COSTA-LEONARDO, 2002; ZORZENON; POTENZA, 2006; ZORZENON; JUSTI JUNIOR, 2006).

Para Lelis et al. (2001), Milano e Fontes (2002), Costa-Leonardo (2002) e Zorzenon e Potenza, (2006), os cupins podem nidificar em locais variados, dependendo do habitat e do gênero considerado, podendo existir ninhos em árvores (dentro de raízes, troncos e exteriormente a estes) (Figura 3), em estruturas dentro de edificações tais como caixões perdidos (espaços vazios entre lajes), em paredes e caixas de força; no solo (subterraneamente ou exteriormente em forma de montículos), com formatos e tamanhos diversificados.

3.3.2 Importância

Os cupins são em sua maioria decompositores de árvores mortas, atuando consideravelmente na reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo bem como na sua aeração. Apenas uns poucos gêneros, uma minoria no universo de espécies descritas (menos de 10%), são considerados pragas no agroecossistema e em áreas urbanizadas, causando elevados prejuízos, atacando árvores vivas (urbanas, florestas nativas, reflorestamentos e ornamentação), plantas cultivadas e residenciais, ocorrendo em altas densidades populacionais, coabitando com o homem à procura de alimento seja madeira ou seus derivados celulósicos (FONTES; ARAUJO, 1999; COSTA-LEONARDO, 2002; ZORZENON; POTENZA, 2006; POTENZA; ZORZENON, 2008).

Como fonte energética utilizada pelos cupins tem-se a celulose obtida através de materiais celulósicos e lignocelulósicos como madeira seca, viva ou em decomposição e seus derivados em geral tais como, papel, papelão, livros, etc. Também são utilizados pelos cupins folhigo, húmus, fezes de herbívoros, sementes, gramíneas, partes aéreas e subterrâneas de plantas. Eventualmente podem ingerir (mas não digerir) materiais variados, tais como lã, couro, tecidos, gesso, isopor, cimento, tijolos de barro, blocos de concreto, plástico e espumas sintéticas, com a finalidade de procurar alimento. Na subfamília Macrotermitinae, que não ocorre no Brasil, a fonte energética provém do cultivo de fungos.

De acordo com Unep/Fao/Global (2000), Costa-Leonardo (2002), Zorzenon e Potenza (2006), Potenza e Zorzenon (2008), os cupins contribuem significativamente na maior parte do mundo onde são encontrados, como recicladores de árvores e outras plantas em decomposição, facilitando a ação de outros agentes decompositores, tais como os fungos e bactérias.

Os cupins além de agentes decompositores importantes da natureza, também participam da reciclagem de carbono e nitrogênio no ambiente, quando na construção de túneis e galerias, misturando saliva, materiais decompostos e fezes nitrogenadas ao solo (WALLER; LA FAGE, 1987).

Escavando túneis de conexão entre ninhos e fontes de alimento, auxiliam na aeração, drenagem de água e aumento de nutrientes do solo.

Apesar do pequeno número de espécies de cupins pragas, aproximadamente 185 espécies descritas até o momento, estimam-se custos elevados para a prevenção e controle de cupins nos Estados Unidos, entre dois a três bilhões de dólares / ano e na Austrália em torno de um e meio bilhão de dólares / ano (UNEP/FAO/GLOBAL, 2000).

Os cupins subterrâneos são extremamente destrutivos as edificações humanas, sendo gastos anualmente nos Estados Unidos, bilhões de dólares em tratamentos e reparações devido aos danos ocasionados. (SU; SCHEFFRAHN, 1990).

Lelis (1994) relatou que a espécie *Coptotermes gestroi* Wasmman, 1896 (= *C. havilandi*) estava presente em 85% dos casos de infestação de cupins subterrâneos em 240 edifícios paulistanos, representando um gasto superior a US\$ 3.000,00 milhões para a realização do controle.

Segundo Milano e Fontes (2002), os cupins causam elevados danos às áreas urbanas mundiais, chegando a valores na casa dos 5 a 10 bilhões de dólares anuais, sendo que apenas na cidade de São Paulo, os valores podem atingir algo em torno de 10 a 20 milhões de dólares / ano.

De acordo com Amaral (2002), não existem publicações brasileiras referentes aos prejuízos causados por infestações termiticas na arborização urbana. Entretanto a autora citou estudos realizados por Freitag e Cink (2001), onde no Estado da Louisiana (EUA), *Coptotermes formosanus* Shirak, é responsável por danos anuais à arborização em torno de seis milhões de dólares.

No Brasil faltam trabalhos de levantamento de infestação e danos causados por cupins em arborização no ambiente urbano. Distúrbios ambientais reduzem a diversidade selecionando espécies mais aptas, causando a diminuição de predadores e competidores e aliado à falta de um manejo adequado para controle de cupins, tornando o ambiente urbano um ecossistema ideal para instalação e disseminação de várias espécies de térmitas (JUSTI JUNIOR et al., 2004).

Devido a urbanização crescente e a ocupação desordenada de espaços naturais em áreas antes dominadas pelos cupins nativos, bem como pela introdução e dispersão humana de espécies exóticas como o *Coptotermes*, houve o agravamento das infestações tanto em árvores, quanto em edificações e jardins. Os cupins passaram a infestar construções, madeiramentos manufaturados, árvores e culturas agrícolas em substituição ao alimento outrora encontrado naturalmente.

Comportamentos diferentes podem ocorrer numa mesma espécie em locais distintos, onde pesquisadores integrantes da Unep/Fao/Global, (2000) citaram *Reticulitermes* infestando e matando árvores vivas na Europa, relato incomum na América do Norte.

As espécies mais importantes, como *C. gestroi*, *Heterotermes tenuis*, *H. assu*, *H. longiceps* e *Nasutitermes corniger*, são comumente encontrados em áreas silvestres e urbanas, causando enormes estragos à arborização e às edificações brasileiras, transitando pelo solo, em conduítes de eletricidade e telefonia, dentro de blocos e tijolos em construções, chegando aos madeiramentos (forros, batentes, guarnições, rodapés, móveis embutidos, etc.) e derivados celulósicos (livros, papéis, etc.) facilmente e destruindo-os

totalmente, chegando a comprometer a integridade da construção quando no consumo de madeiramentos de sustentação do telhado.

Cachan (1950) descreveu como sendo de importância na arborização, os gêneros *Coptotermes*, *Heterotermes* e diversos *Nasutitermitíneos*. O autor destaca ainda, a preferência arborícola de algumas espécies em Madagascar.

São diversas as espécies de cupins-praga caracterizadas como economicamente importantes na silvicultura Central Americana: *Coptotermes crassus*, *Coptotermes elisae*, *Coptotermes niger*, *Heterotermes indicola*, *Neotermes tectonae*, *Kalotermes approximatus*, *Nasutitermes corniger*, sendo considerada *C. testaceus* a mais comum e importante (HILJE, ARAYA, SCORZA, 1991)

Segundo Costa, et al. (2008) e Zanetti (2008), diversos gêneros de cupins são de elevada importância silvicultural no Brasil, diminuindo a produtividade e comprometendo a sanidade arbórea, levando a prejuízos financeiros significativos. Os autores destacam os gêneros *Coptotermes*, *Heterotermes*, *Nasutitermes*, *Neocapritermes*, *Procornitermes*, *Amitermes*, *Armitermes*, *Anoplotermes*, *Syntermes* e *Cornitermes*, como os mais relevantes.

C. crassus foi descrita de Honduras, ocorrendo em outros países da América Central, no México e foi introduzida nos Estados Unidos. *C. niger* foi descrita do Panamá e ocorre também em outros países da América Central e na Colômbia. Esta espécie é considerada uma praga importante, destruindo além de construções, também plantas vivas. *C. testaceus*, que ocorre no norte da América do Sul, inclusive na região amazônica brasileira, tem sido referida como “cupim do cerne e da casca”, sendo importante praga florestal (ZORZENON; POTENZA, 2006).

3.3.3 *Coptotermes gestroi* Wasmman, 1896

O gênero *Coptotermes* tem distribuição mundial e reúne várias espécies pragas em diferentes regiões zoogeográficas. Há quatro espécies descritas que ocorrem nas Américas, *C. crassus*, *C. testaceus*, *C. niger* e *C. gestroi*.

C. gestroi (Figura 4) é uma espécie oriental, oriunda do sudeste asiático (CONSTANTINO, 1998; FERRAZ, 2000) que foi observada pela primeira vez na América do Sul por Lima (1939) que o identificou como *C. vastator*.

A espécie *C. gestroi* foi introduzida no Brasil provavelmente no século passado, havendo registros no Rio de Janeiro em 1923 e em Santos em 1934 (ARAUJO, 1958).

Mesmo sendo a principal espécie e maior causadora de danos nas áreas urbanas da região sudeste do Brasil, pouco é conhecido sobre sua biologia, podendo ser encontrado

infestando a capital e cidades do interior paulista, como Campinas, Ribeirão Preto, Piracicaba, Rio Claro, Araraquara, Taubaté, entre outras (COSTA-LEONARDO, et al., 1999; FERRAZ, 2000; MILANO; FONTES, 2002).

Segundo Ferraz (2000), *C. gestroi* possui soldados com cabeça de pequenas dimensões de coloração variando do amarelo claro ao alaranjado, mandíbulas em forma de sabre e antenas 14 a 16 segmentadas. A coloração amarelada é vista em antenas, palpos e pronoto e a cor banca leitosa no abdome.

A colônia de *C. gestroi* pode ser policálica, ou seja, ocupa vários “ninhos” (estruturas independentes), vários deles desprovidos de reprodutores, sendo chamados “ninhos secundários ou subsidiários”. É frequente encontrar estes ninhos nas construções, inclusive com presença de jovens, porém não é fácil encontrar o ninho central, com o par de reprodutores primários. Este aspecto da biologia desta espécie torna ainda mais problemática a sua erradicação do local infestado, pois é possível que sejam eliminados os ninhos subsidiários e não o ninho central, sendo neste caso, grande a possibilidade de ocorrer rapidamente uma nova infestação. É comum ocorrer infestações destes cupins em árvores vivas e / ou raízes, inclusive com ninhos suplementares (CANCELLO; PONTE, 1991; JUSTI JUNIOR et al., 2000a; COSTA-LEONARDO, 2002; ZORZENON, 2004; ZORZENON; POTENZA, 2006; ZORZENON; JUSTI JUNIOR, 2006; POTENZA; ZORZENON, 2008).

De acordo com Mathews (1977), algumas espécies do gênero *Coptotermes* são capazes de matar árvores vivas.

Os cupins não são muito específicos com relação às espécies de árvores infestadas, muito embora esta ocorrência esteja relacionada à distribuição geográfica e as próprias espécies botânicas atacadas, era o que pensava Hickin (1971 apud AMARAL, 2002).

Os cupins podem gerar grandes impactos em florestas nativas ou não, assim como diretamente na arborização urbana. Algumas espécies de cupins tanto podem matar árvores aparentemente saudáveis, quanto causar-lhes danos muitas vezes não significativos. Entretanto ao comprometer seriamente regiões de árvores utilizadas na fabricação de móveis ou outros artigos, há a redução do seu valor comercial como fonte de madeira, levando a graves perdas econômicas além das ecológicas.

O comprometimento estético é observado muitas vezes pela presença de caminhamentos (tubos de forrageamento), assim como a desestruturação de raízes e troncos (Figuras 5, 6 e 7). Não mais havendo a sustentação adequada das plantas atacadas, o perigo do tombamento precoce é iminente, sendo este alarmante em áreas adjacentes as habitações.

Inúmeros casos são observados na cidade de São Paulo, principalmente em épocas chuvosas, onde a quebra de estipes, galhos, troncos ou a queda de árvores inteiras

(inclusive com a exposição das raízes muitas vezes inexistentes devido ao consumo efetuado pelos cupins) podem levar a acidentes de grande monta (ZORZENON, 2004).

3.3.4 OUTROS CUPINS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

3.3.4.1 *Heterotermes tenuis* (Hagen)

O gênero *Heterotermes* também é tido como cupim subterrâneo, mas muito pouco se conhece sobre a biologia das espécies. Os soldados de *Heterotermes* (Figura 8) são dimórficos, com cabeça retangular, alongada e de coloração geralmente amarelo alaranjada; mandíbulas finas e alongadas com extremidades voltadas para dentro; protórax mais estreito que a cabeça. Os operários são cegos, branco amarelados, e os reprodutores alados são delgados, alaranjados e de asas claras. O gênero já foi descrito em diversos países dos continentes sul e central americanos, sendo publicados trabalhos referentes ao Brasil, Panamá, Equador, Venezuela e Ilhas do Caribe (EMERSON 1971; NICKLE; COLLINS 1992; CONSTANTINO 2002).

São descritas no Brasil até o momento as espécies *Heterotermes assu*, *Heterotermes convexinotatus*, *Heterotermes crinitus*, *Heterotermes longiceps*, *Heterotermes sulcatus* e *Heterotermes tenuis* (ZORZENON; JUSTI JUNIOR, 2006). São observados operários e soldados em troncos caídos, infestando árvores vivas e mortas, em residências e em áreas de paisagismo. Infestam edificações em áreas urbanas, consumindo madeiramentos e derivados celulósicos em geral. (ZORZENON; JUSTI JUNIOR, 2006).

H. tenuis (Hagen) é comumente encontrada em áreas silvestres e urbanas, normalmente de hábitos subterrâneo, realizam caminhamentos típicos em forma de túnel. Causam danos às edificações, transitando pelo solo, em conduítes de eletricidade e telefonia, dentro de blocos e tijolos em construções, chegando aos madeiramentos (forros, batentes, guarnições, rodapés, móveis embutidos, etc.) e derivados celulósicos (livros, papéis, etc.) facilmente e destruindo-os totalmente, chegando a comprometer a integridade da construção quando no consumo de madeiramentos de sustentação do telhado (ZORZENON, 2002; ZORZENON; POTENZA, 2006)

Segundo Justi Junior et. al. (2000b); Costa-Leonardo (2002) e Camargo-Dietrich e Costa-Leonardo (2003), Zorzenon e Potenza (2006), Zorzenon e Justi Junior (2006) o ninho de *Heterotermes* é subterrâneo e difuso, muito difícil de ser localizado e mensurada sua população. É bastante comum encontrar operários e soldados em mourões de cercas na

zona rural ou em troncos caídos em ambientes naturais não alterados por atividade humana, bem como a espécie *H. tenuis* (Hagem, 1858) é considerada importante praga agrícola, sendo muito encontrada em gramíneas, eucalipto e cana-de-açúcar, entre outras importantes culturas. Também é considerado praga urbana como relatado por Araújo (1958), Fontes e Araujo (1999), Milano e Fontes (2002), Costa-Leonardo (2002), Camargo-Dietrich e Costa-Leonardo (2003), Zorzenon e Potenza (2006). Trabalho publicado por Perozo e Issa (2006) relata pela primeira vez a ocorrência de *H. tenuis* na Venezuela.

Uma nova metodologia de controle de *H. tenuis* e *C. gestroi* tendo como base iscas de Hexaflumuron, foi testada em trabalhos realizados por Zorzenon, et al. (2000) e Almeida, S. et al. (2000) e Potenza et al., (2004), mostrando sua eficiência.

3.3.4.2 *Nasutitermes corniger* (Motstchulsky, 1855)

O gênero *Nasutitermes* tem distribuição mundial e é um dos mais ricos em espécies. Podem ser muito abundantes nos ambientes de matas tropicais, nos cerrados e nas caatingas, construindo ninhos epígeos, subterrâneos e arborícolas. Possuem soldados dimórficos, com cabeça globosa de coloração variada (preta ou marrom) e projeção cefálica chamada nasus muito desenvolvida; glândula grande frontal que ocupa praticamente toda a cavidade cefálica produtora de secreção tóxica utilizada como proteção química; mandíbulas vestigiais; corpo de coloração variável (cinza, alaranjada, marrom, etc.), dependendo da espécie e pernas delgadas. Operários dimórficos, robustos e escuros. Reprodutores alados pigmentados e de asas normalmente escurecidas. São muito encontrados em áreas litorâneas devido ao hábito tipicamente arborícola, mas também são possuidores de ninhos epígeos.

Os ninhos são conhecidos vulgarmente por “cabeça de negro” nidificados em árvores (ninhos cartonados). Operários e soldados (maiores e menores) podem forragear ativamente sobre o solo sem a necessidade de túneis iniciais, mas os soldados são os primeiros batedores a encontrar fontes de alimento, requisitando feromonicamente os outros integrantes do ninho. As colônias podem possuir milhões de indivíduos e podem permanecer ativas por 40 a 80 anos (ANAIS DO TERCEIRO SEMINÁRIO SOBRE CUPINS, 1995), possuindo vários casais reais primários (poliginia e poliandria) (BUSCHINI; COSTA-LEONARDO, 1999; COSTA-LEONARDO, 2002). A formação de novas colônias pode dar-se por meio de revoadas ou por brotamentos (COSTA-LEONARDO, 2002). Registros da presença de ninhos de *Nasutitermes* no interior de residências, em vigas internas dos telhados, em sótão ou em edículas fora da construção principal, já foram relatados. Também

foram observados caminhamentos típicos de infestação termítica pelas paredes, sendo que os ninhos podem estar fora da construção, em árvores próximas ou junto ao solo. (COSTA-LEONARDO, 2002; ZORZENON; POTENZA, 2006).

N. corniger (Motstchulsky, 1855) (Figura 9) é uma das espécies de maior ocorrência Neotropical, estado amplamente distribuído nas Américas do Sul e Central (COSTA-LEONARDO, 2002). Algumas espécies de *Nasutitermes* são na verdade sinónimas de *N. corniger* sendo, portanto, identificadas erroneamente (COSTA-LEONARDO, 2002; CONSTANTINO, 2002a; CONSTANTINO, 2002b; SCHEFFRAHN et al., 2005).

N. corniger é altamente adaptado à colonização de habitats contrastando em ambientes urbanos, agrícolas e naturais. Segundo Scheffrahn et al. (2005) este térmita pode ser encontrado em litorais, tanto em locais muito secos e expostos, quanto em florestas pluviais. Os ninhos arborícolas ou epígeos compostos na maior parte de fezes friáveis, normalmente são facilmente visualizados e a medida que a colônia se desenvolve, os mesmos crescem em volume e são policálicos (THORNE 1982a, 1982b; LEVINGS; ADAMS 1984). Thorne (1980) relatou um ninho do *N. corniger* no Panamá com 68 cm no comprimento pesando 28 quilogramas. Os ninhos podem ser construídos no topo ou na base dos troncos de árvores e ocasionalmente no solo, em campo aberto. De acordo com Krecek (1969 apud SCHEFFRAHN et al., 2005), os locais do ninho podem ser ditados por exigências de umidade. As estruturas do ninho são geralmente policálicas e podem ser poligínicas e androgínicas (rainhas múltiplas e/ou reis) (KRECEK, 1970; THORNE, 1984; COSTA-LEONARDO, 2002). A mobilidade entre rainhas e reis dentro do ninho original e estruturas adjacentes do ninho é notavelmente ágil para um cupim superior (SCHEFFRAHN et al., 2005). Colônias de *N. corniger* normalmente se dispersam em estações chuvosas após a precipitação de chuva e aumento da umidade relativa do ar (SCHEFFRAHN et al., 2005).

No Brasil essa espécie já foi observada em diversos Estados, sendo encontrada em São Paulo, Bahia, Pernambuco, Pará, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Paraná, Amazonas, Espírito Santo, Paraíba (COSTA-LEONARDO, 2002) e em Santa Catarina (Florianópolis), Alagoas (Maceió) e Rio de Janeiro (Capital) (ZORZENON, observações não publicadas). A espécie tornou-se uma importante praga devido a urbanização. Fazem caminhos em forma de túneis escuros (Figura 10) característicos, infestando, mourões de cercas, postes de madeira, árvores e edificações, formando neste último, ninhos secundários em forros e telhados junto a caixas d'água e em caixões perdidos em edifícios. Destroem materiais celulósicos em geral, madeira úmida ou seca de densidades distintas, árvores vivas ou mortas, preferindo o alburno ao cerne de árvores (BANDEIRA et al., 1989, 1998; COSTA-LEONARDO, 2002; ZORZENON; JUSTI JUNIOR, 2006).

3.3.4.3 *Neocapritermes opacus* (Hagen, 1858)

Neocapritermes opacus (Hagen, 1858) (Figura 11) possui soldados com corpo escurecido, cabeça alaranjada e mandíbulas longas, assimétricas e retorcidas, do tipo estalante e operários com cabeça clara e abdome escurecido; alados com corpo e asas pretas. Poucos soldados são encontrados. Nidificam subterraneamente de forma difusa no solo e infestam as raízes de gramados, mudas de árvores e arbustos assim como madeiras em decomposição. Em árvores adultas ainda não foram relatados danos significativos, sendo muitas vezes encontrados na porção entre a casca e o tronco da árvore (Figura 12). Realizam galerias no sistema radicular das plantas prejudicando a absorção de água e nutrientes e a translocação dos mesmos. A presença de mudas mortas entre plantas saudáveis costuma ser um indicativo da atividade dos cupins (ZORZENON; JUSTI JUNIOR, 2006; POTENZA; ZORZENON, 2008).

Krishna e Araujo (1968) em seu trabalho de revisão do gênero coletaram diversos espécimes de *N. opacus* em diversos municípios dos Estados do território nacional como Paraná, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo, especialmente na cidade de São Paulo, nos bairros da Água Funda e Indianópolis.

A espécie apresenta distribuição ampla, com ocorrência no Cerrado e Mata Atlântica, além da Floresta Amazônica. Estudos de distribuição potencial da espécie, relatados por Schmidt (2007), prevêem alta probabilidade de ocorrência para os estados do Acre, Amapá, Espírito Santo, Maranhão, Mato Grosso do Sul e Roraima além dos Estados do sul e sudeste do Brasil onde já foi confirmada a ocorrência.

3.3.5 Ocorrência e diagnóstico de cupins em árvores urbanas

A invasão humana dos habitats naturais das espécies termíticas, seja na construção de casas e edifícios, seja na destruição da flora natural, faz com que as fontes alimentares disponíveis, árvores urbanas e madeiras muitas vezes menos resistentes usadas nas construções e/ou no mobiliário, sejam atacadas pelos cupins, que passam a forragear em ruas, jardins e dentro das residências.

Apesar da aparência saudável de algumas árvores urbanas infestadas por cupins subterrâneos, a fragilidade das mesmas é evidente e de tombamento eminente, devido ao

preferencial consumo do cerne em determinadas espécies botânicas. Muitas vezes os caminhamentos típicos da infestação termítica podem ser visualizados externamente em troncos e galhos, abaixo de cascas ou por entre rachaduras presentes nas árvores. Os cupins podem penetrar pelas raízes e podem infestar tanto árvores jovens quanto adultas, levando ao risco de queda de ramos e a morte e tombamento da árvore infestada (COSTA-LEONARDO, 2002; MILANO; FONTES, 2002; ZORZENON, 2004; ZORZENON; POTENZA, 2006; POTENZA; ZORZENON, 2008).

As árvores infestadas por cupins subterrâneos são focos de dispersão a outras árvores sadias e construções adjacentes. A reinfestação de edificações tratadas pode ser oriunda de árvores infestadas, sendo que a ocorrência inversa edificação-árvore também é verdadeira de acordo com Fontes (1998 apud AMARAL, 2002).

Para um julgamento com menores chances de erro, deve-se levar em conta a aparência geral da árvore suspeita de infestação termítica (DOLWIN, 1996).

Visualizações externas de troncos e estipes, com presença de caminhamentos (túneis) ou danos diretos visam a determinação da infestação termítica. Quando estas observações não puderem ser feitas ou forem ausentes, há a necessidade de perfuração do caule com brocas apropriadas. O diagnóstico geral de árvores, com visualização de declínio, amarelecimento, seca e queda prematura de folhas (fora de época), poda drástica, lesões, rachaduras ou lacerações superficiais ou profundas em troncos, galhos e raízes, florescimento tardio ou precoce (fora de época) ou não florescimento, brotamento tardio, plantio em local inadequado (sem espaço, em solos exauridos ou pobres) e stress generalizado, aventa a probabilidade da existência de infestação termítica nas plantas (ZORZENON, 2004)

A presença de revoadas muitas vezes oriundas diretamente de troncos é também uma prova cabal da existência de infestações e de ninhos anexos ou próximos do local atacado. Ferraz e Canello (2001) concluíram em seus estudos que as revoadas de *C. gestroi* na cidade de São Paulo são mais intensas na primavera, em estações chuvosas com picos entre agosto e outubro (fim do inverno e início da primavera), declinando consideravelmente em épocas mais amenas do ano (maio e junho). As autoras descreveram ainda que fatores extrínsecos tais como precipitações pluviométricas, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, temperatura e atmosfera eletricamente carregada, entre outros, influenciam consideravelmente para o acontecimento do fenômeno da revoada.

A falta de critérios no diagnóstico quando na suspeita de infestação de árvores, leva a dificuldades na tomada de decisões tanto para o controle, quanto para a remoção ou não de árvores (AMARAL, 2002). Atualmente, as análises de infestação termítica em árvores são realizadas apenas levando-se em conta a observação de danos em troncos e cascas, presentes externamente (HENDERSON et al. 1995). Estes danos externos podem remeter a

inverdades, onde os mesmos não se mostram visíveis, pois no caso de *Coptotermes* e *Reticulitermes*, muitas vezes os danos tem início no cerne das árvores, onde visualmente árvores saudáveis e insuspeitas de infestação estão seriamente comprometidas (JUTTNER, 1997a).

Amaral (2002) justificou seus estudos, devido ao parco conhecimento associado a infestações causadas por cupins na arborização urbana, afirmando que o desconhecimento coloca em risco a população, uma vez que árvores infestadas por cupins remetem-se ao tombamento precoce, catalisado por temporais e ventanias, causando danos econômicos consideráveis, além das mesmas servirem de reservatórios para novas infestações em locais ainda não colonizados. A autora relatou em suas pesquisas a utilização de métodos não destrutivos diagnosticando a ocorrência de cupins em árvores urbanas num bairro da capital paulista. A perda da resistência mecânica da madeira devido ao ataque de cupins em troncos de 49 árvores foi registrada com a utilização de um resistógrafo, onde as classes de decaimento foram discutidas minuciosamente em seu trabalho.

Estudos de Costa-Leonardo (2002) relataram a presença de *C. gestroi* infestando árvores das espécies *Caesalpinia peltophoroides* (sibipiruna), *Clitoria fairchildiana* (chapéu de sol), *Jacaranda mimosifolia* (jacarandá-mimoso), *Agatis robusta* (conífera), *Morus alba* (amoreira), *Delonix regia* (flamboyant) e *Caesalpinia ferrea* (pau ferro) na cidade de Rio Claro, São Paulo. A mesma autora relata a presença de *C. gestroi* nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, infestando árvores urbanas tais como, sibipiruna, palmeira, figueira, tipuana, quaresmeira, paineira, guapuruvu, jacarandá mimoso, eucalipto, pata-de-vaca, acácia, abacateiro, alfeneiro, ipê, álamo, pau-ferro, espatódea, angico-branco, pinheiro, falsa-seringueira, além de plantas arbustivas entre outras. Corroborando com trabalhos de Costa-Leonardo (2002), as espécies arbóreas Sibipiruna, Jacarandá-mimoso, Quaresmeira e Ipê comumente encontradas em São Paulo, são alvo do ataque de cupins subterrâneos como *C. gestroi* e *Nasutitermes* sp. (ZORZENON, 2004).

Zorzenon (2008) descreveu a importância dos cupins *C. gestroi* e *Nasutitermes* spp. em palmeiras ornamentais, levando a prejuízos significativos e limitantes as plantas infestadas.

Assim como em *Coptotermes*, as espécies de *Nasutitermes* e *Heterotermes* são detectadas pelos caminhamentos que constroem em paredes, estruturas e troncos de árvores e palmeiras. Estes caminhos chamados túneis ou galerias de forrageamento são construídos pelos cupins com terra e saliva e / ou com material estercoral (ZORZENON; POTENZA, 2006; ZORZENON; JUSTI JUNIOR, 2006).

3.3.6 Metodologias para prospecção de árvores

A sobrevivência das árvores em ambientes diversos depende da confiabilidade mecânica de suas estruturas onde problemas no tronco podem acarretar riscos de tombamento potencializando a ocorrência de sérios acidentes (MATTHECK, BRELOER, 1997; NIKLAS, 2002; PEREIRA et al., 2007).

Mattheck e Breloer (1994) desenvolveram um método de avaliação visual de árvores, conhecido por VTA (visual tree assessment), sugerindo três diferentes ferramentas para análise interna das árvores: o som de pancadas de martelo na árvore, o resistógrafo e o medidor de fraturas. Trabalhos realizados para a análise de árvores, como a apregoada por Amaral (2002) utilizando-se de resistógrafo e Nicolotti et al. (2003), classificaram como “quase não destrutivas” as técnicas utilizadas por meio de sondas, resistógrafos, eletrodos e transdutores inseridos no interior das árvores com a finalidade de verificação do estado geral de interiores lenhosos.

Técnicas não destrutivas têm sido desenvolvidas por investigação tomográfica segundo Pereira et al. (2007), onde a tomografia por impulso permite a reconstrução de seções transversais inteiras da árvore, por meio de informações fornecidas pela passagem de energia através da madeira. Entretanto, os autores definem a técnica como em desenvolvimento e portanto, ainda carente de estudos pormenorizados.

3.3.7 Prevenção e controle de cupins em árvores urbanas.

As práticas silviculturais em plantações em larga escala, são muito importantes e devem ser consideradas antes mesmo de intervenções químicas preventivas ou curativas. Estas estratégias também são aplicáveis para a silvicultura urbana, onde as árvores são plantadas em agrupamentos impróprios ou adensadas inadequadamente, sofrendo um stress muitas vezes desnecessário.

A escolha da espécie mais adequada ao local (jardim, calçamento, parque, etc), o preparo do solo, espaçamento entre plantas e para enraizamento, entre outros fatores, são cruciais para o desenvolvimento da planta. O uso de espécies tolerantes, a redução de injúrias mecânicas, podas drásticas e o levantamento e monitoramento de espécies de cupins e formigas endêmicos e nas adjacências antes do plantio, são práticas que podem

atenuar futuras infestações no local. Apenas a preocupação com aspectos paisagísticos e estéticos em detrimento as reais necessidades da espécie botânica escolhida, deve ser abolida. O controle de cupins em áreas de paisagismo urbano está intimamente relacionado com o conhecimento e a análise criteriosa de cada caso. A identificação correta da espécie e o dimensionamento de seu ataque, seguido da análise das condições dos locais atingidos são necessários para se determinar a metodologia e o produto mais adequado para o controle. A aplicação de medidas preventivas visa tentar evitar o ataque ou danos dos cupins, envolvendo custos que nem sempre são aceitos pela sociedade (POTENZA; ZORZENON, 2008).

Um dos fatores de grande importância no controle convencional de cupins reside no desconhecimento do tamanho das de cupins de hábito subterrâneo e no caso de algumas espécies, a existência de ninhos satélites interligadas (POTENZA et al, 2004). Su e Scheffrahn (1988) indicaram que colônias de cupins da espécie *C. formosanus* Shiraki, podem conter de 1 a 7 milhões de forrageiros, com um território de alimentação estendendo-se até 100 metros lineares. Colônias de *Reticulitermes flavipes* (Kollar) podem conter de 0,2 a 5 milhões de cupins e alimentar-se a uma distância linear de 79 metros (GRACE et al., 1989; SU et al., 1993).

Inseticidas piretróides como permetrina, deltametrina e ciflutrina, o fenil pirazol fipronil e neonicotinóides como o imidaclopride, entre outros, são largamente utilizados para o controle de cupins subterrâneos em áreas urbanas. (LEWIS, 2001).

Segundo Unep/Fao/Global, (2000), os inseticidas clorpirifós, imidaclopride e fipronil são mundialmente utilizados na prevenção e desinfestação de árvores urbanas contra cupins subterrâneos.

Potenza e Zorzenon (2008) relataram o uso dos ingredientes ativos permetrina e bifentrina (piretróides), fipronil (fenil pirazol), etofenproxi (eter difenílico), imidaclopride e thiamethoxam (neonicotinóides), todos inseticidas domissanitários, registrados para o controle de cupins em arborização urbana.

Juttner (1997), em seus apontamentos, relatou o uso de vários produtos no controle de *C. formosanus* em árvores urbanas em New Orleans, nos Estados Unidos.

Para que haja o efeito residual ou persistência de um inseticida no solo, vários fatores deverão ser considerados quando da aplicação, sejam eles, umidade, pH, temperatura e a própria concentração do produto (BASKARAN et al. 1999).

Osbrink et al. (2001) testaram a susceptibilidade de operários e soldados das espécies de cupins subterrâneos *C. formosanus* e *Reticulitermes virginicus* a 08 diferentes inseticidas, entre os quais, diversos piretróides, organofosforados e fenil pirazol.

O Imidaclopride é um inseticida relativamente novo, primeiramente registrado para o uso no Reino Unido em 1993 e nos Estados Unidos em 1994. É utilizado no controle de

insetos em áreas agrícolas e urbanas, possuindo registro para uso domissanitário no controle de cupins. É um inseticida sistêmico do grupo das nitroguanidinas (neonicotinóide), que age por ingestão e contato, que atua como uma neurotoxina, ligando-se ao receptor nicotínico da acetilcolina. O produto químico interfere na transmissão dos estímulos do sistema nervoso dos insetos, causando bloqueio neuronal (nicotinérgico), notadamente mais sensíveis ao efeito tóxico do produto do que em animais de sangue quente (produto químico seletivamente mais tóxico aos insetos). Este bloqueio conduz à acumulação da acetilcolina, um neurotransmissor importante, tendo por resultado a paralisia do inseto e morte. É considerado seguro a animais de sangue quente e peixes, mas de alta toxicidade a abelhas (PESTICIDES NEWS, 2003; BOUCIAS et al. 1996; ENVIRONMENTAL HEALTH GUIDE, 2006; EXTOWNET, 2008; PAN, 2008).

Estudos de Racke et al. (1994) revelaram que o processo de degradação de vários inseticidas em cinco diferentes tipos de solos urbanos americanos está diretamente relacionado com a umidade e temperatura *versus* concentração do produto. Entretanto, Baskaran et al. (1999) observaram que solos úmidos não aceleraram a degradação do Imidaclopride, mostrando-se estável nesta condição. Os autores relataram em solos com pH variando entre 7.1 a 8.5, que o produto Imidaclopride se mostrou o de maior efeito residual, quando comparado com outros dois produtos após 24 meses da aplicação.

Estudos de controle para *H. tenuis* na cultura da cana-de-açúcar realizados por Almeida, J. et al. (1998), obtiveram resultados mais eficientes quando o inseticida neonicotinóide Imidaclopride, foi aplicado associado a um fungo entomopatogênico, *Beauveria bassiana*.

O Imidaclopride em subdosagem pode ser utilizado como estressor quando associados a fungos entomopatogênicos, inibindo o comportamento de limpeza dos insetos, elevando a eficiência do patógeno (ALMEIDA; ALVES, 1996; MOINO JR.; ALVES, 1998; NEVES; ALVES, 1999; NEVES; ALVES, 2000).

Thorne e Breisch (2001), observaram que cupins da espécie *R. virginicus* em uma primeira exposição ao Imidaclopride (100 ppm) aplicado em solo arenoso, não eram repelidos. Entretanto, as autoras constataram que, mesmo dosagem subletal (10 ppm) aplicada ao solo, era suficiente na diminuição da formação de túneis de forrageamento pelos cupins que conseguiram sobreviver a primeira exposição. Comprovaram assim, um comportamento de aversão a um segundo contato com o produto.

Vários trabalhos relatam a eficiência do Imidaclopride e dos neonicotinóides de maneira geral no controle de cupins subterrâneos. Tratamentos a base de Imidaclopride, em diversas edificações infestadas por *Reticulitermes* sp. e *Nasutitermes costalis* resultaram na eliminação dos focos (SCHEFFRAHN et al., 2002; PARMAN; VARGO, 2005).

O tratamento em árvores urbanas deve ser realizado por técnicos especializados, com experiência na identificação das espécies xilófagas e conhecimento em biologia e comportamento. O uso dos inseticidas domissanitários deve ser criterioso, respeitando as normas de segurança para não haver contaminação ambiental e intoxicação de pessoas e animais, bem como a morte de árvores devido a fitotoxicidade do produto utilizado. Árvores e plantas ornamentais comuns em nossa cidade como sibipiruna, guapuruvu, jacarandá-mimoso, quaresmeira, palmeiras, falsa seringueira, acácia, ipês, paineira, álamo, figueira, abacateiro, alecrim, cássia, alfeneiro, pinheiros, eucaliptos, tipuana, flamboyant e muitas outras podem ser infestadas por cupins subterrâneos podendo acarretar sua morte (ZORZENON; POTENZA, 2006; POTENZA; ZORZENON, 2008).

Juttner (1997b) relatou o tratamento de árvores urbanas em New Orleans, com os produtos Lindane 20EC, Permetrina e Bifentrina infiltrando-os através de furações em troncos de árvores comprometidas por *C. formosanus*. O autor indica a realização entre um a sete orifícios na base do tronco infestado ou em locais danificados, com o auxílio de brocas e furadeira para posterior infiltração de calda inseticida na proporção de meio galão por furo (aproximadamente 13 litros por árvore), relatando que os mesmos após o tratamento, deverão ser obliterados com borracha de silicone.

Segundo Potenza e Zorzenon (2008), o uso dos produtos cupinidas deve ser criterioso, respeitando as normas de segurança, para não haver contaminação ambiental e intoxicação de pessoas e animais, ou a morte da árvore devido a fitotoxicidade do produto utilizado, o qual deve ser diluído em água para sua aplicação. A diluição realizada em querosene pode como consequência, levar muitas plantas a morte. O tratamento do solo em pré-plantio pode ser realizado diluindo-se o produto cupinida em água, na dosagem recomendada e distribuindo-se a calda através de um regador por toda a cova, antes e depois do plantio da muda.

São largamente utilizados diversos produtos para o controle de cupins subterrâneos em áreas urbanas. Para que haja o efeito residual ou persistência de um inseticida no solo, vários fatores deverão ser considerados na aplicação, sejam eles, umidade, pH, temperatura e a própria concentração do produto.

O tratamento de árvores urbanas com produtos inseticidas domissanitários líquidos, procede infiltrando-os através de perfurações em troncos de árvores comprometidas. Preconiza-se a realização de aproximadamente 03 orifícios (preferencialmente em triangulação) com inclinação de aproximadamente 45 graus, na base do tronco infestado chegando-se até o cerne ou em locais danificados, com o auxílio de brocas especiais de aço, normalmente utilizadas para mourões, com 36,0 ou 40,0 mm de comprimento por 10,0 ou 12,0 mm de diâmetro, com ponta simples ou tripla, para posterior infiltração de aproximadamente 30,0 a 100,0 litros de calda inseticida por árvore. Após a aplicação, os

orifícios deverão ser obliterados com borracha de silicone ou espuma poliuretânica, evitando-se o apodrecimento precoce, catalisado pela penetração de umidade proveniente de chuvas. Em mudas e arbustos, deverão ser aplicados aproximadamente 20 litros de calda inseticida infiltrada com haste injetora ou disposta em coroamento junto ao colo da planta, sendo que para a prevenção de mudas, anterior ao plantio, os mesmos procedimentos e recomendações deverão ser seguidos (ZORZENON, 2004).

A utilização de cimento em ferimentos, orifícios ou com a intenção de preenchimento de “vazios” (tecidos consumidos) não é recomendada. O peso extra proporcionado às árvores leva a desestruturação, desequilíbrio e aceleração da degradação tecidual da lesão (ZORZENON, 2004; POTENZA; ZORZENON, 2008).

3.4 FORMIGAS CARPINTEIRAS – GÊNERO *Camponotus*

3.4.1 Aspectos sobre biologia e distribuição zoogeográfica.

Assim como a fauna termítica, as formigas carpinteiras representadas pelo gênero *Camponotus*, são observadas nas mais diversas espécies arbóreas, sendo frequentemente encontradas nas árvores urbanas.

Segundo Hölldobler e Wilson (1990), Fowler et al. (1991), Campos-Farinha, et al. (1997), Bueno e Campos-Farinha (1999) e Caetano et al. (2002), as formigas são insetos holometábolos, pertencentes a Ordem Hymenoptera, mesmo grupo das abelhas e vespas, reunidas em uma única família chamada Formicidae. São consideradas insetos eussociais devido a sobreposição de gerações, cooperação com a prole e divididas em castas, com funções diferentes dentro da colônia, sendo representadas pelos reprodutores (machos e fêmeas) e operárias muitas vezes polimórficas.

A sociedade das formigas é formada basicamente por fêmeas (rainhas e operárias), onde os machos raramente participam de funções não reprodutivas. A longevidade de algumas espécies de formigas é de 4 a 7 anos para as operárias e mais de 15 anos para rainhas (ROBINSON, 1996).

Atualmente, estima-se que existam cerca de 18.000 espécies de formigas no mundo, sendo que o Brasil apresenta 2000 espécies identificadas onde, somente 1% são consideradas pragas e cerca de 50 espécies são adaptadas ao ambiente urbano (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1998).

Diversos tipos de substâncias, dependendo da espécie de formiga, servem como alimentos tais como: produtos açucarados, gordura animal, carnes, frutas, fungos e muitos outros. Nos hospitais sua presença é extremamente importante, pois elas carregam bactérias contribuindo para as infecções hospitalares. Também podem ocorrer dentro de aparelhos eletrônicos causando danos aos circuitos (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1998; 1999).

Os ninhos de formiga de uma maneira geral, consistem de uma série de cavidades e passagens, por onde as formigas transitam. Podem ser feitos diretamente no solo, em madeiramentos, armários, dentro de aparelhos eletrônicos, atrás de azulejos, batentes de portas, pisos, etc.

As espécies de formigas urbanas formam ninhos polidômicos onde são encontradas rainhas. Já o gênero *Camponotus*, possui ninhos satélites semelhantes a apêndices ligados ao ninho principal. Ninhos satélites consistem basicamente de operárias, larvas maduras (último estágio) e pupas, mas nunca ovos. Estes ninhos podem distribuir-se por locais distintos, dificultando a localização do ninho principal onde a rainha é encontrada (OGG et al., 2007).

Em determinadas épocas do ano e dependendo da espécie de formiga, há o processo da revoada ou enxameagem, onde os reprodutores alados, machos e fêmeas, saem para efetuar o acasalamento e formar novas colônias. Após o acasalamento, que normalmente é realizado em pleno voo, os machos perecem e as fêmeas acasaladas fundam novas colônias, iniciando novamente o ciclo, infestando novos locais. Algumas espécies podem ter dezenas ou mais rainhas abrigadas em um único ninho. Espécies muito urbanizadas, raramente realizam os voos nupciais para a formação de novas colônias, chegando a algumas espécies a abolir por completo o voo, realizando a sociotomia ou fragmentação de colônias, onde geralmente nenhuma, uma ou várias rainhas junto a um grupo de operárias carregando ou não formas jovens migram para um local distinto do ninho original. As espécies de formigas podem possuir colônias com uma única rainha ou com várias rainhas funcionais, fenômenos denominados monoginia e poliginia, respectivamente (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1998).

O uso indevido de inseticidas de determinados grupos químicos, principalmente os piretróides, pode promover a antecipação deste processo natural, gerando um aumento significativo da infestação (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999).

Conhecidas popularmente por formigas carpinteiras, as espécies do gênero *Camponotus* pertencem a família Formicidae, subfamília Formicinae e tribo Camponotini segundo Caetano (2000). O gênero está agrupado mais ou menos artificialmente em diferentes subgêneros (MARIANO; DELABIE; NASCIMENTO, 1998), havendo controvérsias na disposição relatadas por diversos autores.

A distribuição geográfica do gênero *Camponotus* é muito ampla, segundo Loureiro e Queiroz (1990) citado por Simas et al. (2000), se dispersando pelas Américas do Norte, Central e Sul entre outras regiões zoogeográficas do mundo.

É o gênero mais representativo e heterogêneo das regiões tropical e neotropical, também ocorrendo em regiões temperadas do globo (ROBINSON, 1996).

Terayama et al. (2003) informaram em suas pesquisas que a distribuição global para o gênero se restringe às regiões tropicais e de clima temperado (Figura 07).

O gênero *Camponotus* é polimórfico, apresentando extremos com espécimes muito grandes chamadas operárias máximas ou maiores (também chamados soldados) e muito pequenas chamadas operárias mínimas ou menores entre muitos outros tamanhos intermediários. São observadas características morfológicas externas em operárias maiores tais como mesossoma ligeiramente maior e cabeça desproporcionalmente muito grande, com enormes variações no desenvolvimento em comparação as operárias menores. Em algumas espécies de *Camponotus* há a presença de cabeças fragmóticas, onde a região clipeal é bastante truncada. Em outras, a cabeça é cilíndrica e achatada dorso ventralmente. A diversidade de formas está ligada a mecanismos de defesa e a distribuição de habitats, entre outros fatores (LONGINO, 2002).

Caetano et al. (2002) relataram em seu trabalho que a subfamília formicinae é representada por aproximadamente 400 espécies na região Neotropical, onde o gênero *Camponotus*, um dos maiores do mundo, pode ser encontrado em uma quantidade surpreendente de habitats.

Segundo Robinson (1996), Campos-Farinha et al. (1997), Bueno e Campos-Farinha (1998 e 1999), Dash (2004), o gênero *Camponotus* é representado por mais de 1500 espécies no mundo, dentre as quais 200 espécies estão na Região Neotropical.

Os representantes do gênero possuem antenas 12 segmentadas, escapos com até o dobro do tamanho da cabeça, mesossoma arredondado quando observado lateralmente, presença de acidóporo (extremidade do gáster com um círculo de pêlos) e apenas um nódulo peciolar (Figura 08).

As espécies são de difícil identificação, onde a coloração pode variar do amarelo até o preto, podendo apresentar operárias com variações de tamanhos muito grandes, devido ao polimorfismo (RYAN, 2008).

Suiter (2003) observou formigas carpinteiras durante 44 horas seguidas e concluiu que as mesmas possuem grande atividade noturna de forrageamento, entre 6 horas da tarde e 6 horas da manhã e maior atividade em determinados picos entre as 23 horas e meia noite. Apesar de o autor ter observado esta predileção noturna, o mesmo constatou que não é incomum encontrar tais espécies durante as horas do dia.

Robinson (1996) relatou que aproximadamente 10% dos integrantes das colônias de *Camponotus* são recrutadas para a busca de alimentos. O mesmo autor descreveu que os ninhos primários são normalmente formados em árvores urbanas plenamente desenvolvidas e os ninhos satélites posicionados em estruturas de madeira adjacentes.

Segundo Lyon (2004), colônias maduras de formigas carpinteiras após 3 a 6 anos, podem possuir cerca de 2.000 a 4.000 indivíduos.

De acordo com Robinson (1996), o tamanho de uma colônia em número de indivíduos varia com a espécie, onde as espécies *Camponotus modoc* e *Camponotus vicinus* possuem entre 50.000 a 100.000 operárias, *Camponotus pennsylvanicus* de 3.000 a 8.000 operárias e *Camponotus herculeanus* mais de 50.000 operárias. De um modo geral, uma colônia madura, demora aproximadamente 10 anos ou mais para o início da produção de reprodutores.

3.4.2 Importância

As espécies do gênero *Camponotus* são de hábito normalmente noturno, geralmente fazendo ninhos em cavidades no solo, madeiramentos, árvores vivas ou mortas, atrás de batentes de janelas ou portas, vigamentos de telhado, rodapés, assoalhos, fendas em paredes, dentro de gavetas e forros de madeira e são possuidoras de ninhos satélites ou secundários, ligados ao ninho principal. As espécies descritas por estes autores como as mais comuns em território nacional são, *Camponotus atriceps* (Fr. Smith, 1858) (= *C. abdominalis*), *Camponotus crassus* (Mayr, 1862), *Camponotus rufipes*, *Camponotus arboreus* e *Camponotus fuscocinctus*. (ROBINSON 1996; CAMPOS-FARINHA et al. 1997 E BUENO; CAMPOS-FARINHA 1998, 1999).

Segundo Zorzenon (2004); Campos-Farinha e Zorzenon (2008), as espécies de *Camponotus* mais encontradas em árvores urbanas são *C. crassus* (Figura 13), *C. atriceps*, *C. rufipes*, *C. sericeiventris* e *C. rengerii*.

Apesar da escavação de madeiramentos ou aproveitamento de aberturas existentes nas mesmas para o feitiço dos ninhos, estas formigas não se alimentam de celulose, procurando preferencialmente por substâncias adocicadas, gorduras, dentre outras (ROBINSON, 1996; CAMPOS-FARINHA et al., 1997; BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1998; BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999).

Segundo Lyon (2004) as formigas do gênero *Camponotus* dão preferência a alimentos tais como seivas de plantas, frutas frescas, insetos (vivos ou mortos), carnes, mel, melão, mel, geléia, açúcar, gordura, excrementos de pulgões (honeydew), etc. O autor

ainda afirma que estas formigas alimentam-se de cupins e normalmente nunca co-existem com eles em um mesmo ambiente.

Camponotus são arborícolas e forrageadores generalistas, procurando particularmente por carboidratos e proteínas, sendo observadas freqüentemente visitando nectários extraflorais (LONGINO, 2002).

Costa e Marcolino (2003) estudaram o comportamento de forrageamento de *C. atriceps* em área urbana através de diversos tipos de iscas atrativas. Os autores verificaram uma maior procura por fontes protéicas (iscas a base de baratas e larvas de *Tenebrio* sp.) em relação às fontes de carboidrato e a pouca atratividade de iscas a base de sardinha, de leite condensado e de mel.

Segundo Grahan (1929); Mariano, Delabie, Nascimento (1998), as formigas carpinteiras de um modo geral nidificam nos mais variados ambientes, colonizando galhos e troncos de árvores vivas ou mortas, solo, cupinzeiros abandonados, madeiramentos em decomposição e de construção de casas, praticamente em todos os materiais fabricados em madeira.

Corroborando os trabalhos de Bueno e Campos-Farinha, 1999 e Grahan, 1929, quanto a nidificação, Terayama et al. (2003) relataram a grande importância do gênero em território japonês, representado por aproximadamente 25 espécies descritas.

Klotz e Rust (2000) observaram a formação de até 20 ninhos satélites de formigas carpinteiras associados a um ninho principal contendo rainhas. Já Robinson, (1996), relatou que o número de ninhos satélites apesar de variar de espécie para espécie, são no mínimo 13.

Em alguns locais dos Estados Unidos, as formigas carpinteiras são consideradas pragas mais importantes do que os cupins, devido aos danos causados em construções de acordo com Ebeling, 1975; Furniss e Carolin, 1977; Hansen e Akre, 1985 citados por Chen et al., (2002).

Bueno e Fowler, 1994, são citados por Zarzuela, Ribeiro, Campos-Farinha (2002) afirmando que formigas do gênero *Camponotus* são indicativas de deficiências de estruturas, especialmente quando encontradas em áreas internas de hospitais, onde ali nidificam, buscando seu alimento em áreas externas.

Segundo relatos de Chen et al. (2002), *C. vicinus* (Mayr) é a espécie causadora de maiores danos em residências na região do pacífico norte depois da espécie *C. modoc*. Os autores pesquisaram *C. vicinus* na região norte de Idaho, EUA, concluindo que os ninhos da espécie são preferencialmente construídos em áreas abertas de florestas urbanas, em tocos e árvores caídas, não sendo diretamente observadas em árvores vivas.

Estudos de Klotz et al. (1995) relataram *C. atriceps* como sendo uma das espécies mais importantes e mais encontradas na Flórida.

De distribuição Neotropical, *C. atriceps* (Fr. Smith, 1858) (Figura 14) foi descrita por Longino (2002) em seu levantamento mirmecofaunístico da Costa Rica, relatando-a como uma das espécies mais importantes naquele país. O autor descreveu a espécie relatando abundantes variações na coloração da cabeça, mesossoma, pernas e gáster entre o castanho avermelhado, laranja claro e em raros casos, totalmente amarelos. Em *C. atriceps*, o polimorfismo é muito evidente, podendo ser observado tamanhos muito distintos entre as operárias (Figura 15). Em operárias menores ou mínimas (minor workers), o propódeo é alongado e estreito. É uma espécie extremamente oportunista, de hábitos noturnos, nidificando em árvores (Figura 16) e em locais perturbados pelo homem. Edificam ninhos satélites e segundo o autor, as operárias são muito tímidas quando forrageiam solitariamente. No entanto, são de extrema agressividade quando na proteção dos ninhos.

C. atriceps (Smith) está classificada entre as espécies urbanas mais frequentes em ambientes domiciliares e hospitalares, além de apiários e meliponários (BUENO; CAMPOS-FARINHA 1999, MARCOLINO *et al.* 2000). O alto grau de polimorfismo nesta espécie pode levar à subestimativa da presença de outras espécies de *Camponotus*, aliado à similaridade morfológica entre as mesmas, dificultando a identificação por taxonomistas pouco familiarizados (SOARES *et al.*, 2006).

Camponotus sericeiventris Guérin, 1838, (Figura 17) ocorre em diversos ambientes da região neotropical, sendo citada em vários estudos envolvendo comunidades de formigas e em estudos com exudações e secreções de animais e plantas. Os ninhos de *C. sericeiventris* são encontrados em troncos e galhos de plantas vivas ou não, em cavidades, sendo mais abundantes em troncos de madeira macia e de casca rugosa e em árvores de grande porte. As entradas dos ninhos são normalmente protegidas pelas operárias maiores (LONGINO, 2002; YAMAMOTO, 2004). A atividade dessas formigas é diurna, sendo influenciada pela temperatura e umidade. A espécie forrageia individualmente ou em grupo, no solo e na vegetação, com sobreposição da área de forrageamento entre colônias próximas. Sua dieta é oportunista e inclui néctar floral e extrafloral, exudatos de hemípteros e de lepidópteros, artrópodes mortos e presas vivas, além de sementes e frutos (YAMAMOTO, 2004).

Inventário em área urbanizada realizado por Lutinski e Garcia (2005) determinou como sendo o gênero *Camponotus* a maior número de espécies, totalizando sete espécies.

A observação da espécie *C. rufipes* (Figura 18), classificada como constante pelos autores, característica de ambientes perturbados e abertos, corrobora com trabalhos de Morini *et al.* (2003).

3.4.3 Prevenção e controle de *Camponotus* em árvores urbanas

Suiter (2003) chamou a atenção em suas pesquisas para a importância da localização dos ninhos de *Camponotus* em árvores. A posterior eliminação, através do uso de pulverizações dos inseticidas clorpirifós e diazinon, bem como a aplicação de iscas tóxicas a base de ácido bórico a 1% em líquido adocicado para a complementação no controle de formas jovens e reprodutores localizados nos ninhos foi estudado por Marer, (1991); Klotz e Rust (2000).

Apesar de Lyon (2004) sugerir em seu trabalho o uso de clorpirifós e diazinon em pulverizações e infiltrações direcionadas aos ninhos em árvores, como o melhor método de controle, o autor não indicou o uso de iscas tóxicas alegando a baixa eficiência das mesmas no controle de *Camponotus*.

De acordo com Robinson (1996), a efetividade das iscas tóxicas no controle de formigas carpinteiras depende delas não possuírem efeitos repelentes e terem longo espectro de ação, para haver também a mortalidade de rainhas e formas jovens.

Ogg et al. (2007) não recomenda o uso de iscas devido a grande variedade alimentar que compõe a dieta das formigas carpinteiras. Os autores indicam o controle através da aplicação direta em ninhos, ou realização de barreiras externas em locais infestados, usando os ingredientes ativos não repelentes Fipronil, Imidaclopride ou Chlorfenapyr (uso profissional) ou mesmo ácido bórico para interiores de residências (uso doméstico). Para cavidades de árvores ou aplicação em interiores de troncos após perfuração, prescrevem preferencialmente o uso do Imidaclopride.

Pellitteri (2003) indicou em seus estudos o uso dos inseticidas piretróides permetrina, deltametrina e ciflutrina e do carbamato propoxur em pulverizações e dos inseticidas fosforado Clorpirifós e carbamato Bendiocarb, na forma de pó seco para o polvilhamento em espaços vazios para o controle de formigas carpinteiras em árvores e ambientes exteriores.

A aplicação de inseticidas diluídos em água em ninhos de *Camponotus* localizados em aberturas naturais de árvores e tratamentos perimetrais foi preconizada por Suiter (2003) como sendo uma das chaves para o sucesso no controle de formigas carpinteiras. O autor indicou em seu trabalho a infiltração de calda inseticida na proporção de 3,7 litros ou mais por ninho e de aproximadamente 25 litros em tratamentos perimetrais externos.

Robinson (1996) relatou que são poucas as espécies de *Camponotus* que mantêm ninhos no interior de residências. O mesmo autor alegou que a localização dos ninhos primários e secundários (satélites) é um dos maiores problemas para o controle.

Simas e Costa (1996) e Simas et al. (2000) descreveram em seus trabalhos, testes realizados com diversos inseticidas para o controle de *Camponotus punctulatus*, onde puderam comprovar a eficiência de 100% do ingrediente ativo Fipronil para o controle da referida espécie em ninhos no solo (sem desmanche) e de 80% de eficiência em ninhos desmanchados.

Inspeções e aplicações de inseticidas anualmente, são preconizadas para o controle de formigas carpinteiras em áreas arborizadas (HANSEN, 2005; LIVINGWITHBUGS GUIDE, 2006)

A localização de ninhos de *Camponotus* em árvores, muitas vezes pode ser facilitada pela presença de resíduos de madeira raspada em forma de serragem (raspões), depositados junto a base do tronco da árvore infestada, indicando a atividade característica do gênero (Figura 19). Encontrar os ninhos primários e secundários é um dos maiores problemas para o controle (ZORZENON, 2004).

A eliminação dos ninhos de *Camponotus* em árvores, por meio de pulverizações e infiltrações em troncos dos inseticidas domissanitários é de suma importância para o êxito no controle. Os principais ativos recomendados são: organofosforados diclorvós e diazinon, os piretróides permetrina, cipermetrina, lambda cialotrina, alfa cipermetrina, deltametrina e ciflutrina, o carbamato propoxur, o fenil pirazol fipronil e o neonicotinóide imidaclopride (CAMPOS-FARINHA; ZORZENON, 2008).

O uso de iscas tóxicas a base de ácido bórico a 1% em líquido adocicado serve como complementação no controle de formas jovens e reprodutores localizados nos ninhos e depende das mesmas não possuem efeitos repelentes e terem longo espectro de ação (MARER, 1991; KLOTZ; RUST, 2000).

Os inseticidas devem ser sempre diluídos em água e aplicados em ninhos de *Camponotus* localizados em aberturas naturais de árvores, assim como em tratamentos perimetrais. A quantidade de litros de calda inseticida pode ser variável, dependendo do tamanho da árvore e do ninho encontrado. Normalmente devem ser infiltrados e pulverizados no tronco aproximadamente 5 ± 2 litros de calda por árvore. A quantidade de calda aplicada pode variar para mais ou para menos, de acordo com o diâmetro da árvore tratada. A concentração utilizada para a elaboração da calda inseticida é de 0,5% do ingrediente ativo por litro de água, devendo ser respeitadas as orientações descritas no rótulo do produto utilizado (ZORZENON, 2004; CAMPOS-FARINHA; ZORZENON, 2008).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA EXPERIMENTAL E DETERMINAÇÃO DE GRUPOS E ESPÉCIES ARBÓREAS

O experimento foi conduzido entre Janeiro de 2004 a Agosto de 2008, em área urbanizada denominada Sociedade Amigos da Colina das Flores no bairro Cidade Jardim (coordenadas S 23° 35' 34.72" / WO 46° 41' 57.60") no Município de São Paulo (Figuras 20, 21 e 22), abrangendo 1609 espécimes botânicos. Destes, 1477 foram identificados, sendo 1339 árvores e 138 palmeiras urbanas. As demais (132) foram excluídas devido a impossibilidade de identificação, devido a falta de flores, folhas ou frutos ou por serem demasiadamente novas.

As diversas espécies, plantadas em calçadas, parques e jardins públicos estavam distribuídas em aproximadamente oito quilômetros de ruas e avenidas, onde foram observadas infestações por cupins subterrâneos e formigas do gênero *Camponotus*. Convencionou-se a reunião das plantas em quatro grandes grupos de estudo, denominados: **Árvores Nativas, Árvores Exóticas, Palmeiras e Outras.**

As árvores são definidas como vegetais perenes e lenhosos. possuidores de ramos secundários (galhos), raiz pivotante e caule do tipo tronco, o que as distingue das palmeiras. Portanto, apenas as gminospermas e as angiospermas dicotiledôneas lenhosas são denominadas árvores (RAVEN, et al., 1978).

Nos grupos Nativas e Exóticas, foram separadamente selecionadas as espécies mais significativas estatisticamente, perfazendo 7 espécies nativas e 9 espécies exóticas

Para a formação dos grupos **Nativas** e **Exóticas**, o **n** mínimo foi de 20 plantas onde foram agrupadas as diversas famílias e espécies nativas e exóticas encontradas na área estudada. Para a formação do grupo **Outras**, diversas espécies de várias famílias botânicas com **n** variando entre 1 até 20 indivíduos, pouco expressivos estatisticamente quando isolados, foram estudados em conjunto.

O grupo denominado **Palmeiras**, definiu-se num conjunto de várias espécies de Arecaceae observadas durante o experimento.

A seleção da área pesquisada foi definida principalmente pela alta arborização das ruas e a presença de inúmeras praças e jardins, incluindo uma reserva sem acesso ao público. Excluindo-se a reserva, foi calculada a distribuição média de árvores viárias, obtendo-se uma média de 201 árvores por quilômetro linear, ou seja, uma árvore a cada 5 metros lineares. O valor obtido foi muito superior ao preconizado por Mello Filho (1985) que recomenda uma árvore a cada 7 a 12 metros lineares, confirmando assim o critério da escolha da área.

Realizou-se um censo das plantas encontradas na área de estudo. Dentro do universo botânico amostrado, a escolha das espécies botânicas de maior expressão foi baseada na sua quantidade, importância paisagística e distribuição generalizada pela área experimental.

A determinação das espécies botânicas foi realizada entre Janeiro a Agosto de 2004. Entre Setembro de 2007 a Agosto de 2008, realizaram-se as medições da CAP (circunferência a altura do peito) convencionado a 1,30 m da base da planta (Figura 23), segundo Daniel (2006) e coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude) de cada uma das árvores estudadas (Figura 24). Para isso, utilizou-se fita métrica de aço e aparelho receptor GPS, marca Garmim, modelo GPSMAP® 60Cx. As coordenadas geográficas foram mapeadas utilizando-se o programa livre GPS trackmaker.

4.2 DIAGNÓSTICO DAS ÁRVORES

O levantamento das espécies de cupins e formigas carpinteiras ocorreu durante 56 meses, de Janeiro de 2004 a Agosto de 2008.

4.2.1 Cupins

4.2.1.1 Análise visual

Para a determinação visual da infestação por cupins subterrâneos, os troncos foram analisados externamente, sendo observados:

- Caminhamentos ou vestígios na parte externa e interna da casca.
- Aberturas, reentrâncias e cavidades (ocos), fissuras e lacerações naturais e artificiais
- Danos decorrentes da ação termítica

Soldados e operários de cupins coletados foram acondicionados em vidros contendo álcool 80% e devidamente etiquetados para posterior identificação no Laboratório de Entomologia Geral do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal do Instituto Biológico em São Paulo.

4.2.1.2 Prospecção interna das árvores: dimensionamento de danos

Empregou-se brocas de aço com 6 mm de diâmetro por 200 mm de comprimento e 10mm de diâmetro por 320 a 400 mm de comprimento, utilizadas normalmente para a perfuração de mourões de madeira e telhas de fibrocimento, com pontas simples ou triplas, furadeira profissional marca Bosch modelo GSB 19-2 de 650 watts de potência e gerador elétrico a gasolina marca Branco modelo BT2 950. Brocas de menor calibre foram usadas em árvores de CAP igual ou inferior a 40 cm e as de maior calibre para as de CAP superior a 40 cm. Após a perfuração para determinação de infestação (Figura 25), os orifícios foram pincelados com fungicida calda bordalesa (sulfato de cobre, cal hidratada e água), e obliterados com borracha de silicone (Figura 26 e 27), evitando assim a penetração de umidade decorrente de chuvas e dificultando a entrada de fitopatógenos. Os mesmos orifícios foram reaproveitados para a infiltração de calda inseticida no controle posterior das árvores infestadas.

Como não é possível externamente determinar qual a dimensão e localização exatas dos danos na região interior do tronco, convencionou-se a utilização de três perfurações (n)

na base das árvores tentando-se obter a triangulação dos pontos (120° entre elas), em ângulo de perfuração a 45 graus em relação à árvore, segundo os esquemas 1 e 2.

A intenção foi a de atingir as regiões mais profundas do cerne para prospecção interna, constatando-se as infestações não aparentes e estimando-se as porcentagens de danos, segundo Zorzenon (2004). As porcentagens de danos internos foram convencionadas em 0% (sem danos) até 90%, para determinação da correlação entre CAP e estimativa da porcentagem de danos internos.

O número de perfurações (n) a ser realizado não é constante, podendo variar de acordo com o diâmetro da árvore a ser prospectada. Quanto maior o diâmetro do tronco, maior deverá ser o número de perfurações, apresentando assim superior precisão dos dados para a obtenção da porcentagem estimada de danos internos.

4.2.1.3 Porcentagem estimada de danos internos

Para a obtenção das porcentagens estimadas de danos internos de cupins subterrâneos foi desenvolvida uma metodologia de prospecção própria para este trabalho e desenvolvimento e adaptações de fórmulas trigonométricas para conversão de valores em estimativas percentuais de danos internos.

As estimativas percentuais foram obtidas através de medições das profundidades penetradas pelas brocas, ao perceber a diferença de resistência mecânica de um tecido saudável (de maior resistência) do tronco para um tecido lesionado (de menor resistência) ou cavo (sem resistência), decorrente do consumo interno realizado pelos cupins. Da somatória das três medidas de profundidade obtém-se uma média estimada.

Devido a angulação da perfuração em relação ao tronco ser de 45 graus (DP_{45°), os valores médios obtidos foram convertidos pela seguinte fórmula para se obter MP_{90° (medida média da profundidade da broca a 90 graus), resultando:

$$MP_{90^\circ} = \frac{\left(\frac{\sum DP_{45^\circ}}{n} \right)}{\sqrt{2}}$$

MP_{90° = medida média da profundidade da broca a 90°

DP_{45° = diagonal da profundidade da broca a 45°

n = número perfurações

$\sqrt{2}$ = 1,4142

Para resultados de medidas de profundidade em que a broca metálica não atinja nenhuma cavidade, o número a ser considerado na somatória das DP_{45° será um valor obtido através de $r \cdot \sqrt{2}$

Como a secção transversal do tronco se aproxima da forma circular, para propósitos práticos assume-se também tal forma. Também convencionou-se, pelos mesmos motivos, a extensão transversal de danos internos como sendo de forma circular. Portanto, para efetuar os cálculos de porcentagens estimadas de danos internos, há a necessidade de primeiramente obter-se o diâmetro do tronco onde:

CAP = circunferência a altura do peito

DAP = diâmetro a altura do peito

$\pi = 3,1416$

r = raio da circunferência

PD = % de danos internos

RL = região lesionada do tronco

Onde para obtenção do diâmetro:

$$DAP = \frac{CAP}{\pi}$$

Determinando posteriormente o raio da circunferência onde:

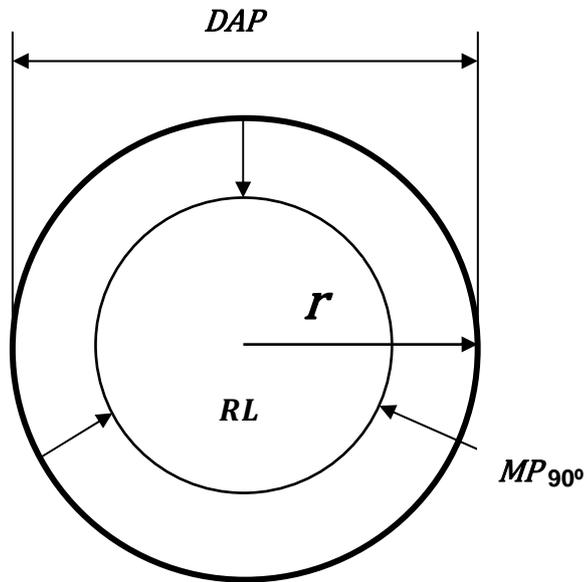
$$r = \frac{DAP}{2}$$

Subtraindo-se o MP_{90° (medida de profundidade) do r (raio da circunferência), teremos um valor estimado da região lesionada, onde:

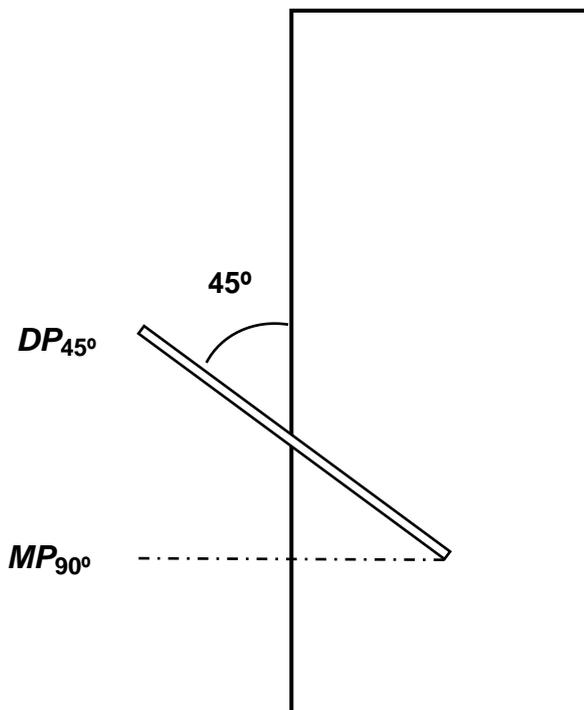
$$RL = r - MP_{90^\circ}$$

Para obtenção da porcentagem estimada da região lesionada interna aplica-se:

$$PD = \frac{RL \cdot 100}{r}$$



Esquema 1 - Corte transversal esquemático de tronco, demonstrando *DAP*, *r*, *RL*, e *MP*_{90°}



Esquema 2 - Corte longitudinal esquemático de tronco, demonstrando *DP*_{45°} e *MP*_{90°}

4.2.2 Prospecção de formigas carpinteiras

Para a determinação de infestação por formigas carpinteiras, foram realizadas observações visuais, com afastamento da casca das árvores por meio de formões e observação de rachaduras e cavidades em troncos e frestas em calçamento viário adjacente a cada planta. As formigas foram coletadas e acondicionadas em vidros contendo álcool 70%, para posterior identificação no Laboratório de Entomologia Geral do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal do Instituto Biológico de São Paulo.

As espécies de *Camponotus* coletadas foram identificadas pela Pesquisadora Científica Dra. Ana Eugênia de Carvalho Campos.

4.3 Controle químico das árvores e palmeiras

Em Agosto de 2004 iniciou-se os tratamentos curativos nas árvores se estendendo até Agosto de 2007, por meio de infiltrações em tronco (para cupins subterrâneos). Para formigas carpinteiras, foram realizadas pulverizações superficiais e em frestas e ocos dos troncos e estipes e em rachaduras de calçamentos adjacentes as plantas comprovadamente infestadas. O produto domissanitário com ingrediente ativo Imidaclopride (200 g/L i.a.) na dosagem de 2,5 mL/L de água foi utilizado para esta finalidade. As árvores foram tratadas com controle adicional anual.

Para o controle de cupins subterrâneos, foi utilizada a quantidade média de 20 ± 10 litros por árvore, de calda inseticida infiltrada por meio de pulverizador pressurizado de aço inox marca Guarany ou por meio de funis de plástico e regadores (Figuras 28 e 29). Para o controle de *Camponotus*, a média de calda utilizada por árvore foi de 5 ± 2 litros, infiltrada e/ou pulverizada sobre os troncos das árvores ou estipes das palmeiras (Figuras 30 e 31). Estas quantidades variaram para mais ou para menos, de acordo com o diâmetro da árvore tratada. Também foi realizado tratamento adicional perimetral nas árvores e palmeiras infestadas por *Camponotus*, em frestas e rachaduras de calçamentos adjacentes as árvores e palmeiras com o produto Diclorvós 825 g/L na dosagem de 10 mL / L de água e na quantidade de 1 litro de calda / árvore.

Nos últimos 12 meses de estudo (Agosto de 2007 a Agosto de 2008), fez-se o levantamento final pós-controle nas mesmas árvores vistoriadas, para a avaliação dos níveis de infestação na área.

O acompanhamento e as avaliações (coletas e tratamentos) foram efetuados mensalmente.

4.4 METODOLOGIA ESTATÍSTICA:

Para descrever o perfil da amostra segundo as variáveis em estudo, foram feitas tabelas de frequência das variáveis categóricas (danos de cupins e formigas, espécies, tipos e famílias), com valores de frequência absoluta (n) e porcentual (%), e estatísticas descritivas das variáveis contínuas (percentual de dano e valores de CAP), com valores de média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, mediana e quartis.

Para comparação das variáveis categóricas entre as espécies, tipos (Nativas e Exóticas) e famílias de árvores foram utilizados o teste Qui-Quadrado (grau de liberdade 3) ou o teste exato de Fisher, quando valores esperados forem menores que 5.

Para comparar os valores de CAP e da porcentagem de danos entre 2 grupos, foi utilizado o teste de Mann-Whitney, devido à ausência de distribuição Normal das variáveis e ao tamanho reduzido de algumas espécies. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparação das variáveis numéricas entre 3 ou mais grupos, seguido do teste de comparações múltiplas de Dunn. Para analisar a relação entre os valores de CAP e o percentual de dano foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman (CONOVER, 1971; SIEGEL, 1979; ZAR, 1999; FLEISS, 1981). O nível de significância adotado para os testes estatísticos foi de 5%.

4.4.1 PROGRAMA COMPUTACIONAL

Para análise estatística realizada pelo estatístico Helymar C. Machado (CONRE 7696-A) da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp, utilizou-se o programa computacional: The SAS (System for Windows Statistical Analysis System), versão 8.02. SAS Institute Inc, 1999-2001, Cary, NC, USA.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Metodologia desenvolvida

Foi desenvolvida uma metodologia prática com o uso de ferramentas de baixo custo e manutenção, onde 1339 árvores foram prospectadas.

Amaral (2002) por meio de resistógrafo e boroscópio relatou sobre sérios problemas mecânicos e sobre a dificuldade de manutenção do resistógrafo, bem como sua falta de precisão e baixa confiabilidade em determinados pontos do experimento.

A tomografia de impulso utilizada em árvores é uma forma não invasiva para a prospecção interna (PEREIRA, et al., 2007). Apesar de tecnologicamente superior, o equipamento é de elevado custo, chegando a 10.000 euros, devendo ser calibrado conforme a densidade do lenho.

As fórmulas matemáticas para conversão de dados e obtenção de porcentagens estimadas de danos internos são simples e de fácil compreensão. Assim como nos procedimentos relatados por Amaral (2002), a perfuração estima danos horizontais, não indicando indícios verticais do estado da árvore analisada. Para tanto, seria necessário um maior número de perfurações em alturas diferentes no tronco, levando a uma inapropriada exacerbação de injúrias, o que seria comprometedor no ponto de vista sanitário da planta, além do aumento do custo da análise por árvore. Para a estimativa de porcentagem de danos, as perfurações na base da árvore são suficientes para essa determinação.

5.2 Censo das espécies botânicas

A população dos espécimes botânicos considerados da área experimental foi composta de 1477 indivíduos. Desta população, foram amostradas e identificadas 1339 árvores e 138 palmeiras.

Foram identificadas 29 famílias botânicas e 52 diferentes árvores e palmeiras, conforme tabela 1.

As famílias de maior interesse, onde abrigaram o maior número de espécies botânicas, foram: Fabaceae, Melastomataceae, Bignoniaceae, Oleaceae, Asteraceae, Pinaceae, Platanaceae e Lithraceae

TABELA 1 NOMES POPULARES, NOMES CIENTÍFICOS, FAMÍLIAS BOTÂNICAS E RESPECTIVAS FREQUÊNCIAS ENCONTRADAS EM ÁREA URBANA DETERMINADA DO BAIRRO CIDADE JARDIM, NA CIDADE DE SÃO PAULO, NOS ANOS DE 2004 A 2008.

Nome popular	Nome científico	Família	Frequência
Abacateiro	<i>Persea gratissima</i>	Lauraceae	14
Alfeneiro	<i>Ligustrum lucidum</i>	Oleaceae	24
Amoreira	<i>Morus nigra</i>	Moraceae	02
Areca bambu	<i>Dyopsis lutescens</i>	Arecaceae	03
Cambará	<i>Gochnatia polymorpha</i>	Asteraceae	26
Camélia	<i>Camellia japonica</i>	Theaceae	01
Cássia	<i>Cassia</i> sp.	Fabaceae	12
Chapéu de sol	<i>Terinalia catappa</i>	Combretaceae	02
Cheflera	<i>Schefflera arboricola</i>	Araliaceae	12
Eritrina	<i>Erythina</i> sp.	Fabaceae	38

Escova-de-garrafa	<i>Callistemom</i> sp.	Myrtaceae	02
Espatódea	<i>Spathodea campanulata</i>	Bignoniaceae	44
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> sp.	Myrtaceae	20
Falsa seringueira	<i>Ficus elastica</i>	Moraceae	01
Fênix	<i>Phoenix silvestris</i>	Arecaceae	10
Ficus microcarpa	<i>Ficus microcarpa</i>	Moraceae	02
Ficus benjamim	<i>Ficus benjamina</i>	Moraceae	12
Flamboyant	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae	84
Goiabeira	<i>Psidium gajava</i>	Myrtaceae	11
Guapuruvu	<i>Schizolobium parahiba</i>	Fabaceae	01
Ipê	<i>Tabebuia</i> spp.	Bignoniaceae	80
Jaboticabeira	<i>Myrciaria cauliflora</i>	Myrtaceae	01
Jacarandá-mimoso	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Bignoniaceae	80
Jaqueira	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Moraceae	01
Jasmim manga	<i>Plumeria alba</i>	Apocynaceae	07
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Arecaceae	67
Macadâmia	<i>Macadamia integrifolia</i>	Proteaceae	01
Macieira	<i>Malus</i> sp.	Rosaceae	01
Magnólia	<i>Magnolia</i> sp.	Magnoliaceae	02

Manacá	<i>Brunfelsia uniflora</i>	Solanaceae	04
Mangueira	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	08
Nespereira	<i>Eriobotrya japônica</i>	Rosaceae	08
Oiti	<i>Licania tomentosa</i>	Chrysobalanaceae	02
Paineira	<i>Chorisia speciosa</i>	Bombacaceae	11
Palmeira Imperial	<i>Roystonea regia</i>	Arecaceae	08
Palmeira rabo-de-peixe	<i>Caryota urens</i>	Arecaceae	12
Palmeira real	<i>Archontophoenix alexandrae</i>	Arecaceae	36
Pata-de-vaca	<i>Bauhinia variegata</i>	Fabaceae	37
Pau-brasil	<i>Caesalpinia echinata</i>	Fabaceae	06
Pau-ferro	<i>Caesalpinia ferrea</i>	Fabaceae	54
Pau-jacaré	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Fabaceae	39
Pessegueiro	<i>Prunus persica</i>	Rosaceae	02
Pinheiro americano	<i>Pinus elliottii</i>	Pinaceae	98
Pitangueira	<i>Eugenia pitanga</i>	Myrtaceae	15
Plátano	<i>Platanus acerifolia</i>	Platanaceae	52
Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i>	Melastomataceae	116
Resedá	<i>Lagerstroemia indica</i>	Lithraceae	71

Sabal	<i>Sabal sp.</i>	Areaceae	02
Sibipiruna	<i>Caesalpinia pluviosa</i> <i>var. peltophoroides</i>	Fabaceae	267
Tipuana	<i>Tipuana tipu</i>	Fabaceae	36
Tuia	<i>Thuja sp.</i>	Cupressaceae	10
Uva japonesa	<i>Hovenia dulcis</i>	Rhamnaceae	01

5.3 Agrupamentos das espécies botânicas

As diversas espécies botânicas classificadas como Nativas, Exóticas, Palmeiras e Outras, foram agrupadas de acordo com a frequência em que foram encontradas, importância paisagística e estatística. O grupo das Nativas foi o de maior porcentagem amostrada perfazendo 41,98%, seguido das Exóticas com 35,61%, Outras com 13,07% e Palmeiras, representada por 9,34% das amostras.

A frequência e porcentagem total de cada grupo de plantas amostradas, denominados Nativas, Exóticas, Palmeiras e Outras é representada na tabela 2, não havendo intersecção entre plantas dos grupos convencionados.

TABELA 2 FREQUÊNCIA E PORCENTAGEM DOS AGRUPAMENTOS, NATIVAS, EXÓTICAS, PALMEIRAS E OUTRAS, ENCONTRADOS EM ÁREA URBANA DETERMINADA DO BAIRRO CIDADE JARDIM, NA CIDADE DE SÃO PAULO, NOS ANOS 2004 A 2008.

GRUPO	FREQUÊNCIA	%
NATIVAS	620	41,98
EXÓTICAS	526	35,61
PALMEIRAS	138	9,34
OUTRAS	193	13,07

Várias espécies dentro dos grupos Nativas e Exóticas foram elencadas, devido a expressividade numérica e importância. Dentro do grupo Nativas, foram estudadas sete espécies:

- *Caesalpinia pluviosa* var. *peltophoroides* (Benth.) Lewis / (Sibipiruna)
- *Caesalpinia ferrea* var. *leiostachya* Benth. / Pau-ferro
- *Gouania polymorpha* (Less.) Cabrera / Cambará
- *Erythrina speciosa* Andrews / Eritrina
- *Tibouchina granulosa* (Desr.) Cogn. / Quaresmeira
- *Tabebuia* spp. / Ipê
- *Piptadenia gonacantha* (Mart.) J.F. Macbr. / Pau-jacaré

No agrupamento Exóticas, o mesmo critério avaliativo aplicado em Nativas, foi repetido. Nove espécies de importância foram estudadas, sendo:

- *Jacaranda mimosifolia* D. Don / Jacarandá mimoso
- *Spathodea campanulata* Beauv. / Espatódea
- *Lagerstroemia indica* L. / Resedá
- *Platanus acerifolia* (Aiton) Willd. Platano
- *Pinus elliottii* Engel. / Pinheiro americano
- *Ligustrum lucidum* W.T. (Aiton) / Alfeneiro
- *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze / Tipuana
- *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. / Flamboyant
- *Bauhinia variegata* L. (Benth.) / Pata-de-vaca

C. pluviosa var. *peltophoroides* (Sibipiruna), foi a de maior frequência dentro do grupo Nativas e a de maior representatividade na área estudada com 18,07%, diferente do encontrado por Amaral (2002) no bairro de Higienópolis, SP, onde a espécie *Ligustrum lucidum* (Alfeneiro) representava 38% de sua amostra e Sibipiruna apenas 12%. Dentro do grupo Exóticas a espécie *Pinus elliottii*, mostrou-se a de maior frequência e aparecendo 6,64% das vezes no total das árvores observadas. Grey e Deneke (1978) recomendaram que cada espécie utilizada na arborização de ruas não atinja mais que 15% da população total devido ao risco de pragas e doenças, portanto, apenas *C. pluviosa* var. *peltophoroides* ultrapassou as recomendações dos autores.

Resultados de frequência e estatística descritiva de cada uma das espécies botânicas dos grupos Nativas e Exóticas, assim como dos agrupamentos Palmeiras e Outras, são mostrados na tabela 3.

TABELA 3 FREQUÊNCIA ABSOLUTA E RELATIVA (%) DE ÁRVORES E PALMEIRAS URBANAS DAS ESPÉCIES ENCONTRADAS EM ÁREA DETERMINADA DO BAIRRO CIDADE JARDIM, NA CIDADE DE SÃO PAULO, NOS ANOS DE 2004 A 2008.

ESPÉCIE BOTÂNICA	GRUPO	FREQUÊNCIA (N)	%
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Cambará)	NATIVA	26	1.76
<i>Erythrina speciosa</i> (Eritrina)	NATIVA	38	2.57
<i>Tabebuia</i> spp. (Ipê)	NATIVA	80	5.42
<i>Caesalpinia ferrea</i> var. <i>leiostachya</i> (Pau-ferro)	NATIVA	54	3.66
<i>Piptadenia gonacantha</i> (Pau-jacaré)	NATIVA	39	2.64
<i>Tibouchina granulosa</i> (Quaresmeira)	NATIVA	116	7.85
<i>Caesalpinia pluviosa</i> var. <i>peltophoroides</i> (Sibipiruna)	NATIVA	267	18.08
<i>Spathodea campanulata</i> (Espatódea)	EXÓTICA	44	2.98
<i>Delonix regia</i> (Flamboyant)	EXÓTICA	84	5.69
<i>Jacaranda mimosifolia</i> (Jacarandá mimoso)	EXÓTICA	80	5.42
<i>Ligustrum lucidum</i> (Alfeneiro)	EXÓTICA	24	1.62
(<i>Bauhinia variegata</i> (Pata-de-vaca)	EXÓTICA	37	2.51
<i>Pinus elliotii</i> (Pinheiro americano)	EXÓTICA	98	6.64
<i>Platanus acerifolia</i> (Plátano)	EXÓTICA	52	3.52
<i>Lagerstroemia indica</i> (Resedá)	EXÓTICA	71	4.81
<i>Tipuana tipu</i> (Tipuana)	EXÓTICA	36	2.44
Palmeiras	NATIVAS E EXÓTICAS	138	9.34
Outras	NATIVAS E EXÓTICAS	193	13.07
TOTAL		1477	100

5.4 Espécies de cupins subterrâneos e *Camponotus* na população botânica.

Foram identificadas quatro espécies de cupins em diferentes graus de infestação nos espécimes botânicos estudados. Foram encontrados cupins subterrâneos das espécies:

- *Coptotermes gestroi* Wasmman, 1896
- *Heterotermes tenuis* (Hagen)
- *Nasutitermes corniger* (Motstchulsky, 1855)
- *Neocapritermes opacus* (Hagen, 1858)

Formigas carpinteiras de cinco espécies foram coletadas nas árvores e palmeiras estudadas e identificadas, a seguir:

- *Camponotus atriceps* (Fr. Smith, 1858)
- *Camponotus crassus* (Mayr, 1862)
- *Camponotus sericeiventris* (Guérin, 1834)
- *Camponotus rufipes* (Fabricius, 1775)
- *Camponotus renggeri* (Emery, 1894)

Devido a dificuldade na identificação de espécies de *Camponotus* (RYAN, 2008), uma espécie não pode ser reconhecida, sendo denominada *Camponotus* sp.1.

Algumas árvores apresentaram sinais evidentes de infestação termítica, com caminhamentos externos aparentes, rachaduras em tronco e lacerações generalizadas.

Também foram encontrados focos esparsos de cupins de madeira seca dos gêneros *Rugitermes* sp. e *Incisitermes* sp. (Figuras 32 e 33)

Espécies de cupins de madeira seca, comuns em tocos e árvores mortas, podem ser encontradas eventualmente infestando partes mortas (secas) de troncos e galhos de árvores vivas sem, no entanto, causar danos diretos as plantas (CABRERA; SCHEFFRAHN, 2005) Ambos os gêneros foram observados em escassos exemplares arbóreos vivos durante o experimento, numericamente pouco significativos.

Do total de espécimes botânicos amostrados, 27,01% apresentavam danos decorrentes de infestação termítica, conforme gráfico 1 e destes, 25,12% foram da espécie *C. gestroi*, como pode ser observado no gráfico 2. Já a infestação por *Camponotus*, foi muito menor, sendo que apenas 7,59% das plantas se encontravam com algum tipo de infestação (gráfico 3) e destas, 5,21% eram de *C. atriceps*, de acordo com o gráfico 4.

5.5 Ocorrência de cupins na população botânica

De acordo com o gráfico 1, pode-se observar que a população arbórea saudável representou a maior porcentagem, corroborando com o trabalho de Amaral (2002). Entretanto, a porcentagem de árvores danificadas foi expressiva, ou seja, mais de $\frac{1}{4}$ das plantas apresentaram algum tipo de dano de infestação termítica, mais ou menos intensos, dependendo da espécie botânica.

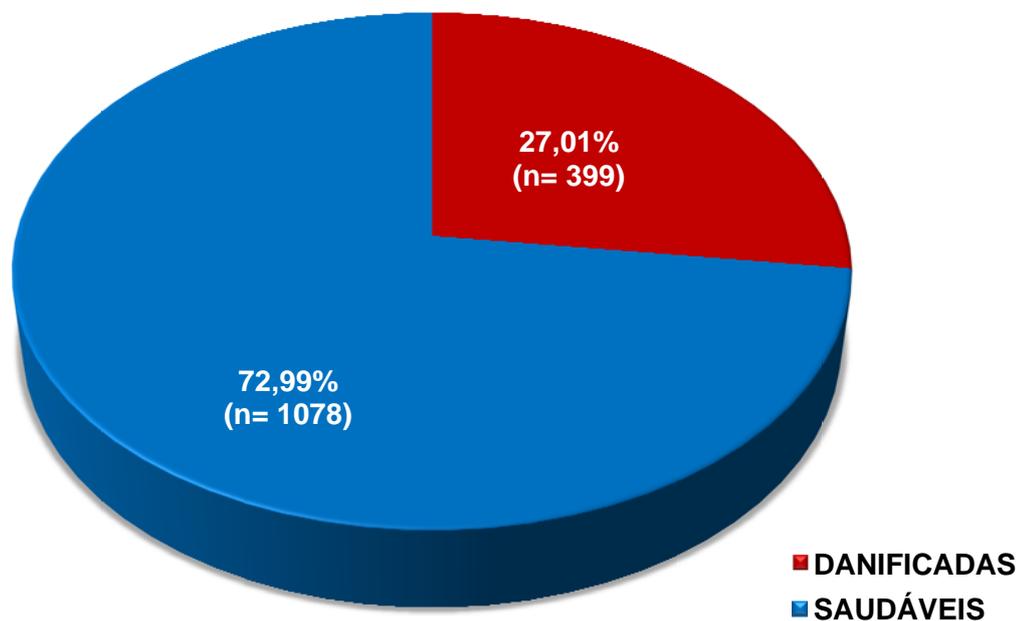


Gráfico 1 Porcentagem de árvores danificadas por cupins subterrâneos encontradas em área urbana determinada do bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, entre os anos de 2004 a 2008.

As espécies de cupins de hábito subterrâneo *C. gestroi*, *H. tenuis*, *N. corniger* e *N. opacus* foram encontrados na área estudada e suas proporções de ocorrência geral estão representadas o gráfico 2.

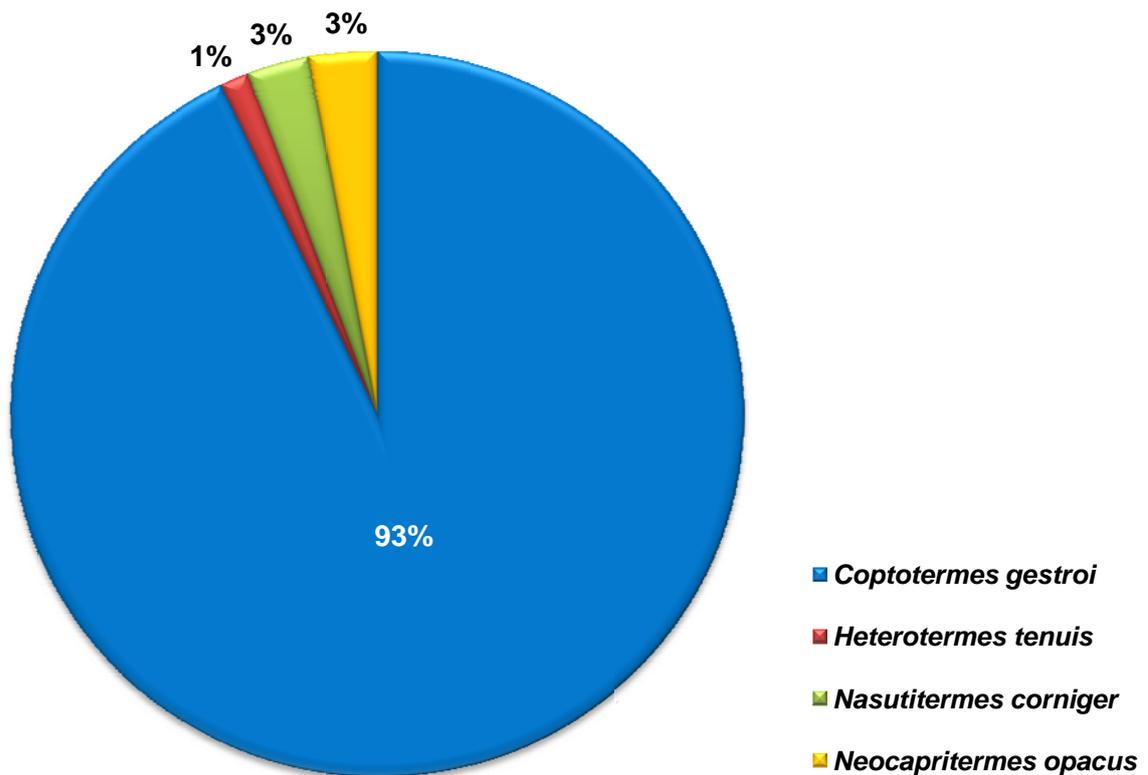


Gráfico 2 Representatividade termítica na população botânica encontrada em área urbana determinada do bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, entre os anos de 2004 a 2008.

Nota-se a presença elevada de *C. gestroi* e a predominância perante as outras espécies de cupins subterrâneos. *C. gestroi* foi encontrado em 371 árvores estudadas representando 93% das amostras de cupins na população botânica, com ocorrência em praticamente todas as famílias botânicas, exceto em Platanacea dentro do grupo Exóticas e no grupo Palmeiras. As outras três espécies foram de baixa ocorrência e representaram apenas 1% para *H. tenuis* e 3% respectivamente para *N. corniger* e *N. opacus*.

5.5.1 Ocorrência termítica nos grupos botânicos

Analisando-se o gráfico 3, pode-se constatar que a representatividade de cupins subterrâneos foi diferenciada nos quatro grupos botânicos. Em Nativas, a presença termítica foi predominante sendo encontrados em 37,10% (n=230) das 620 plantas que compunham o grupo. Este número é superior quando comparado ao grupo das Exóticas, que apresentaram 25,09% (n=132) de ocorrência, dos 526 espécimes botânicos observados neste agrupamento. Comparativamente, o grupo Outras, apresentou apenas 19,17% (n=37) de ocorrência de cupins subterrâneos, das 193 espécies arbóreas. O grupo Palmeiras (n=138), por outro lado, não apresentou qualquer tipo de vestígio ou dano termítico.

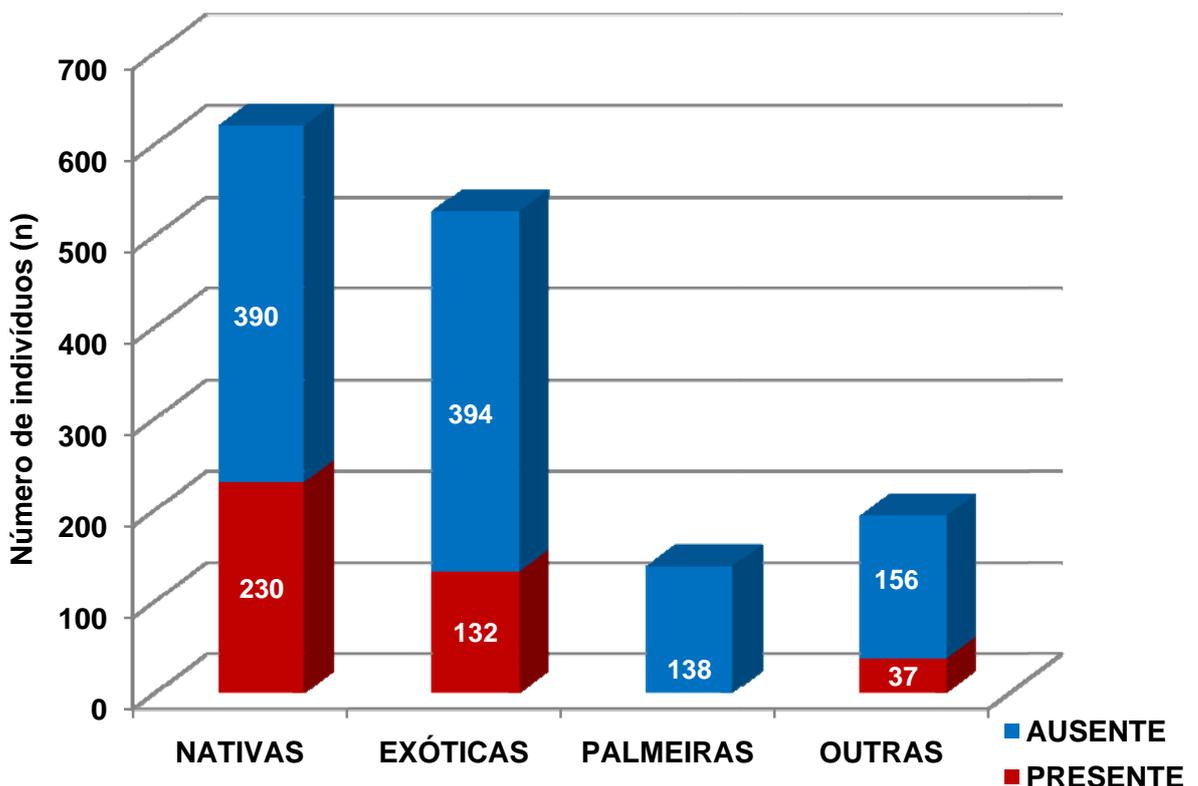


Gráfico 3 Ocorrência de danos termíticos nos quatro grupos botânicos estudados encontrados em área urbana determinada do bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, entre os anos de 2004 a 2008.

Os gráficos 4, 5 e 6, apresentam as comparações das principais variáveis categóricas e contínuas entre os quatro grupos botânicos convencionados (Nativas, Exóticas, Palmeiras e Outras) correlacionados as espécies termíticas *C. gestroi*, *N. corniger* e *N. opacus*, exceto *H. tenuis*.

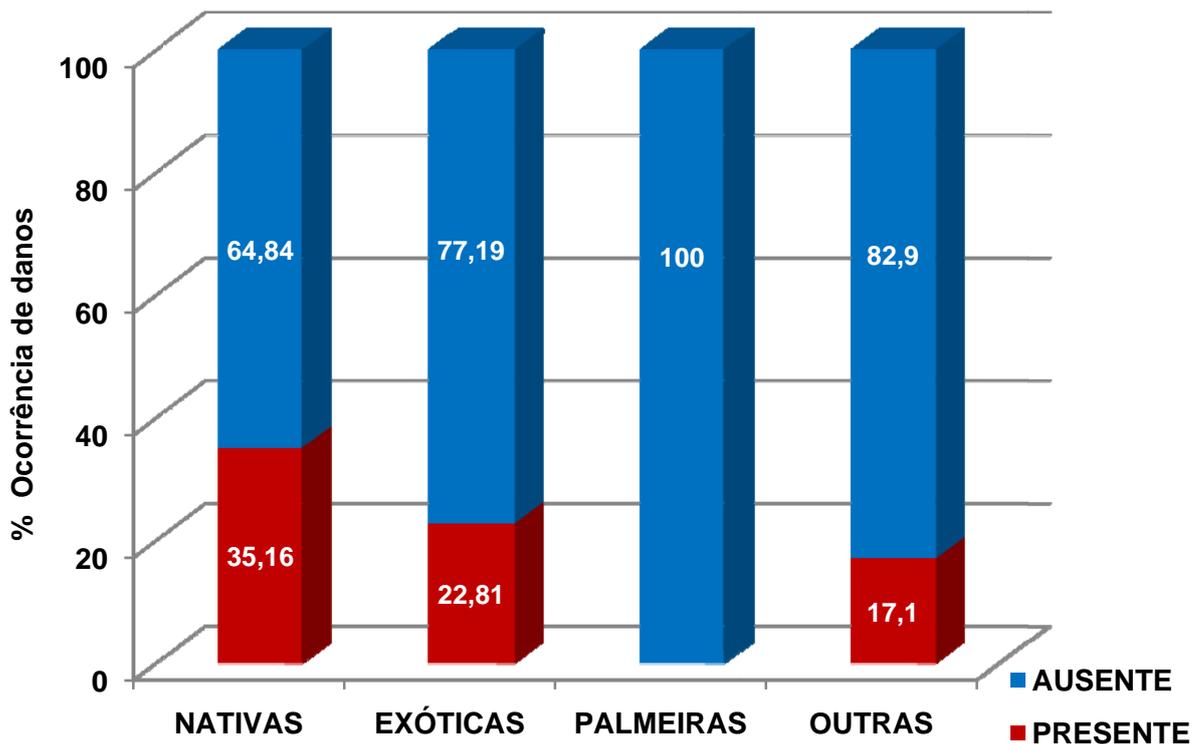


Gráfico 4 - Comparação entre os quatro grupos (Nativas, Exóticas, Palmeiras e Outras) encontrados em área urbana determinada do bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, entre os anos de 2004 a 2008, quanto a presença de danos de *Coptotermes gestroi* (Teste Qui-quadrado: $X^2=87,62$; $GL=3$; $P<0,001$)

C. gestroi foi encontrado em três, dos quatro grupos botânicos, sendo predominante em Nativas apresentando-se em 35,16% do grupo, contra 22,81% em Exóticas e 17,10% em Outras. No grupo Palmeiras, a espécie não foi observada (Gráfico 4).

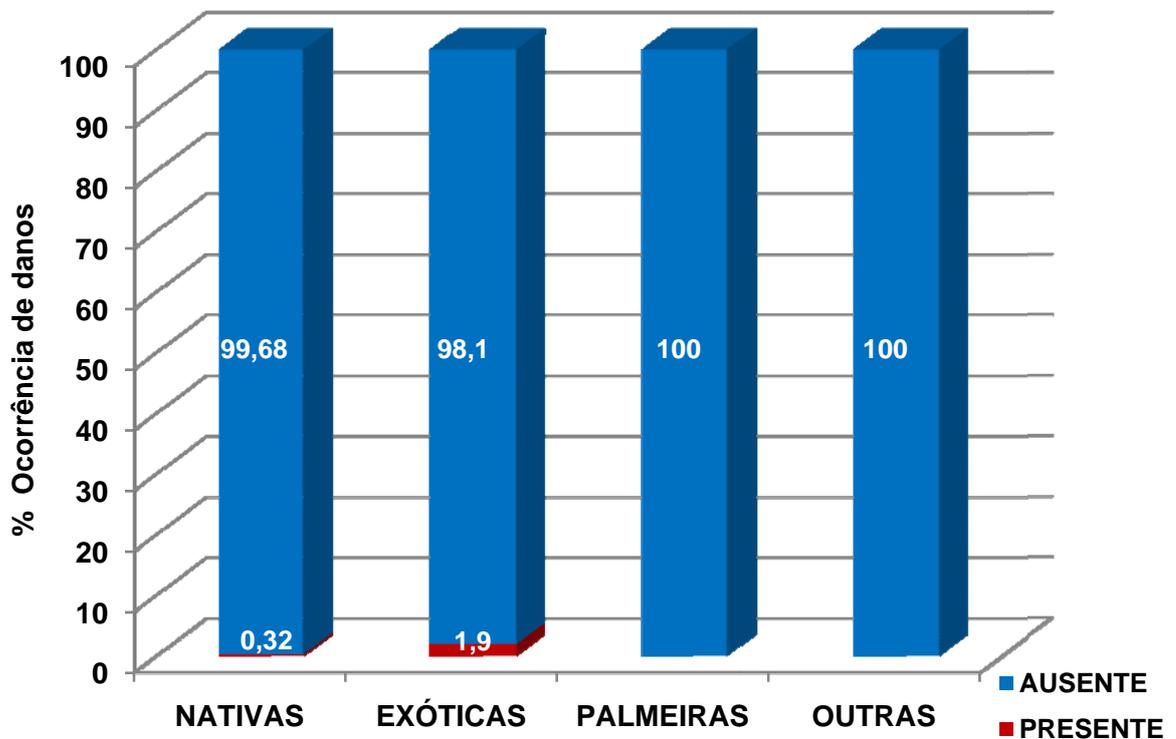


Gráfico 5 - Comparação entre os quatro grupos (Nativas, Exóticas, Palmeiras e Outras) encontrados em área urbana determinada do bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, entre os anos de 2004 a 2008, quanto a presença de danos de *Neocapritermes opacus* (Teste Exato de Fisher $P=0,015$)

Entretanto, de acordo com o gráfico 5, a espécie *N. opacus* foi mais encontrado em Exóticas, praticamente não sendo observado em Nativas, com 1,90% e 0,32% de ocorrência respectivamente. Nos outros dois grupos, Palmeira e Outras, a espécie não foi encontrada.

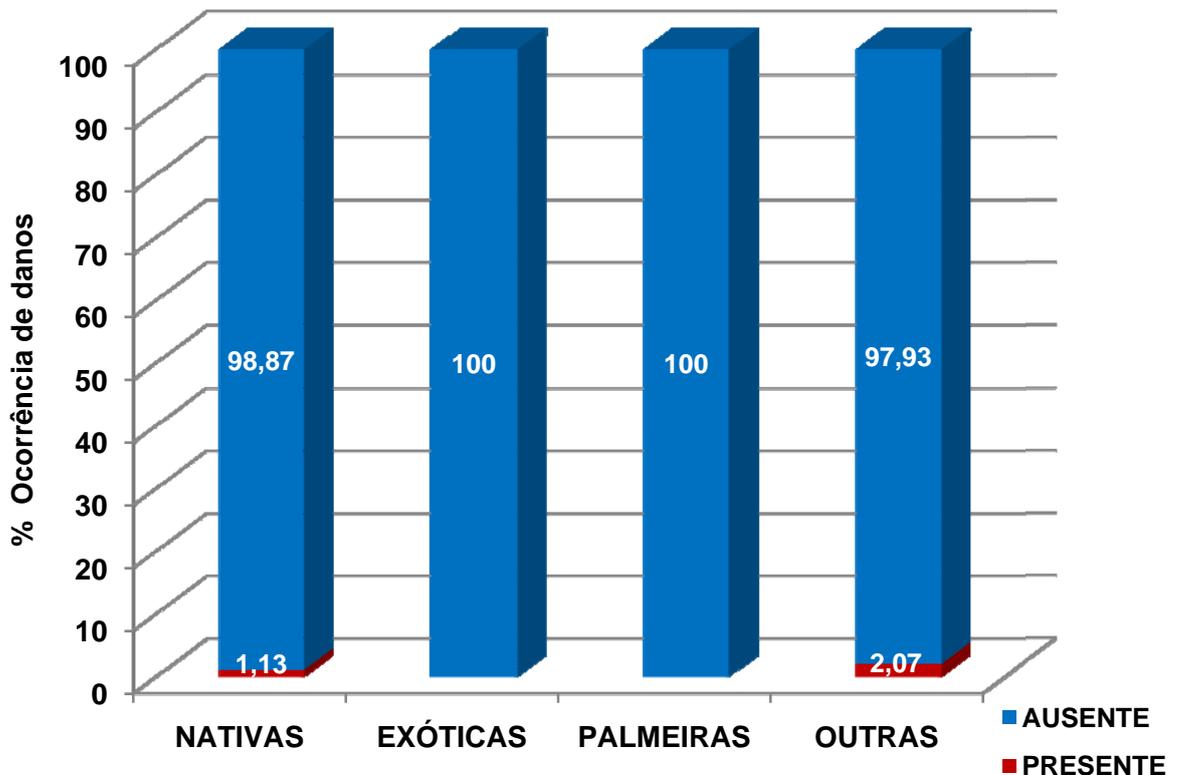


Gráfico 6 - Comparação entre os quatro grupos (Nativas, Exóticas, Palmeiras e Outras), encontrados em área urbana determinada do bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, entre os anos 2004 a 2008, quanto a presença de danos de *Nasutitermes corniger* (Teste Exato de Fisher $P=0,008$)

N. corniger, por outro lado, foi mais frequente no grupo Outras, ocorrendo 2,07%. Ocorreu apenas 1,13% em Nativas, não sendo observado nos grupos restantes (Gráfico 6).

Para a espécie *H. tenuis*, não houve diferença significativa entre os grupos botânicos estudados, devido a baixa frequência desta espécie, ocorrendo em apenas 5 árvores (3 em Nativas, 2 em Exóticas e zero nos demais grupos) (Teste exato de Fisher $P=1.000$).

De acordo com Juttner (1997b) e Amaral (2002), observou-se que apenas visualizações externas (túneis, danos, etc) não correspondem a realidade de infestações termíticas em árvores urbanas. Inúmeras árvores aparentemente saudáveis apresentavam-se com sérios comprometimentos internos, tão somente observados após a perfuração.

Do total de árvores analisadas, 48,9% apresentavam algum tipo de injúria mecânica (ferimentos), comprometimento de raízes decorrentes do calçamento inadequado, porte arbóreo inapropriado ao local de plantio (falta de espaço), ou presença de fungos decompositores (orelhas-de-pau).

Concordando com as observações de Amaral (2002), a má condução das árvores em ambiente público, com estrangulamentos das bases de troncos devido ao calçamento muito próximo e inadequado, corte de raízes superficiais de sustentação, podas drásticas, árvores com “ocos” e raízes “cimentadas” (Figura 34), facilitam sobremaneira futuras infestações termíticas, mesmo aventando-se a hipótese de espécies botânicas serem menos sensíveis ao ataque de insetos xilófagos. O estresse leva a um estado de baixa resistência geral, comprometendo seriamente o vigor do vegetal acometido.

5.5.2 Ocorrência termítica nas espécies botânicas

Houve diferença significativa para *C. gestroi* nas espécies nativas e exóticas e *N. opacus* em exóticas. Os demais cupins apresentaram diferenças significativas para as espécies arbóreas selecionadas. *H. tenuis* foi observado em Plátano, em apenas 02 plantas.

5.5.2.1 *Coptotermes gestroi* em espécies botânicas nativas

Analisando-se o gráfico 7, pode-se observar a ocorrência predominante de *C. gestroi* em 50,56% das Sibipirunas. A espécie botânica foi a mais acometida dentre todas as outras, mesmo quando comparada com as exóticas. Amaral (2002) em seu estudo observou baixa infestação em Sibipirunas, certamente devido a espécie arbórea representar apenas 4% de sua amostragem. Todas as demais espécies nativas apresentaram infestações por *C. gestroi* em maior ou menor grau. Ipê foi a que apresentou menor porcentagem de ocorrência com apenas 2,5% de árvores infestadas.

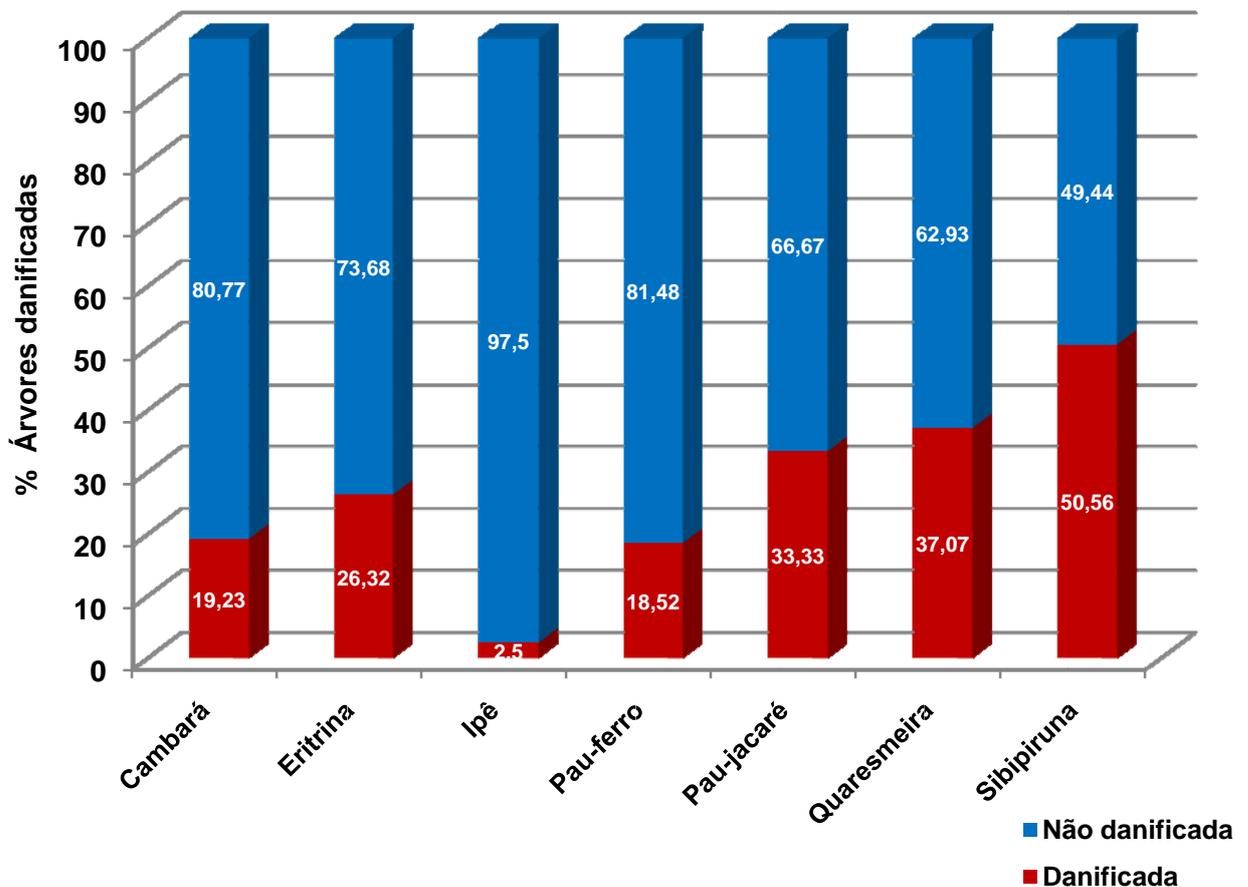


Gráfico 7 - Comparação entre sete espécies de árvores nativas encontradas em área urbana determinada do bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, entre os anos de 2004 a 2008, quanto a porcentagem de dano de *Coptotermes gestroi* (Teste Qui-quadrado: $X^2=76,21$; $GL=6$; $P<0,001$)

5.5.2.2 *Coptotermes gestroi* em espécies botânicas exóticas

Todas as espécies botânica exóticas, exceto Plátano, apresentaram significativa porcentagem de danos causados por *C. gestroi*, como pode ser observado no gráfico 8.

A ocorrência predominante de *C. gestroi* foi em Jacarandá-mimoso (42,50%) seguido de Alfeneiro e Flamboyant ambos com 41,65% de árvores infestadas. Estes resultados corroboram parcialmente aos obtidos por Amaral (2002) quanto a Alfeneiro, pois mesmo não sendo uma espécie das mais numerosas na população amostrada no presente estudo,

apresentou-se com alta porcentagem de danos. Plátano e Resedá foram observados com 0% e 2,82% de infestação respectivamente, indicando serem árvores pouco acometidas por *C. gestroi*.

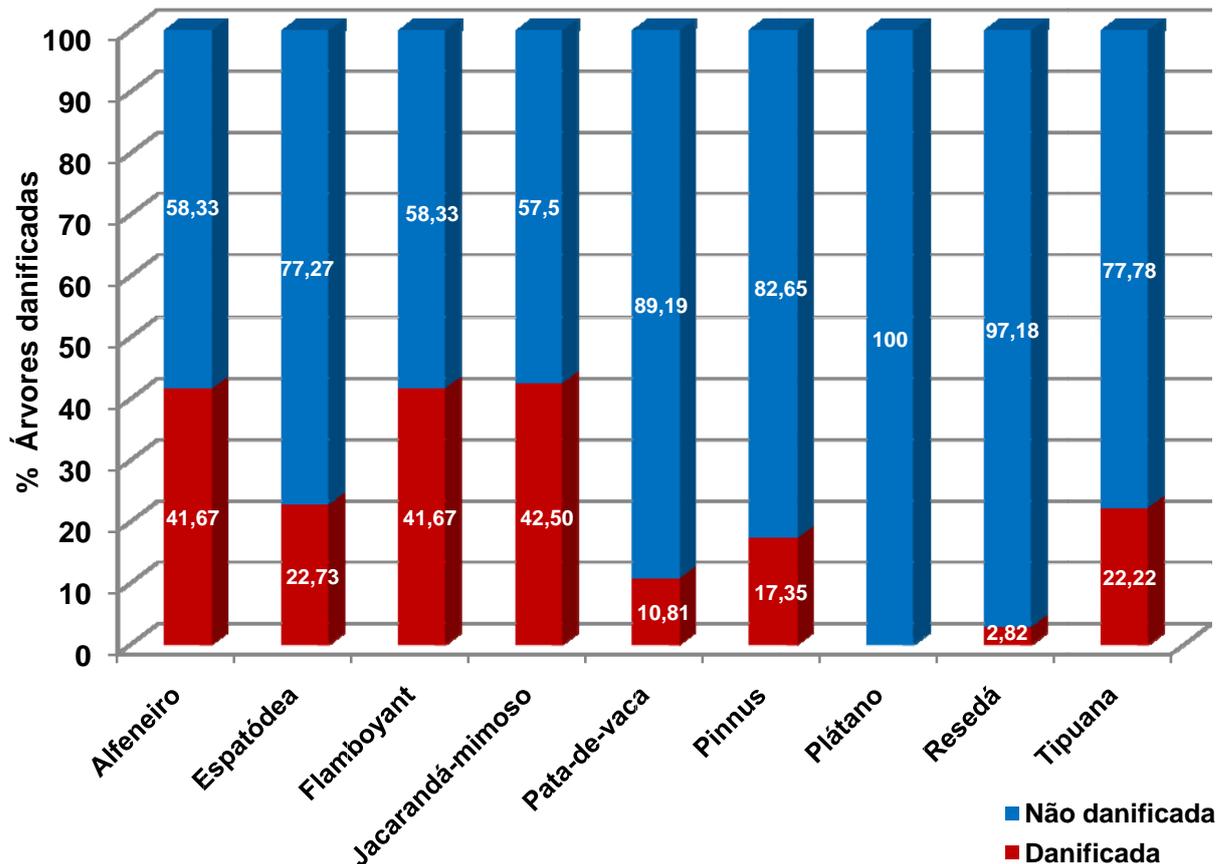


Gráfico 8 - Comparação entre nove espécies de árvores exóticas, encontradas em área urbana determinada do bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, entre os anos de 2004 a 2008, quanto a porcentagem de dano de *Coptotermes gestroi* (Teste Qui-quadrado: $X^2=75,60$; $GL=8$; $P<0,001$)

5.5.2.3 *Neocapritermes opacus* em espécies botânicas exóticas

Apesar da baixa ocorrência da espécie, não sendo encontrada em árvores nativas, os resultados obtidos foram significantes para exóticas. *N. opacus* apenas foi encontrado externamente, nas bases dos troncos de 22,73% das Espatódeas. Os caminhamentos e danos foram sempre externos, superficiais, não sendo detectadas intrusões internas para essa espécie de cupim (Gráfico 9).

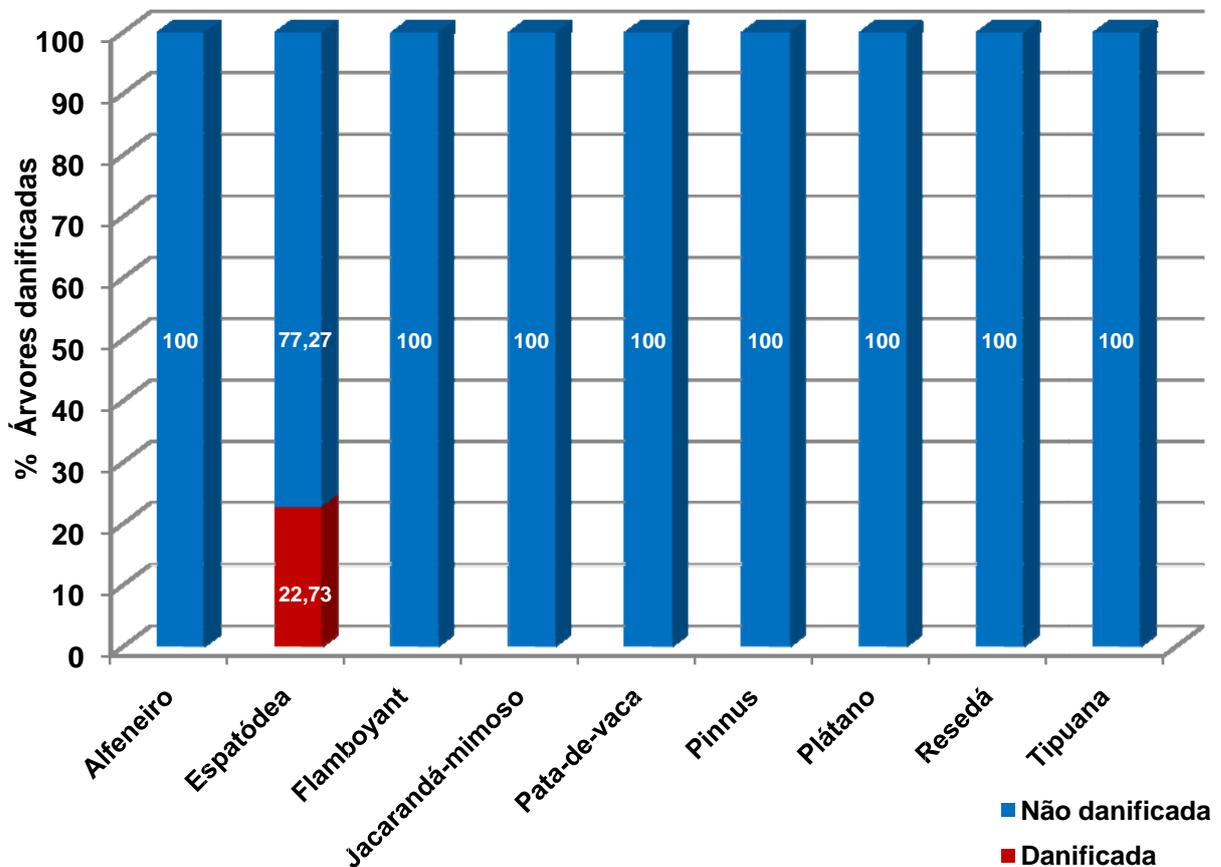


Gráfico 9 - Comparação entre nove espécies de árvores exóticas encontradas em área urbana determinada do bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, entre os anos de 2004 a 2008, quanto a porcentagem de dano de *Neocapritermes opacus* (Teste exato de Fisher: $p < 0,001$)

5.5.3 Correlação CAP versus danos internos por *C. gestroi*

Os resultados obtiveram uma correlação entre tamanho da CAP e porcentagem de danos causados por *C. gestroi*.

A tabela 4 apresenta as correlações entre a porcentagem de dano de *C. gestroi* e os valores de CAP, para a amostra total e para cada espécie de árvore e grupo. Houve correlação positiva entre os valores, ou seja, quanto maior o valor de CAP, maior o percentual de dano interno. No entanto, em algumas espécies esta relação não foi significativa.

TABELA 4. ANÁLISE DAS CORRELAÇÕES ENTRE PORCENTAGEM DE DANO DE *Coptotermes gestroi* E VALORES DE CAP EM ÁRVORES NATIVAS E EXÓTICAS ENCONTRADOS EM ÁREA URBANA DETERMINADA BAIRRO CIDADE JARDIM, NA CIDADE DE SÃO PAULO, ENTRE OS ANOS DE 2004 A 2008.

Amostra / árvore	Número de árvores (n)	Coefficiente de correlação de Spearman (r)	Valor P
Nativas – Cambará	n=26	r=0,3907	P=0,0485
Nativas – Eritrina	n=38	r=0,3271	P=0,0450
Nativas – Ipê	n=80	r=0,1203	P=0,2880
Nativas – Pau-ferro	n=54	r=0,4919	P=0,0002
Nativas – Pau-jacaré	n=39	r=0,6689	P<0,0001
Nativas – Quaresmeira	n=116	r=0,5763	P<0,0001
Nativas – Sibipiruna	n=267	r=0,5652	P<0,0001
Exóticas – Pata-de-vaca	n=37	r=0,1234	P=0,4667
Exóticas – Espatódea	n=44	r=0,4075	P=0,0060
Exóticas – Flamboyant	n=84	r=0,6321	P<0,0001
Exóticas – Jacarandá-mimoso	n=80	r=0,6488	P<0,0001
Exóticas – Alfeneiro	n=24	r=0,5623	P=0,0042
Exóticas – Pinheiro americano	n=98	r=0,5473	P<0,0001
Exóticas – Resedá	n=71	r=0,2579	P=0,0299
Exóticas – Tipuana	n=36	r=0,7169	P<0,0001

5.5.3.1 Correlação CAP das espécies nativas *versus* danos internos por *C. gestroi*

De acordo com os gráficos 10 a 15, a relação CAP *versus* danos internos de *C. gestroi* em espécies arbóreas nativas da área estudada, foi estatisticamente significativa, mostrando linearidade. A amostragem analisada pelo Coeficiente de correlação de Spearman constatou que, quanto maior o CAP apresentado pela árvore, tanto maior será o dano interno causado por *C. gestroi*, confirmando assim a hipótese aventada pelo presente estudo.

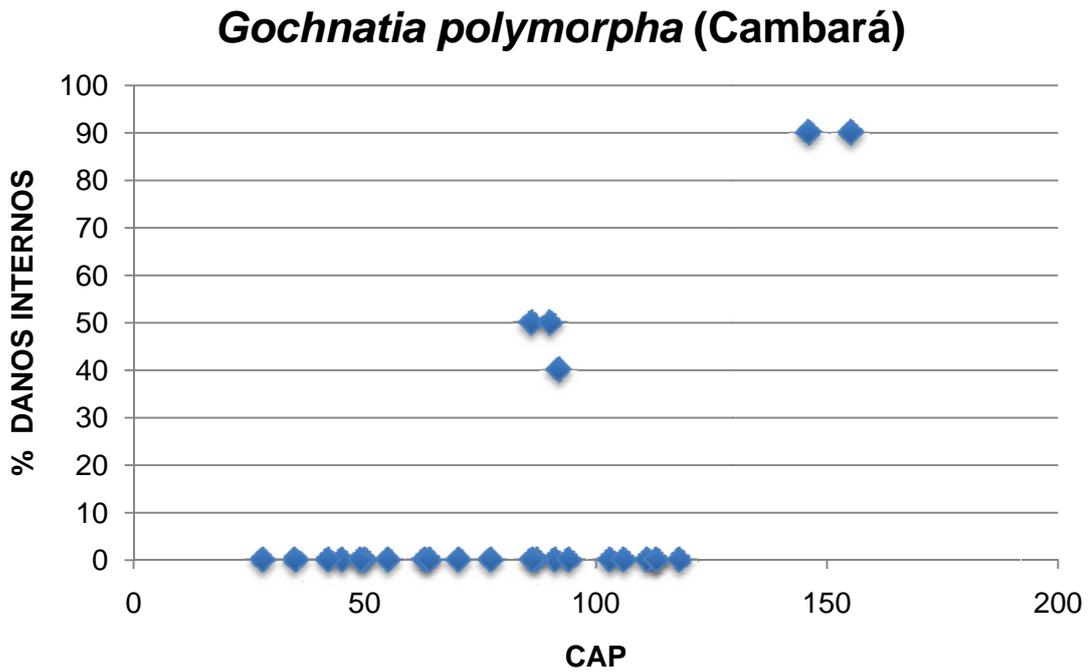


Gráfico 10 - Correlação da CAP versus danos internos de *Coptotermes gestroi* em *Gochnatia polymorpha* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,3907$; $P=0,0485$)

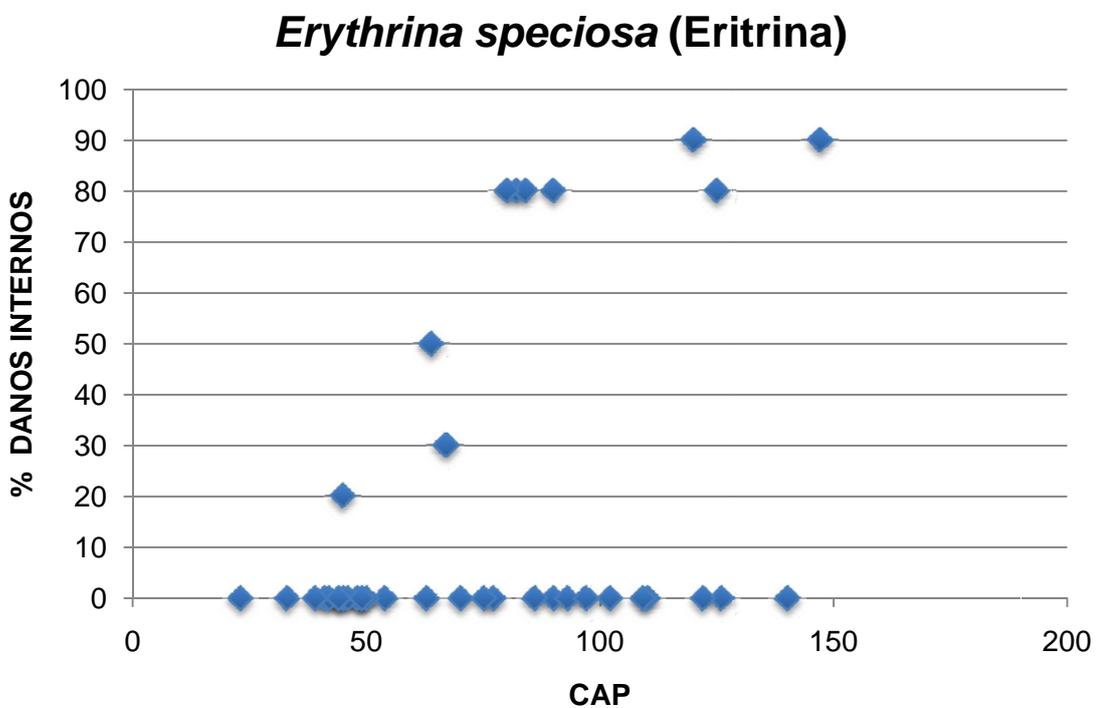


Gráfico 11 - Correlação da CAP versus danos internos de *Coptotermes gestroi* em *Erythrina speciosa* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,3271$; $P=0,0450$)

Caesalpinia ferrea var. *leiostachya* (Pau-ferro)

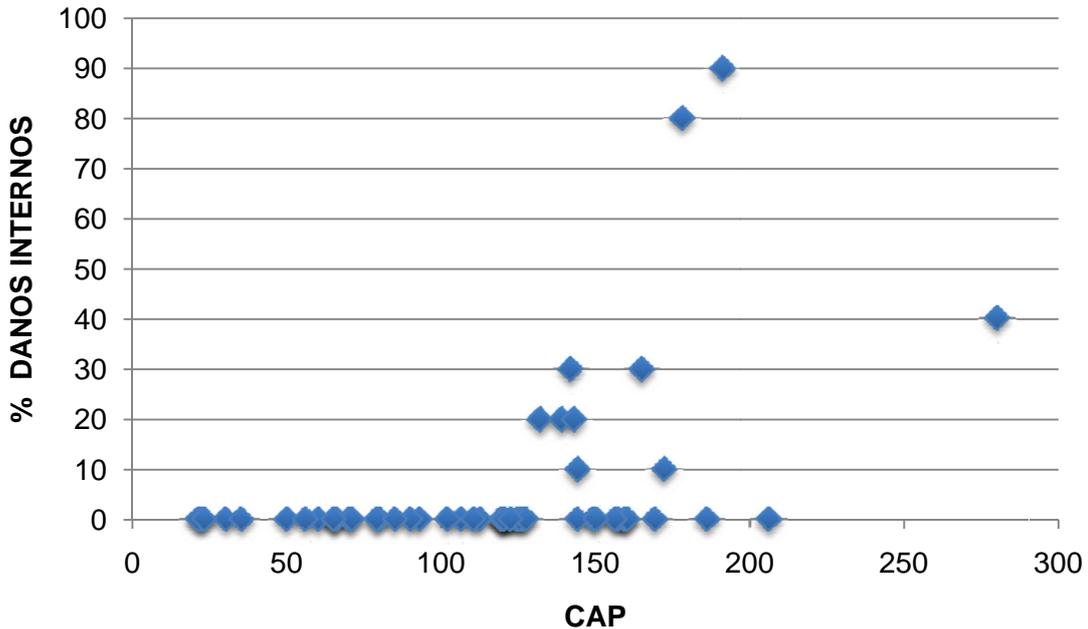


Gráfico 12 - Correlação da CAP versus danos internos de *Coptotermes gestroi* para *Caesalpinia ferrea* var. *leiostachya* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,4919$; $P=0,0002$)

Piptadenia gonoacantha (Pau-jacaré)

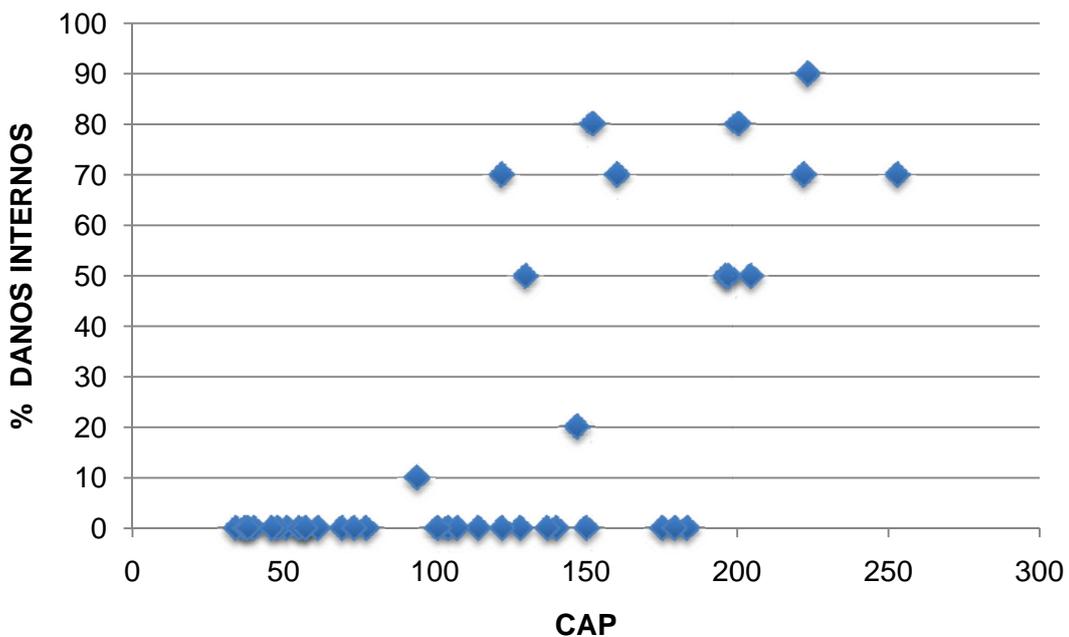


Gráfico 13 - Correlação da CAP versus danos internos de *Coptotermes gestroi* para *Piptadenia gonoacantha* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,6689$; $P<0,0001$)

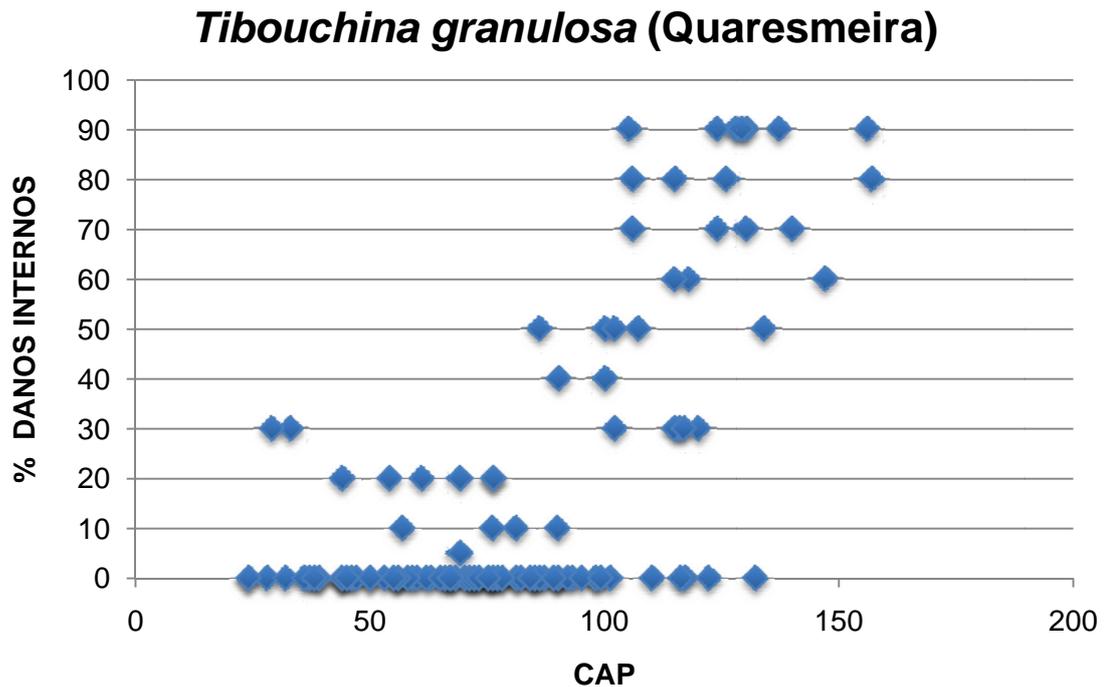


Gráfico 14 - Correlação da CAP versus danos internos de *Coptotermes gestroi* para *Tibouchina granulosa* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,5763$; $P<0,0001$)

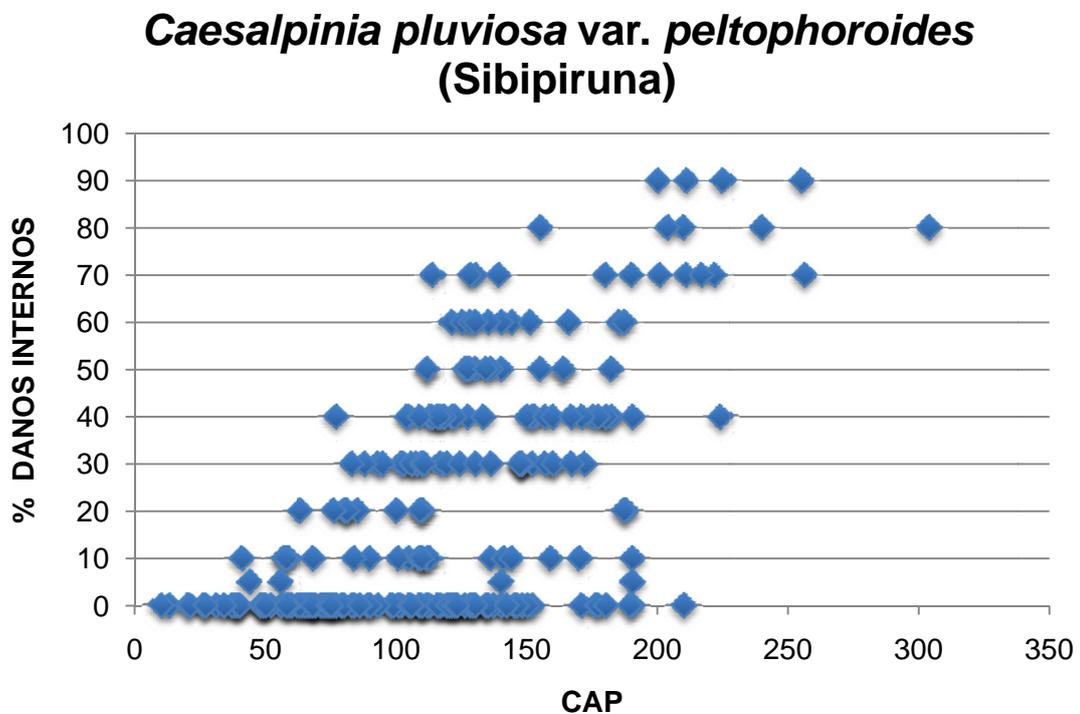


Gráfico 15 - Correlação da CAP versus danos internos de *Coptotermes gestroi* para *Caesalpinia pluviosa* var. *peltophoroides* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,5652$; $P<0,0001$)

Apenas em Ipê, as correlações CAP *versus* danos não foram significativas estatisticamente conforme o gráfico 16. Provavelmente a inexpressividade numérica de acometimento por *C. gestroi* nesta espécie foi limitante para a obtenção da significância como encontrado em todas as outras espécies arbóreas nativas analisadas. Talvez a presença de substâncias no cerne de Ipê, com ação fagoínibidora e inseticida observadas para o cupim-de-madeira-seca *Cryptotermes brevis*, segundo Cabrera, et al. (2001), seja um dos fatores responsáveis pelo reduzido número de árvores infestadas por *C. gestroi*.

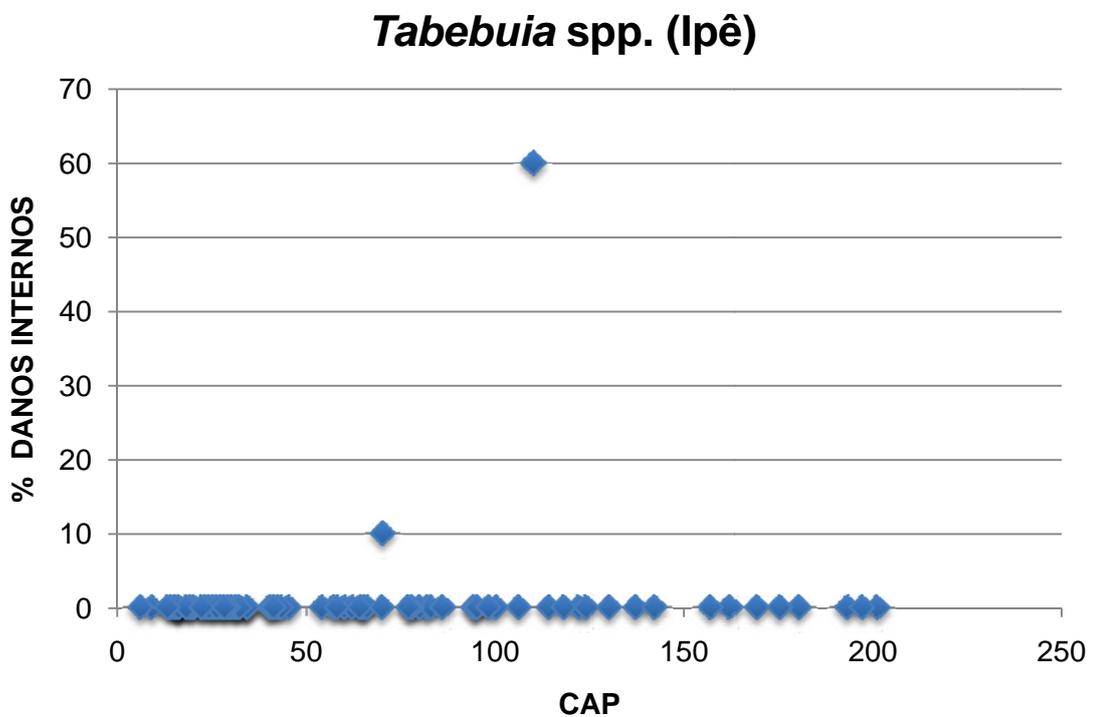


Gráfico 16 - Correlação da CAP *versus* danos internos de *C. gestroi* para *Tabebuia* spp. (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,1203$; $P=0,2880$)

5.5.3.2 Correlação CAP das espécies exóticas *versus* danos internos por *C. gestroi*

Para a maioria das árvores exóticas analisadas, a relação CAP *versus* danos internos de *C. gestroi*, foi estatisticamente significativa, mostrando linearidade. A amostragem analisada pelo Coeficiente de correlação de Spearman constatou que, quanto maior o CAP apresentado pela árvore, tanto maior será o dano interno causado por *C. gestroi*, como demonstrado pelos gráficos 17 a 23.

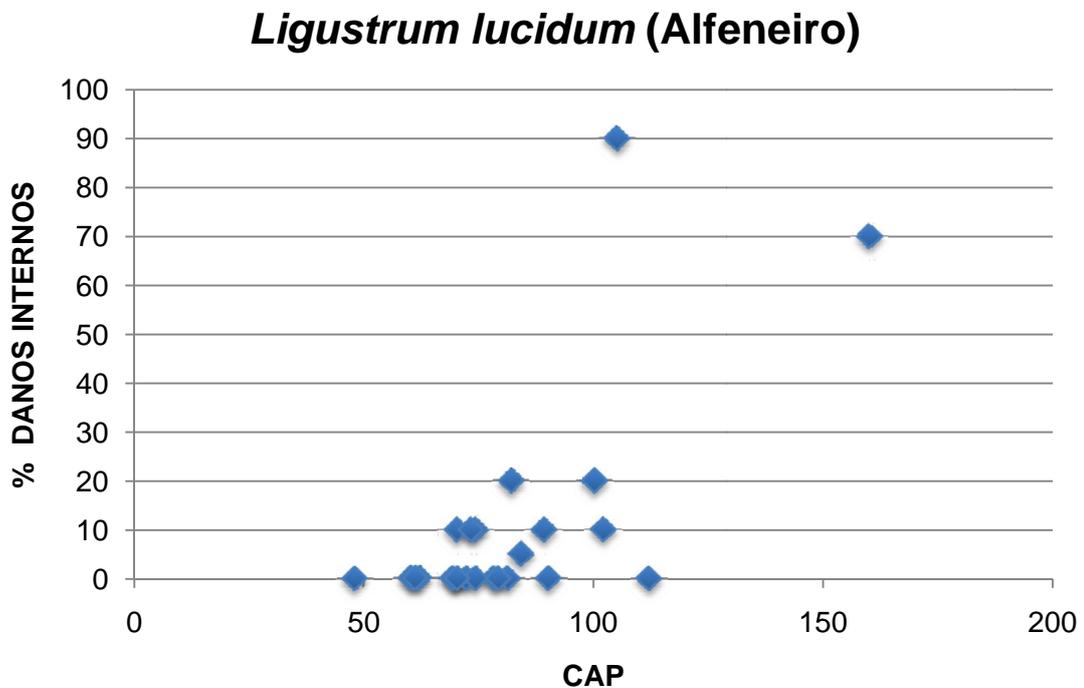


Gráfico 17 - Correlação da CAP *versus* danos internos de *Coptotermes gestroi* para *Ligustrum lucidum* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,5623$; $P=0,0042$)

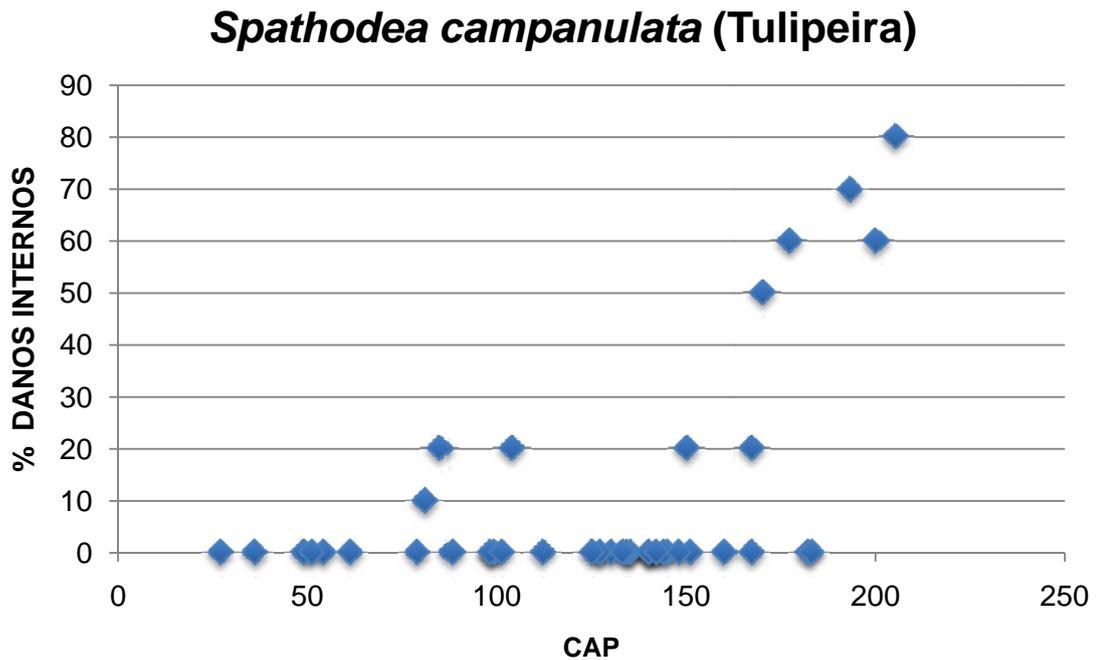


Gráfico 18 - Correlação da CAP versus danos internos de *Coptotermes gestroi* para *Spathodea campanulata* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,4075$; $P=0,0060$)

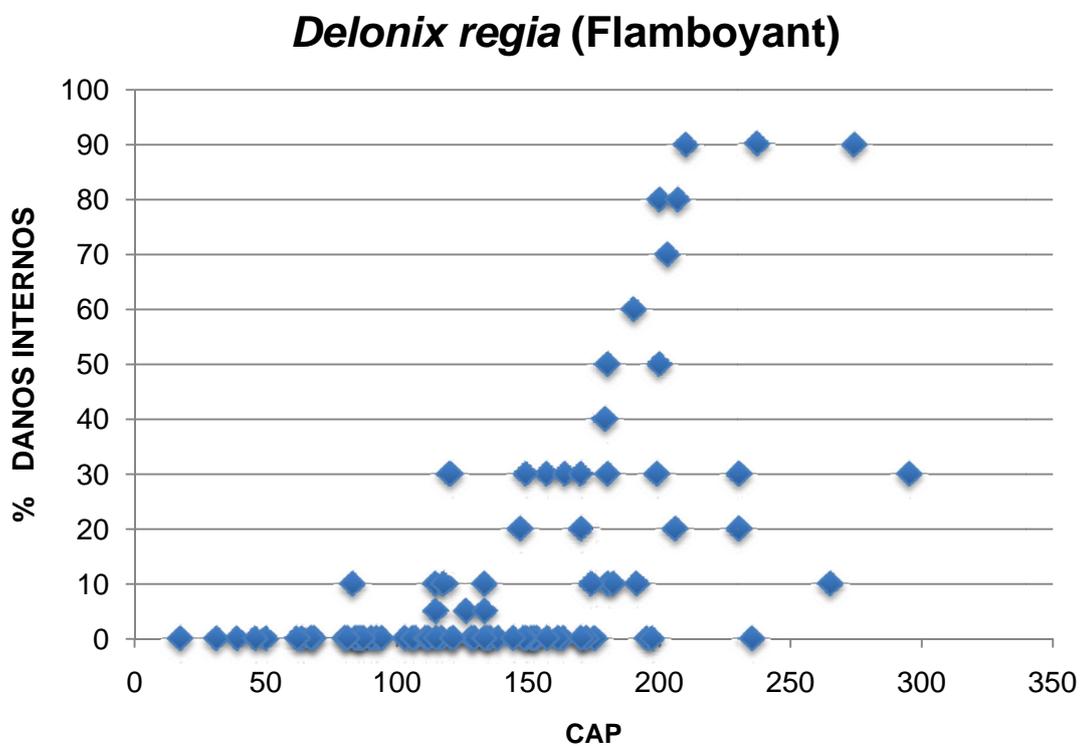


Gráfico 19 - Correlação da CAP versus danos internos de *Coptotermes gestroi* para *Delonix regia* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,6321$; $P<0,0001$)

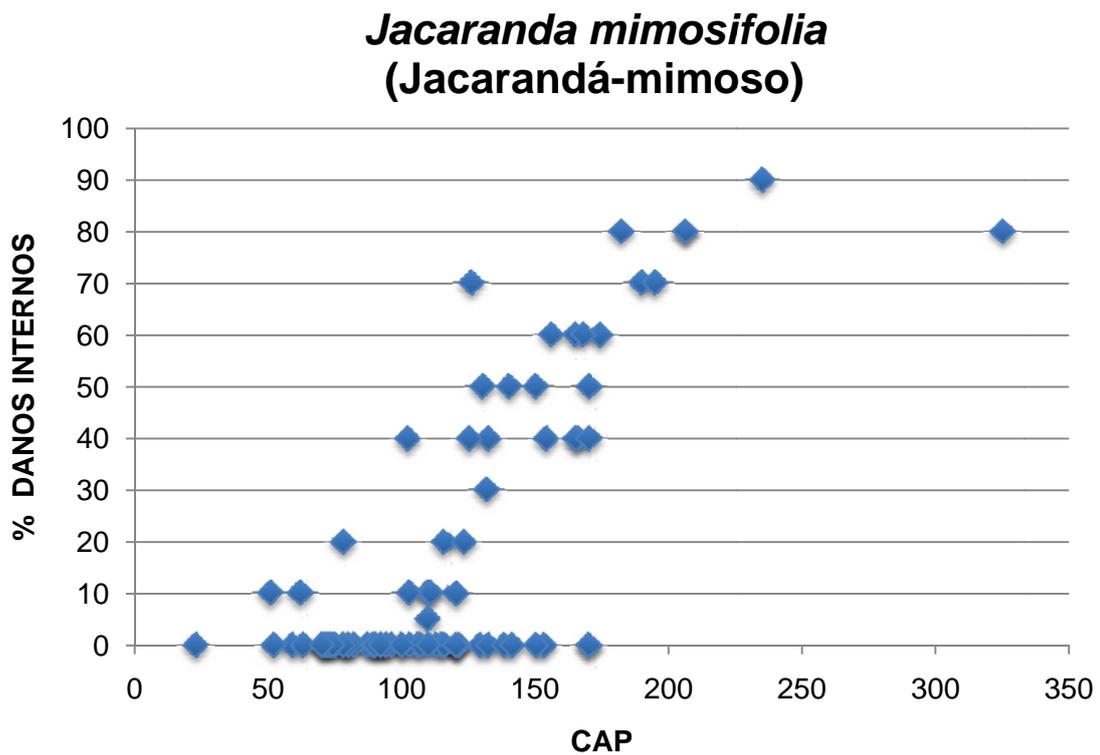


Gráfico 20 - Correlação da CAP versus danos internos de *Coptotermes gestroi* para *Jacaranda mimosifolia* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,6488$; $P<0,0001$)

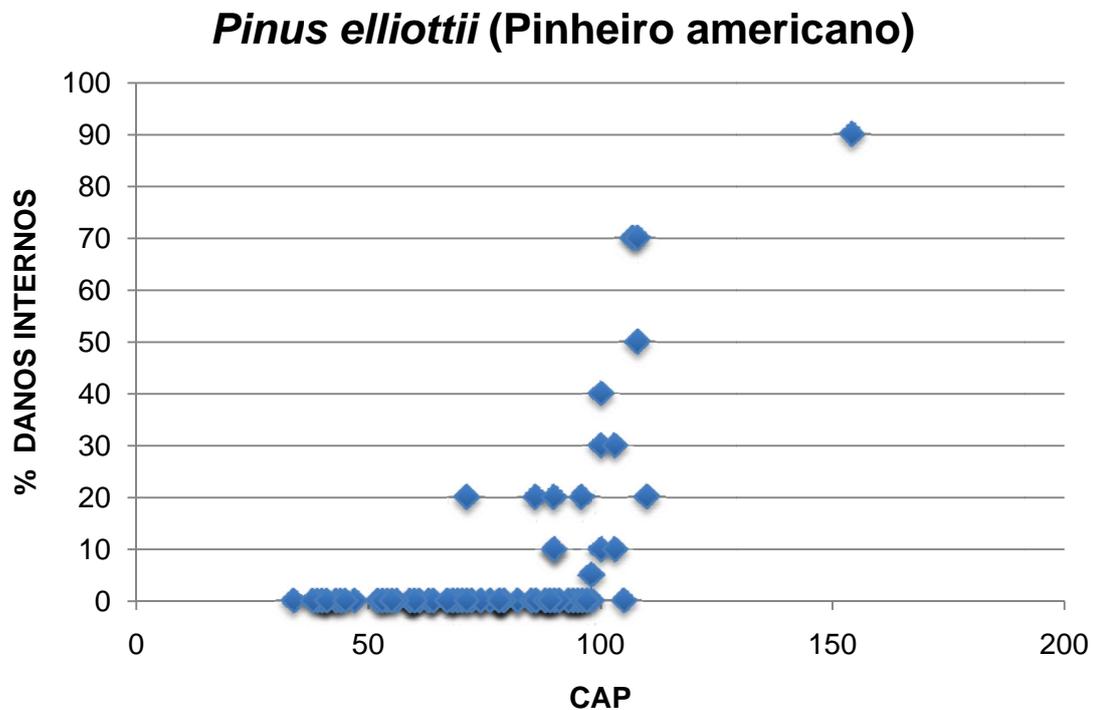


Gráfico 21 - Correlação da CAP versus danos internos de *Coptotermes gestroi* para *Pinus elliottii* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,5473$; $P<0,0001$)

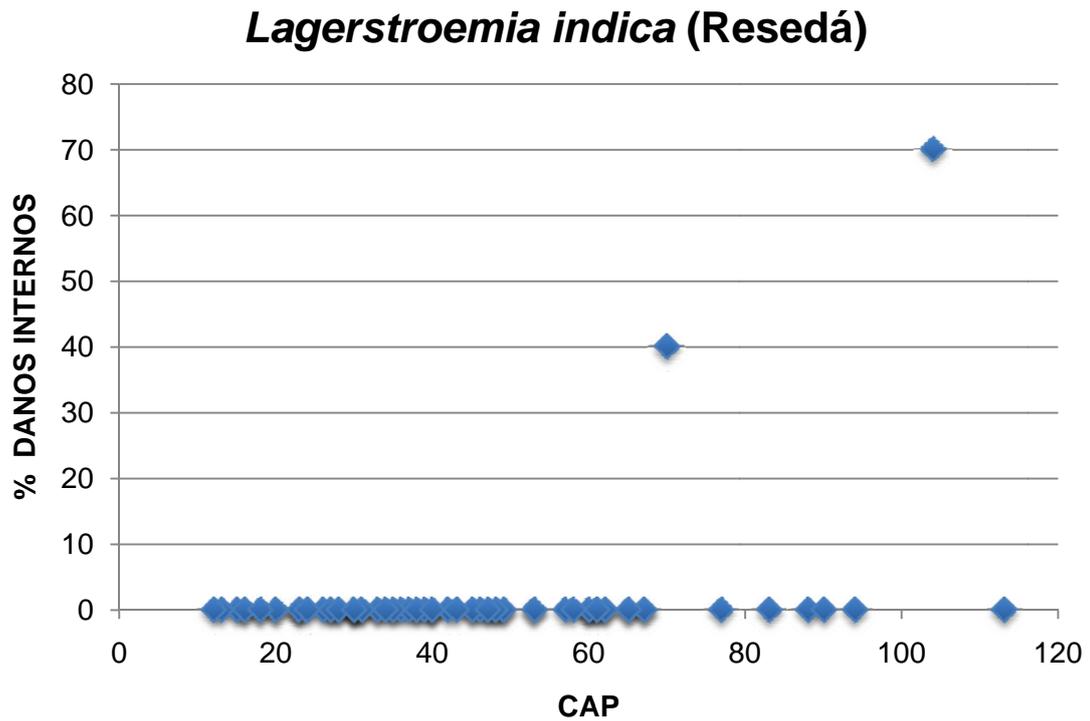


Gráfico 22 - Correlação da CAP versus danos internos de *Coptotermes gestroi* para *Lagerstroemia indica* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,2579$; $P=0,0299$)

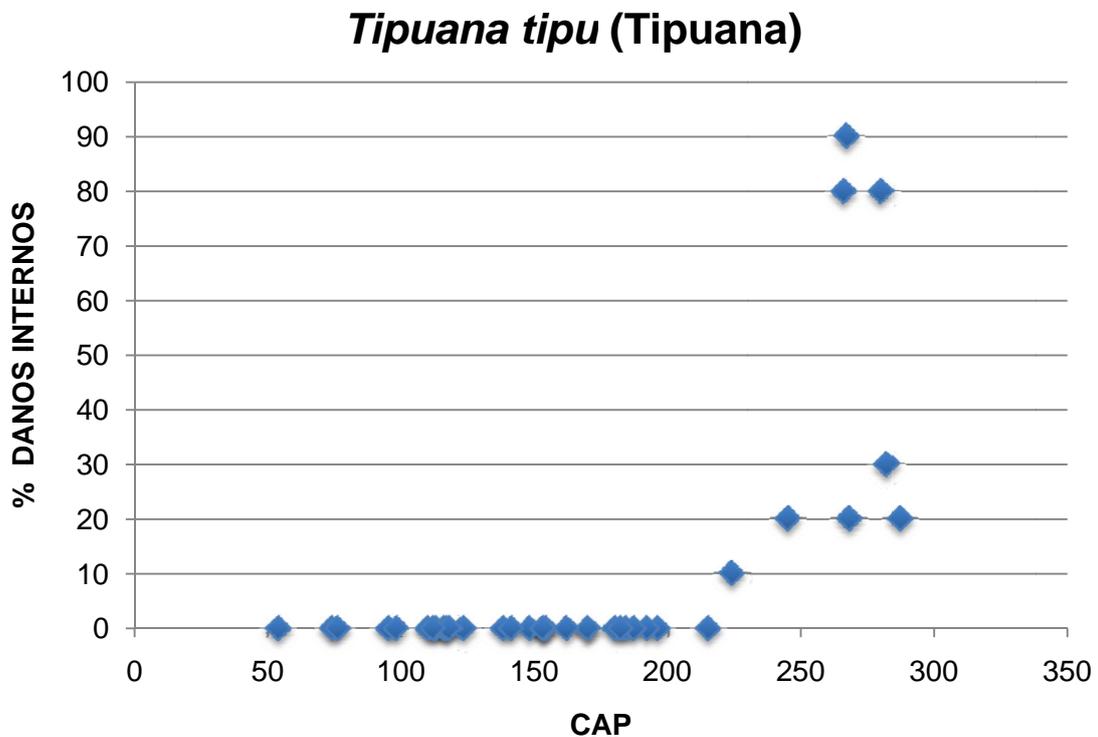


Gráfico 23 - Correlação da CAP versus danos internos de *Coptotermes gestroi* para *Tipuana tipu* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,7169$; $P<0,0001$)

Apenas para Pata-de-vaca, as correlações CAP versus danos não foram significativas estatisticamente conforme gráfico 24. A presença de danos em plantas de CAP menor que a média encontrada, provavelmente interferiu nesta correlação.

Também para Plátano, não houve correlação de danos, entretanto infestação ou danos de *C. gestroi* não foram encontrados nesta espécie.

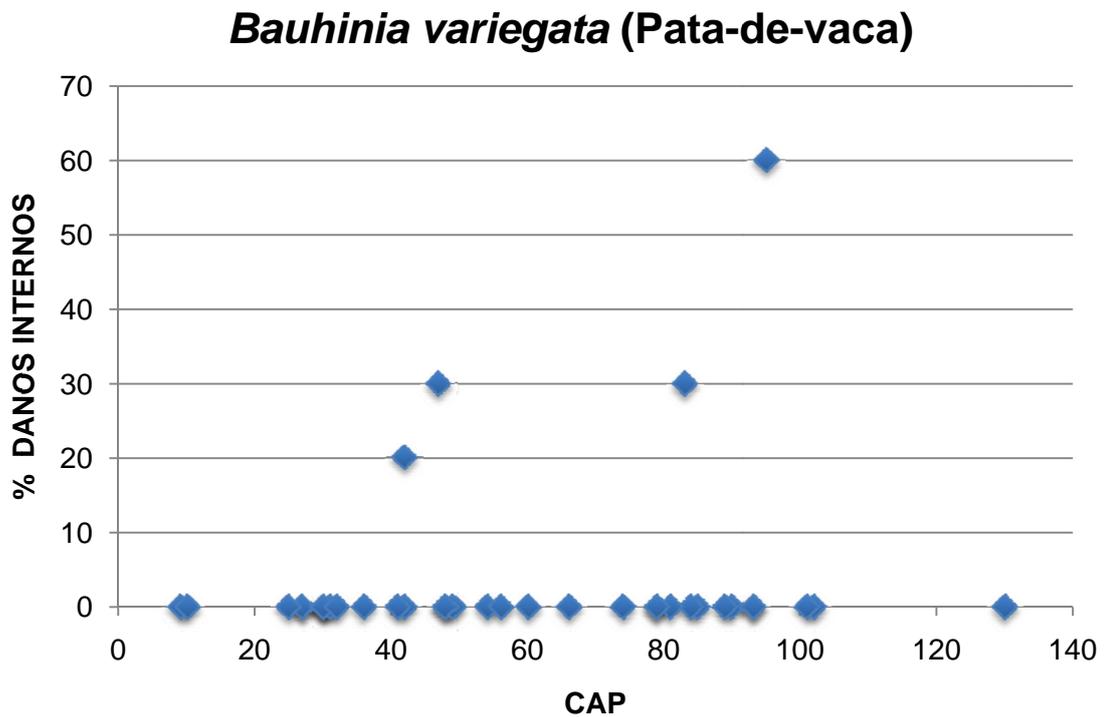


Gráfico 24 - Correlação da CAP versus danos internos de *Coptotermes gestroi* para *Bauhinia variegata* (Coeficiente de correlação de Spearman $r=0,1234$; $P=0,4667$)

5.6 Ocorrência de *Camponotus* na população botânica

Constatou-se, de acordo com o gráfico 25, que a população botânica saudável representou a maior porcentagem na área estudada, perfazendo mais de 92% do total avaliado. Entretanto, a porcentagem de árvores e palmeiras infestadas ainda foi representativa.

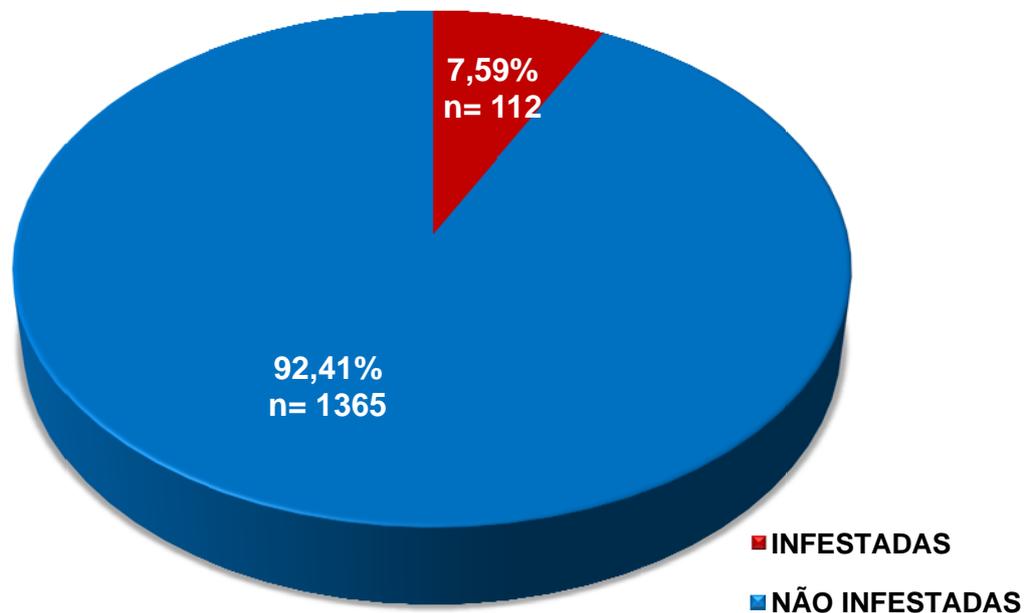


Gráfico 25 - Porcentagem de ocorrência das espécies de *Camponotus* na população botânica estudada, encontrada em área urbana determinada do bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, entre os anos 2004 a 2008.

As espécies de formigas carpinteiras *C. atriceps*, *C. crassus*, *C. rufipes*, *C. sericeiventris*, *C. renggeri* e *Camponotus* sp.1, foram determinadas na área de estudo e suas proporcionalidades estão representadas o gráfico 26.

C. atriceps foi a de maior prevalência na área de estudo, representando 68% (n=77) das amostras, seguida por *C. crassus* com 18% (n=20), *C. rufipes* com 8% (n=9) e *C. sericeiventris*, *C. renggeri* e *Camponotus* sp.1 com 2% (n=2) respectivamente.

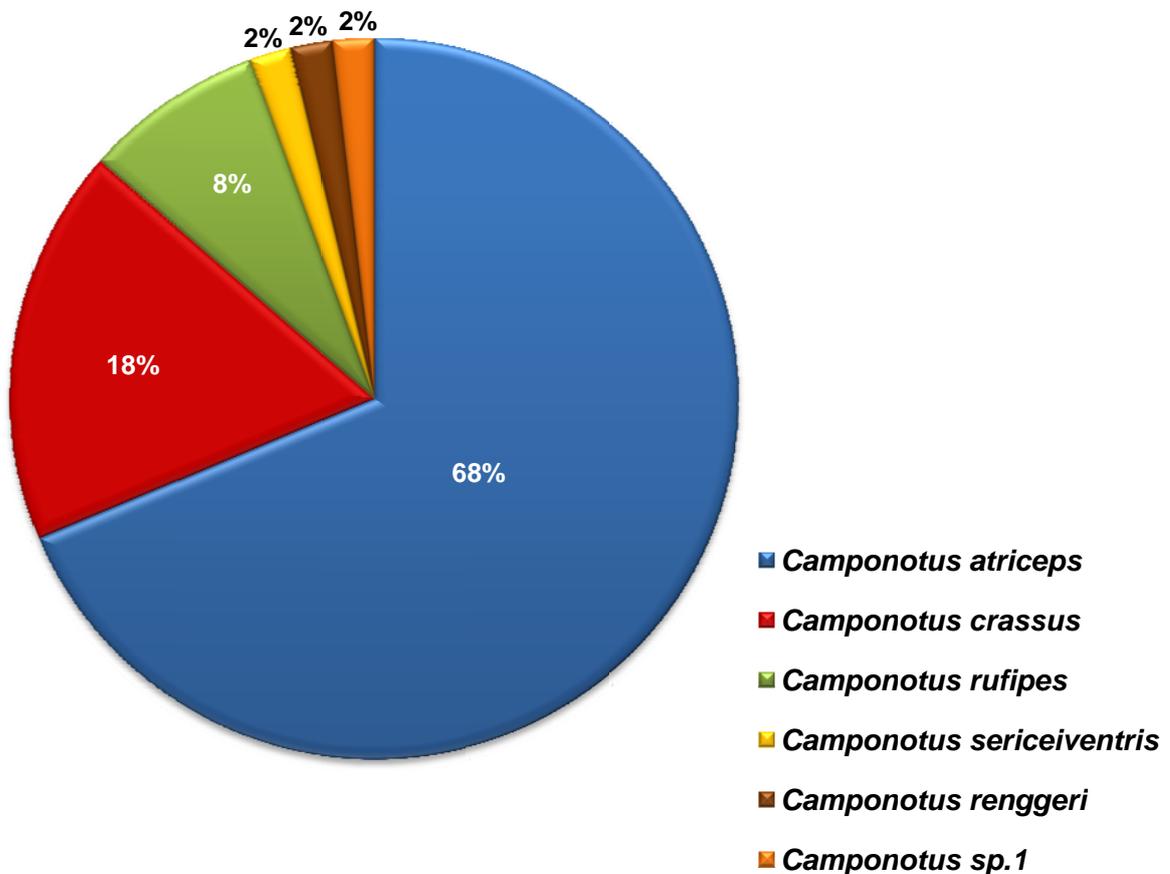


Gráfico 26 Representatividade das espécies de *Camponotus* na população botânica, encontrada em área urbana determinada do bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, entre os anos 2004 a 2008.

Em congruência com Longino (2002), foram encontradas variações cromáticas dentro da espécie *C. atriceps*. Operárias menores (mínimas) e maiores (máximas) foram observadas com colorações de cabeça variando do negro, castanho escuro, castanho avermelhado e laranja amarelado (Figura 35).

Foram observados ninhos em árvores vivas em sua maioria em aberturas naturais e sob a casca, mas também em rachaduras em calçamentos, junto as raízes das árvores, tocos de madeira e árvores mortas semi decompostas.

Resíduos em forma de fina serragem normalmente eram encontrados junto a base das árvores, denotando a infestação de *C. atriceps*.

As operárias em estado de alerta, possuíam comportamento frenético, altamente agressivo quando molestadas em seus ninhos, onde na maioria das vezes foi constatada a presença de rainhas, pupas, larvas e ovos.

A dispersão destas operárias em frenesi com ou sem ovos, larvas e pupas seguramente presas às mandíbulas, cobria as proximidades do ninho rapidamente, principalmente após a realização do controle químico.

Também foram normalmente encontradas transitando diurnamente no local pesquisado, provavelmente por ser uma área muito sombreada devido ao grande número de árvores presentes nas ruas. Ninfas e adultos de cigarrinha da família Membracidae foram vistas em associação com *C. atriceps* em ramo de sibipiruna. As operárias coletavam avidamente o “honeydew” destes insetos (Figura 36), sendo observado neste mesmo local, o ninho junto a árvore (bifurcação no alto do tronco).

Diferente das observações de Lyon (2004) foi encontrada inúmeras vezes a presença de infestação por *C. gestroi* em uma mesma árvore infestada por *C. atriceps* ou *C. crassus*.

Os espaços fornecidos em árvores por *C. gestroi* após o abandono do local infestado pós-controle ou por outra razão, geralmente estavam ocupados por ninhos de *C. atriceps*.

A espécie *C. crassus*, foi pouco observada quando comparada a *C. atriceps*, onde os ninhos apresentavam-se geralmente sob a casca das árvores infestadas.

C. renggeri, *C. sericeiventris*, *C. rufipes* e *Camponotus* sp.1 foram raramente encontradas.

Normalmente observou-se competição interespecífica em *Camponotus*.

5.6.1 Ocorrência de *Camponotus* nos grupos botânicos

Dentro dos quatro grupos botânicos, as formigas carpinteiras apresentaram-se em 7,90% (n=49) em Nativas, 6,84% (n=36) em Exóticas, 9,42% (n=13) em Palmeiras e 7,25% (n=14) em Outras, onde as porcentagens estão representadas pelo gráfico 27.

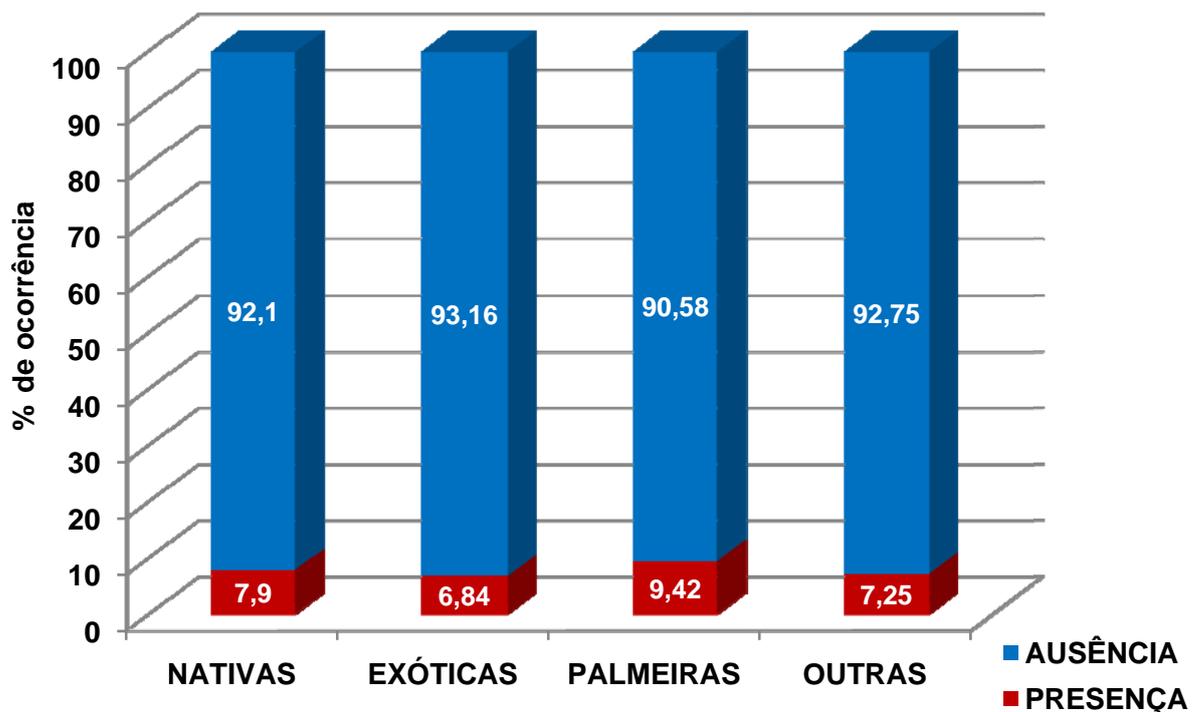


Gráfico 27 - Porcentagem de ocorrência de *Camponotus* nos quatro grupos botânicos encontrados em área urbana determinada do bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, entre os anos 2004 a 2008.

Todos os grupos botânicos apresentaram semelhante infestação por formigas carpinteiras, exceto por *C. rufipes* no grupo Palmeiras.

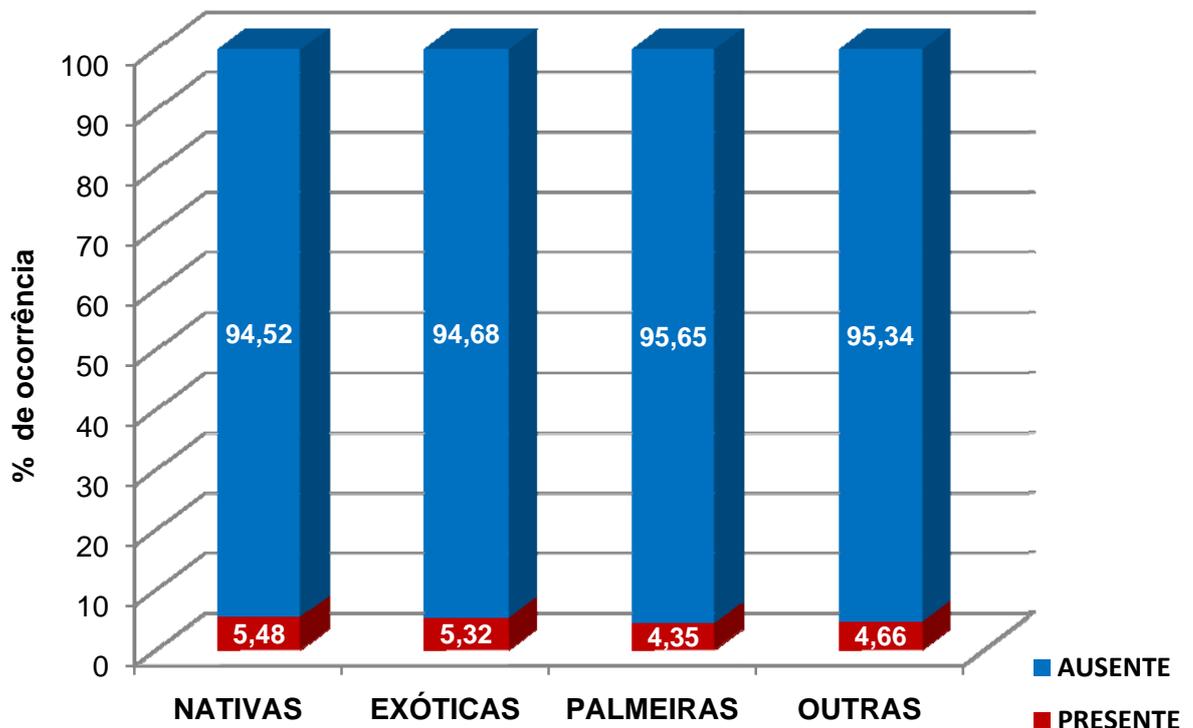


Gráfico 28 - Comparação entre os quatro grupos (Nativas, Exóticas, Palmeiras e Outras) encontrados em área urbana determinada do bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, entre os anos 2004 a 2008 quanto a presença de danos de *Camponotus atriceps* (Teste Exato de Fisher $P=0,934$).

C. atriceps não diferiu estatisticamente entre os quatro grupos botânicos, quanto a infestação, apesar de ser a espécie predominante e de maior representatividade, como pode ser observado no gráfico 28.

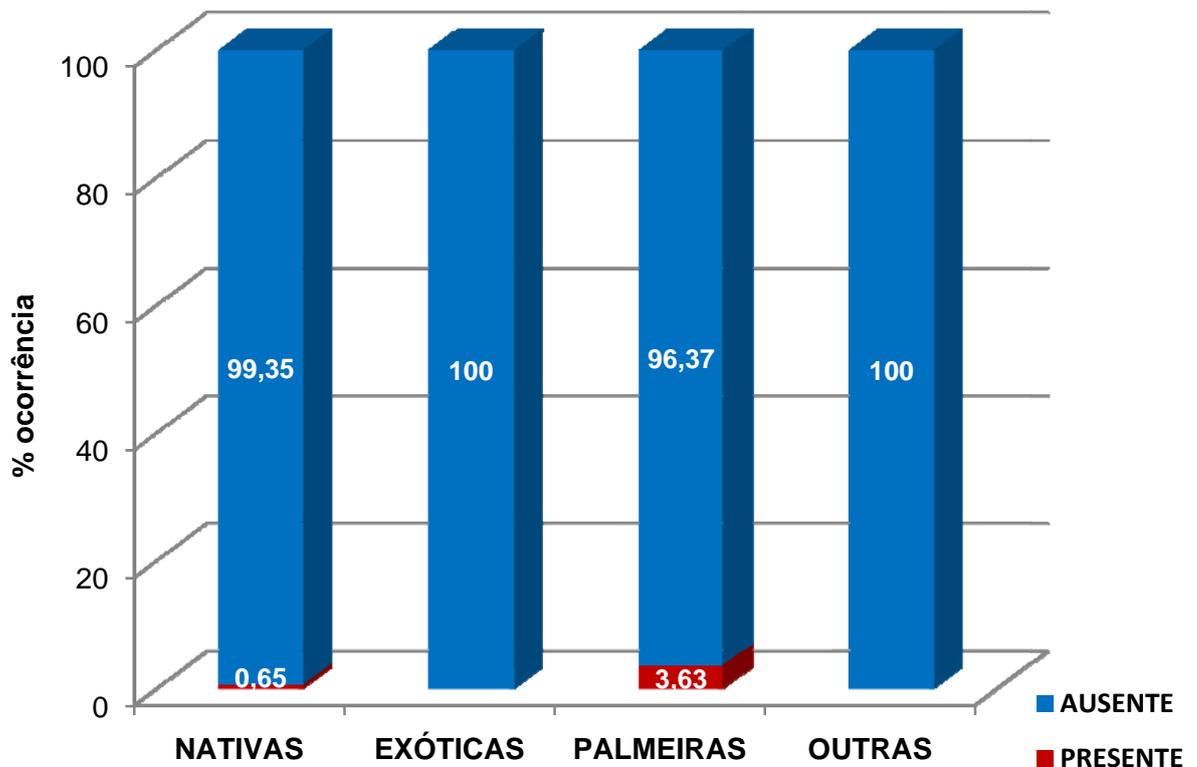


Gráfico 29 - Comparação entre os quatro grupos (Nativas, Exóticas, Palmeiras e Outras) encontrados em área urbana determinada do bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, entre os anos 2004 a 2008, quanto a presença de danos de *Camponotus rufipes* (Teste Exato de Fisher $P=0,001$).

Entretanto, *C. rufipes* destacou-se significativamente no grupo Palmeiras, não havendo diferenciação entre os outros três grupos (Gráfico 29).

C. sericeiventris, *C. renggeri*, *C. crassus* e *Camponotus* sp.1, não foram encontradas preferencialmente em nenhum dos grupos botânicos acompanhados.

5.6.2 Ocorrência de *Camponotus atriceps* nas espécies botânicas nativas

Nas sete espécies botânicas nativas avaliadas, *C. atriceps* foi observada principalmente em Sibipiruna com 9,36% de ocorrência, seguida por Pau-ferro com 7,41% e Quaresmeira com 4,31%. Nas demais espécies não houve ocorrência da espécie. As porcentagens estão representadas pelo gráfico 30.

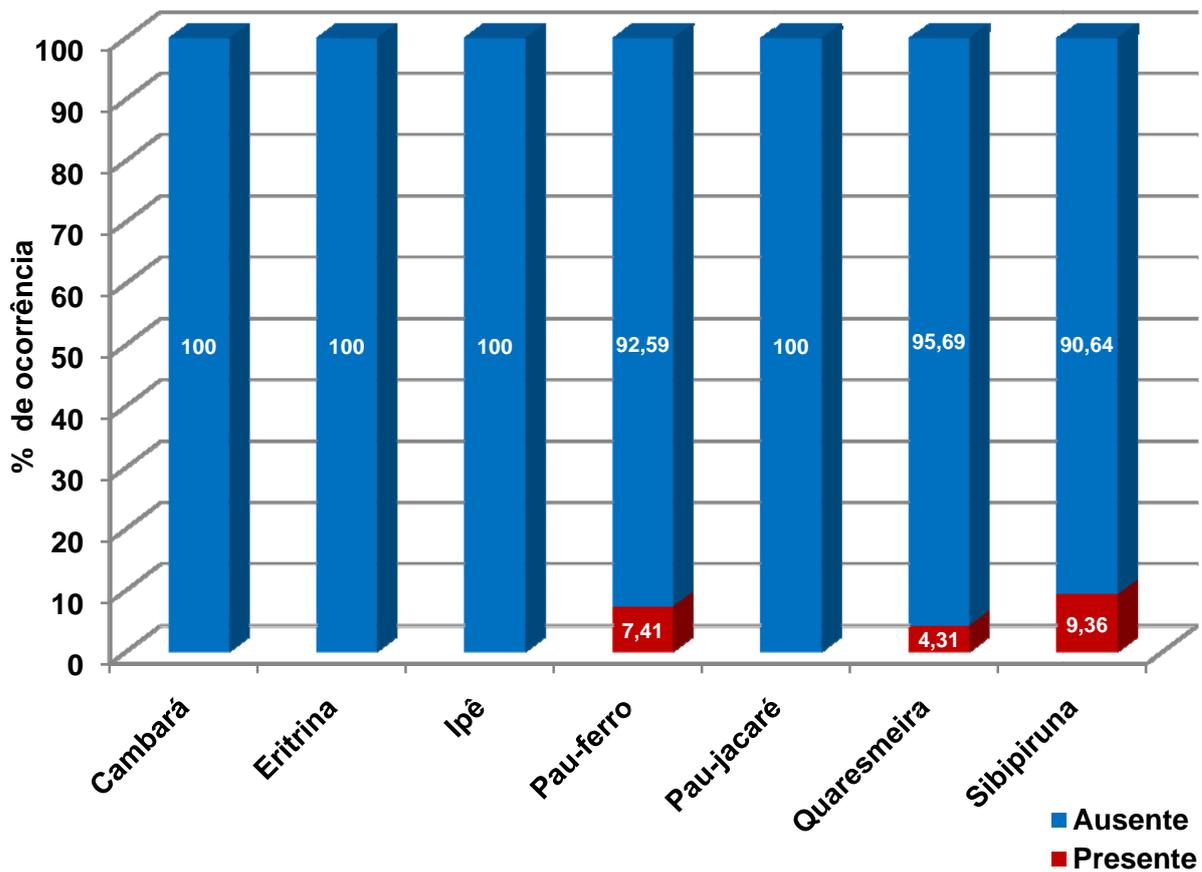


Gráfico 30 - Comparação entre as espécies arbóreas nativas encontradas em área urbana determinada do bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, entre os anos 2004 a 2008, quanto a presença de *Camponotus atriceps* (Teste Exato de Fisher $P=0,004$).

As demais espécies de *Camponotus* não foram significativamente encontradas nas árvores avaliadas deste grupo arbóreo.

5.6.3 Ocorrência de *Camponotus atriceps* nas espécies botânicas exóticas

C. atriceps foi observada em sete das nove espécies botânicas exóticas avaliadas, ocorrendo em 11,11% das Tipuanas, 10% em Jacarandá-mimoso, 8,33% em Alfeneiro, 7,69% em Plátano, 7,14% em Flamboyant, 5,41% em Pata-de-vaca e 2,04% em Pinheiro-americano. A espécie não foi observada em Espatódea e Resedá. As porcentagens de ocorrência podem ser verificadas no gráfico 31.

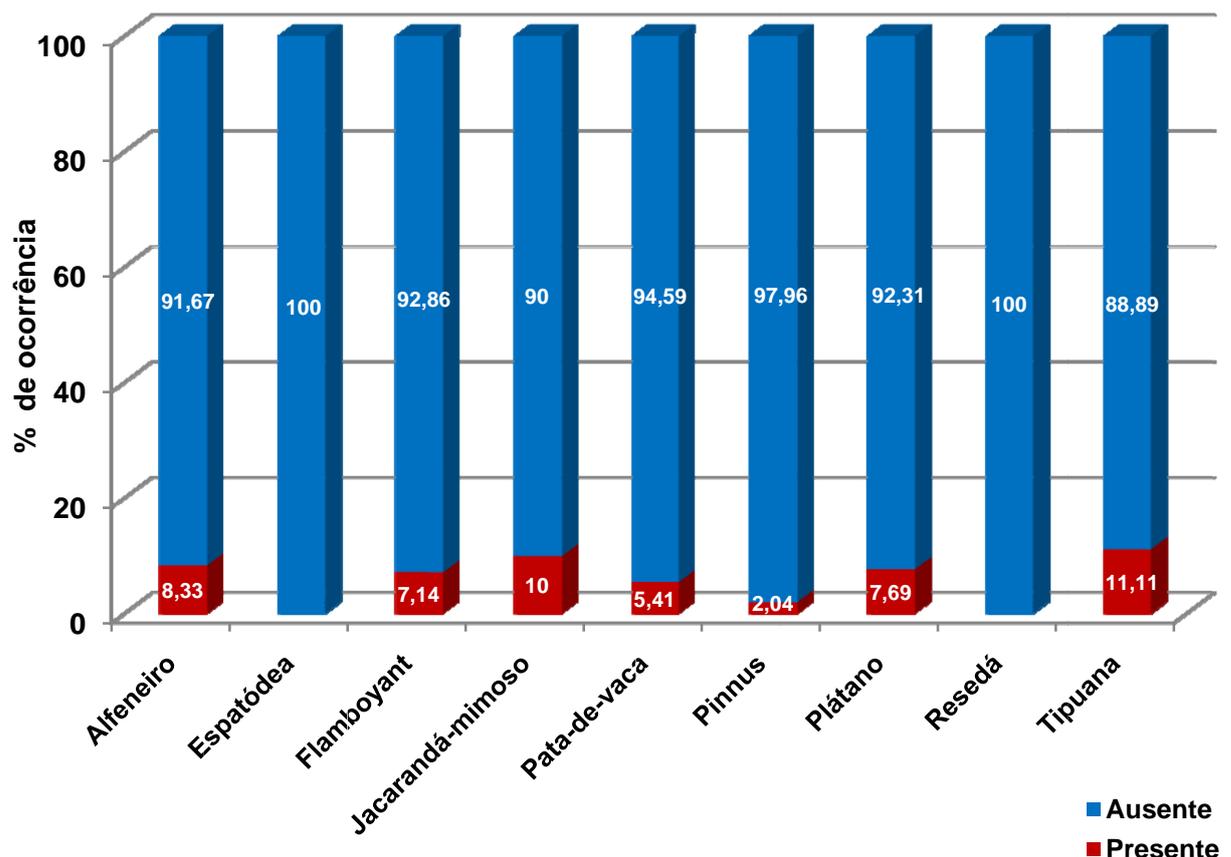


Gráfico 31 - Comparação entre as espécies arbóreas exóticas encontrados em área urbana determinada do bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, entre os anos 2004 a 2008, quanto a presença de *Camponotus atriceps* (Teste Exato de Fisher: $P=0,012$).

Houve alta porcentagem de ocorrência de *C. atriceps* nas espécies exóticas, principalmente em árvores de porte alto, com presença de ramificações abundantes e casca rugosa.

As demais espécies de *Camponotus* não foram significativas estatisticamente, apesar de *C. sericeiventris* (n=2) apenas ter sido encontrada em Flamboyant,

5.6.4 Ocorrência de *Camponotus atriceps* nas espécies de palmeiras

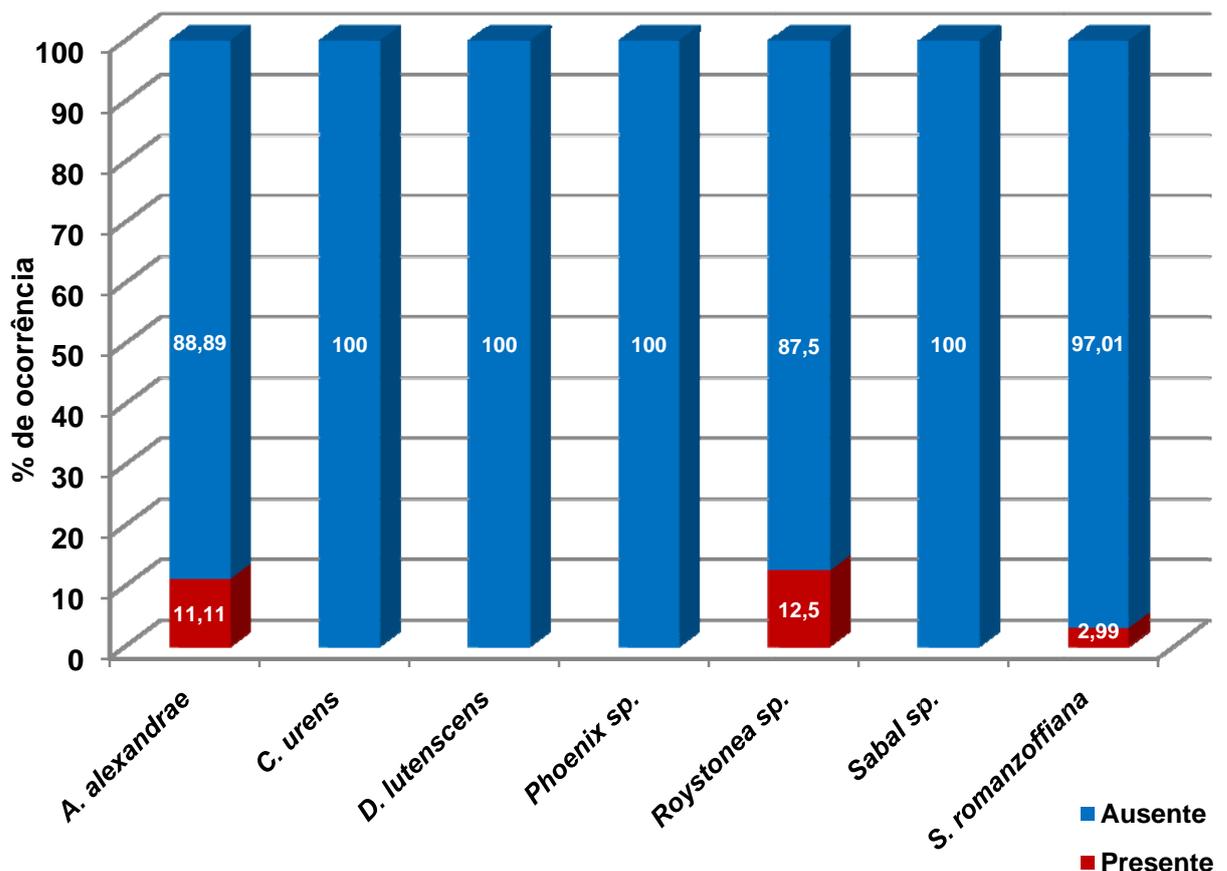


Gráfico 32 - Comparação entre as espécies de palmeiras encontradas em área urbana determinada do bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, entre os anos 2004 a 2008, quanto a presença de *Camponotus atriceps* (Teste Exato de Fisher: $P=0,045$).

Conforme o gráfico 32, constatou-se a maior presença de *C. atriceps* em Palmeiras imperiais (*Roystonea sp.*) com 12,5% de ocorrência, seguida por Palmeiras reais (*A. alexandrae*) com 11,11% e Jerivá (*S. romanzoffiana*) com 2,99%. Nas espécies restantes

não foram encontradas formigas carpinteiras *C. atriceps*. Entretanto, enquanto *C. atriceps* foi encontrada de maneira generalizada entre árvores e palmeiras, *C. rufipes* ocorreu significativamente em palmeiras havendo, portanto, a constatação de certa preferência de *C. rufipes* por este grupo botânico.

5.7 Eficiência do Controle

5.7.1 Cupins subterrâneos

O controle foi 100% eficiente para *C. gestroi* presente em 27,71% da totalidade de árvores avaliadas (Gráfico 33), não havendo reincidência de infestação nas árvores tratadas até o final do estudo.

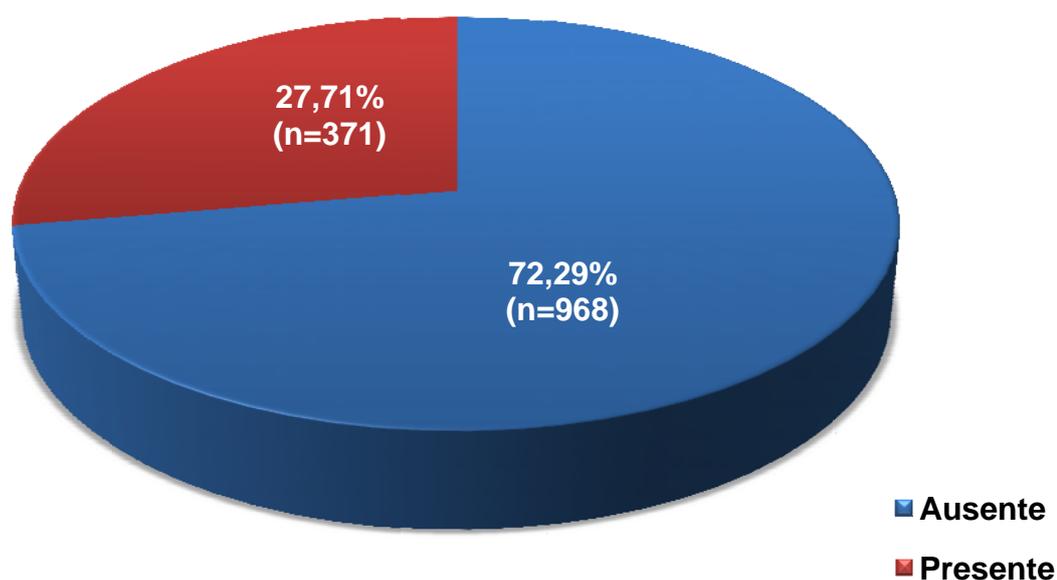


Gráfico 33 - Porcentagem de dano de *Coptotermes gestroi* na totalidade das árvores encontradas em área urbana determinada do bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo analisadas em 2004, anterior ao controle (Teste Qui-quadrado: $X^2=87,62$; $GL=3$; $P<0,001$).

O surgimento de novas infestações, ou seja, em árvores antes avaliadas como não infestadas, foi observado em apenas 2,46%, como demonstra o gráfico 34.

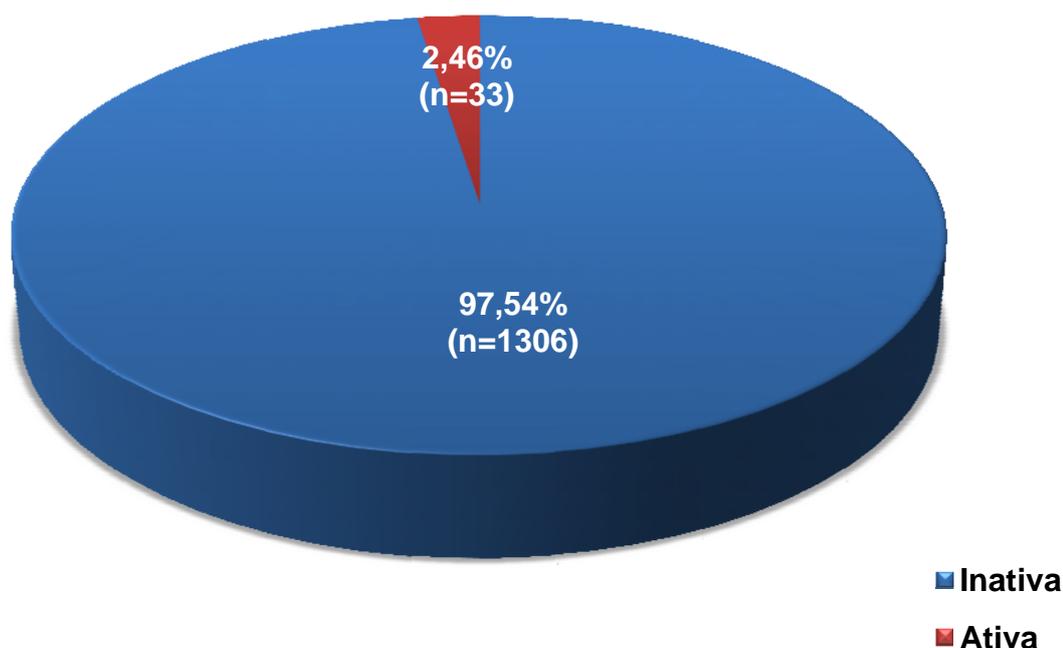


Gráfico 34 - Porcentagem de árvores encontradas em área urbana determinada do bairro Cidade Jardim, na cidade de São Paulo, analisadas pós-controle em 2008, apresentando atividade de *Coptotermes gestroi* (Teste Qui-quadrado: $X^2=11,22$; $GL=2$; $P<0,004$)

Ring et al. (2007), analisaram 1800 árvores urbanas presentes na cidade de Louisiana nos EUA e selecionaram dentre elas as infestadas pelo cupim subterrâneo *Coptotermes formosanus*. As árvores determinadas como infestadas, foram perfuradas e posteriormente tratadas uma única vez, sendo inspecionadas anualmente por seis anos.

Os produtos utilizados pelos autores foram os inseticidas Termidor (Fipronil) e Premise (Imidaclopride) evidenciando uma eficácia de tratamento em torno de 70% após 12 meses do tratamento e 58% seis anos após o tratamento para o inseticida Termidor e 65% após 12 meses e 50% após 3 anos para o inseticida Premise.

Os resultados obtidos no presente trabalho comparados aos obtidos por Ring et al. (2007) foram muito superiores, mesmo após 12 meses da primeira aplicação.

O controle químico foi de 100% para outras espécies de cupins subterrâneos encontradas nas árvores da área estudada. Não houve reincidência de infestação ou surgimento de novas ocorrências para essas espécies de cupins.

5.7.2 Formigas Carpinteiras

Obteve-se após a avaliação final, uma redução de 7,49% (n=112) da infestação para 2,43% (n=36), devido a constantes reinfestações de *C. atriceps* presentes entre as árvores tratadas.

Não houve reinfestação causada pelas espécies *C. crassus*, *C. rufipes*, *C. sericeiventris*, *C. renggeri* e *Caponotus* sp1.

6. CONCLUSÕES

As espécies encontradas na arborização avaliada, *C. gestroi*, *H. tenuis*, *N. corniger* e *N. opacus* são de relevância econômica, podendo infestar árvores saudáveis.

C. gestroi foi predominante numericamente, sendo encontrado preferencialmente no grupo de árvores Nativas.

Pelos resultados obtidos, verifica-se diferença significativa entre os grupos para: dano de *C. gestroi* (maior frequência nas Nativas), dano de *N. opacus* (maior frequência nas Exóticas) e dano de *N. corniger* (maior frequência em Outras).

A amostragem foi suficiente para demonstrar na área de estudo, que algumas espécies possuem maior susceptibilidade ao ataque de *C. gestroi*. Neste caso, Sibipiruna foi a mais acometida dentro das espécies nativas e Jacarandá-mimoso, dentro das exóticas.

Ipê (Nativas) se mostrou pouco sensível ao ataque de cupins subterrâneos, assim como Plátano e Resedá (Exóticas)

As espécies *N. corniger* e *H. tenuis* não foram seletivas para nenhuma espécie estudada, mas *N. opacus* infestou significativamente Espotódea, havendo, portanto certa preferência pela espécie botânica.

A metodologia de prospecção de árvores mostrou-se eficiente, de baixo custo e de elevada praticidade, quando comparada a outros métodos de avaliação interna de danos.

A correlação entre CAP e nível de danos internos por *C. gestroi*, foi confirmada para a maioria das espécies da área estudada. Provavelmente a existência de substâncias químicas presentes em árvores jovens, dentre outros fatores, tenha efeito inibidor, interferindo diretamente na presença ou ausência de danos de *C. gestroi*. Estudos bioquímicos deverão ser realizados para confirmação desta hipótese e determinação da susceptibilidade de espécies arbóreas urbanas ao ataque de cupins subterrâneos.

O controle de cupins subterrâneos foi eficiente, não havendo reinfestações nas árvores tratadas. Outros testes deverão ser realizados quanto a um maior espaçamento entre aplicações, a fim de minimizar o uso de defensivos, diminuindo impacto e custo.

C. atriceps revelou-se predominante em todas as espécies botânicas avaliadas durante os anos de pesquisa, no entanto, não houve diferenciação de infestação significativa entre os grupos botânicos estudados.

Entretanto, dentre as espécies botânicas estudadas, Sibipiruna (nativas), Tipuana (exóticas) e Palmeira imperial (palmeiras), foram as mais acometidas por *C. atriceps* e Resedá e Espatódea (exóticas) e Cambará, Eritrina, Ipê e Pau-jacaré (nativas) não apresentaram infestação. Árvores de casca rugosa e com maior número de ramificações do tronco (forquilhas) aparentemente demonstraram-se preferenciais para a formação de ninhos.

As espécies *C. crassus*, *C. sericeiventris*, *C. renggeri*, foram encontradas em níveis pouco significativos, assim como *Camponotus* sp.1., não havendo preferência por nenhum dos componentes da população arbórea estudada.

C. rufipes foi significativamente encontrada no grupo Palmeiras, denotando ser propensa a sua ocorrência na família Arecaceae.

O controle para *Camponotus* foi satisfatório, com redução da infestação geral, apesar da ocorrência de reinfestações frequentes de *C. atriceps*. Provavelmente o ocorrido se deu devido ao grande número de árvores presentes no interior dos imóveis adjacentes as árvores viárias, bem como praças que não puderam ser prospectadas, assim como a reserva arbórea.

6.1 Observações finais e recomendações

Inseticidas de baixo efeito imediato ou fulminante (knockdown) não deverão ser utilizados para o controle de formigas carpinteiras, devido principalmente ao alto poder dispersivo da espécie *C. atriceps*. As mesmas tornam-se irritadiças e invasivas, percorrendo grandes distâncias em relação ao ninho. Haverá grande probabilidade de invasão de imóveis adjacentes ao ninho perturbado, caso o efeito inseticida seja demasiadamente tardio.

Há a necessidade de maiores estudos quanto a outros fatores favorecedores à presença de pragas na arborização urbana, tais como selinidade, injúrias e sensibilidade das espécies botânicas.

O manejo racional (Figura 37) deverá consistir principalmente pela capacitação técnica dos profissionais envolvidos, pelo conhecimento aprofundado das espécies botânicas, assim como das prováveis pragas, tratos culturais básicos (podas adequadas,

adubação, espaçamento, dentre outros), principalmente consolidados pelo adequado planejamento e monitoramento constante da população arbórea.

Os métodos de controle são ferramentas valiosas, entretanto os mesmos deverão ser complementares a todos os outros, não devendo ser considerados como base no manejo de pragas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J.E.M.; ALVES, S.B. Mortalidade de *Heterotermes tenuis* (Hagen) atraídos por armadilhas com *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e imidaclopride. **An. Soc. Entomol. Bras.**, v.25, n.3, p. 507-512, 1996.

ALMEIDA, J.E.M.; ALVES, S.B.; MOINO JUNIOR, A.; LOPES, R. B. Controle do cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Hagen) com iscas termiprap impregnadas com inseticidas e associadas ao fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. **An. Soc. Entomol. Bras.**, v.27, n.4, p. 639-644, 1998.

ALMEIDA, J.E.M.; ALVES, S.B.; WALDER, J.M.M. Tamanho da área de forrageamento do cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Isoptera : Rhinotermitidae) em cana-de-açúcar. **Scientia Agrícola**, v.56, n.2, p. 313-316, 1999.

ALMEIDA, S.L.; ZORZENON, F.J.; JUSTI, J.; POTENZA, M.R. Field evaluation of a 0,5% hexaflumuron bait (Recruit* II) for colony elimination of the subterranean termite *Coptotermes havilandi* (Isoptera : Rhinotermitidae), Foz do Iguaçu, **Anais do XXI International Congress of Entomology**, Resumo nº 3449, 2000.

ALVES, S.B.; MOINO JUNIOR, A.; ALMEIDA, J.E.M. Produtos fitossanitários e entomopatogênicos. In: ALVES, S.B. (Ed.) Controle Microbiano de Insetos. Piracicaba: FEALQ, cap.8, p. 217-238, 1998.

AMARAL, R. D DE. A. M. Diagnóstico da ocorrência de cupins xilófagos em árvores urbanas no bairro de Higienópolis, na cidade de São Paulo. ESALQ, Univ. de São Paulo. Dissertação de Mestrado, 71 p, 2002.

ANAIS DO TERCEIRO SEMINÁRIO SOBRE CUPINS (Insecta: Isoptera). Terceiro Encontro Paulista de Pesquisadores de Cupins. Eds. Berti Filho, E; Fontes, L.R. Fealq, Piracicaba, 1995.

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

BACKES, M.A.; FERNANDEZ, S.M. Arvores para uso em arborização urbana no Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3. **Anais**. Curitiba: FUPEF, p. 315 - 323.1990.

BASKARAN, S.; KOOKANA, R. S.; NAIDU, R. Degradation of bifentrin, chlorpyrifos and imidacloprid in soil and bedding materials at termiticidal application rates. **Pest. Sci**, v.55, p. 1222-1228, 1999.

BERNATZKY, A. **Tree ecology and preservation**. New York: Elsevier Scientific Publishing Company, 357 p. 1978.

BIONDI, D.; ALTHAUS. M. **Árvores de rua de Curitiba**: cultivo e manejo. Curitiba: FUPEF, 182 p. 2005.

BIONDI, D.; LEAL, L.; COBALCHINI, J.L. **Tratamentos Silviculturais em Mudanças de *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk. Para Arborização de Ruas**. Floresta: Curitiba - PR, v. 37, n. 3, set./dez. 2007.

BORROR, D.J.; DELONG, D.M. **Introdução ao estudo dos insetos**. Rio de Janeiro, p. 97-101,1969.

BORTOLETO, S.; FILHO, D.F. da S.; LIMA, A.N.L. Prioridades de Manejo para Arborização Viária da Estância de Águas de São Pedro – SP, por Setores. 2006.

BOUCIAS, D.G.; STOKES, C.; STOREY, C.; STOREY, G.; PENDLAND, J.C. The effect of imidacloprid on the termite *Reticulitermes flavipes* and its interaction with the mycopathogen *Beauveria bassiana*. **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**. v.49, p. 103-144, 1996.

BRADSHAW, A.; HUNT, B.; WALMSLEY, T. **Trees in the urban landscape**: principles and practice. London: E. F. N. Spon, 272 p. 1995.

BUENO, O.C.; CAMPOS-FARINHA, A.E. de C. As formigas domésticas In.: Insetos e outros invasores de residências. MARICONI, F.A.M. (Coord.), Piracicaba: FEALQ, p. 135-180, 1999.

BUENO, O.C.; CAMPOS-FARINHA, A.E. de C. Formigas Urbanas: Comportamento das espécies que invadem as cidades brasileiras. **Rev. Vetores e Pragas**. 1 (12) p. 13-16, 1998.

BUSCHINI, M.L.T.; LEONARDO, A.M.C. REPRODUCTIVE MECHANISMS IN A *NASUTITERMES* SPECIES (ISOPTERA: TERMITIDAE). São Carlos, **Rev. Bras. Biol.** v.59, n.4, 1999.

CABRERA, B.J.; SCHEFFRAHN, R.H. Western drywood termite, University of Florida, 2005
Disponível em: http://creatures.ifas.ufl.edu/urban/termites/western_drywood_termite.htm
Acesso em: 24/09/2008

CABRERA, R.R.; LELIS, A.T.; BERTI FILHO, E. Ação de extratos das madeiras de Ipê (*Tabebuia* sp., Bignoniaceae) e de Itaúba (*Mezilaurus* sp., Lauraceae) sobre cupim-de-madeira-seca *Cryptotermes brevis* (Isoptera, Kalotermitidae). **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.68, n.1, p.103-106, jan./jun., 2001

CACHAN, P. Les termites de Madagascar et leurs dégâts, **L'Institut de Recherche Scientifique Tananar Ivo**. T Simbazaza. 30 p. 1950.

CAETANO, F.H.; JAFFÉ, K.; ZARA, F.J. **Formigas: biologia e anatomia**, 42 p. 2002

CAMARGO-DIETRICH, C.R.R. de; COSTA-LEONARDO, A.M. População e território de forrageamento de uma colônia de *Heterotermes tenuis* (Hagen) (Isoptera, Rhinotermitidae). **Ver. Bras. Zool.** v.20, n.3, p. 397-399, 2003.

CAMPOS-FARINHA, A. E. de C.; JUSTI JUNIOR, J.; BERGMANN, E.C.; ZORZENON, F.J.; NETTO, S.M.R. Formigas Urbanas, **Instituto Biológico, Boletim Téc.** n.8, 1997.

CAMPOS-FARINHA, A.E. de C.; ZORZENON, F.J. Formigas In: Alexandre, M.A.V; Duarte, L.M.L.; Campos-Farinha, A.E. de C. **Plantas ornamentais: doenças e pragas**, Cap. 12, p. 277-301, 2008.

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

CHEN, Y.; HANSEN, D.; BROWN, J. Nesting sites of the carpenter ant, *Camponotus vicinus* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae) in Northern Idaho. **Environmental Entomology**, v.31, n.6, p. 1037-1042, 2002.

COBALCHINI, J. L. **Considerações sobre as doze espécies florestais mais utilizadas na arborização de ruas de Curitiba / PR**. Curitiba, Monografia (Especialização em Gerenciamento Ambiental na Indústria) – Universidade Federal do Paraná/Centro de Tecnologia em Saneamento e Meio Ambiente – SENAI/CETSAM. 72 p. 1999

COELBA - Unidade de Meio Ambiente, Guia de Arborização Urbana, 56p., 2002

COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO - CESP. **Guia de arborização**. 3. ed. São Paulo, 33 p. (Coleção Ecossistemas Terrestres, 006). 1988.

CONSTANTINO, R. Catalog of Living Termites of the New World (Insecta: Isoptera). **Arquivos de Zoologia**. v.35, n.2 p. 135-231, 1998.

CONSTANTINO, R. Chave ilustrada para identificação de gêneros de cupins (Insecta, Isoptera) que ocorrem no Brasil. **Papéis avulsos de zoologia**, Museu de Zoologia da Univ. de São Paulo. v.40, n.25, p. 387-448, 1999.

CONSTANTINO, R. Key to the soldiers of South America *Heterotermes* with a new species from Brazil (Isoptera: Rhinotermitidae). **Insect Systematics and Evolution**. v.3, p. 463-471, 2000.

CONSTANTINO, R. Notes on the type species and synonymy of the genus *Nasutitermes* (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). **Sociobiology**, 40, p. 533-537, 2002.

CONSTANTINO, R. The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. **J. Appl. Entomol.** 126, p. 355-365, 2002.

COSTA, E.C.; D'AVILA, M.; CANTARELLI, E.B.; MURARI, A.B.; MANZONI, C.G. **entomologia Florestal**. Santa Maria (RS): UFSM, 239 p. 2008.

COSTA, A.P.; MARCOLINO, M.T. **Forrageamento da formiga *Camponotus atriceps* Smith, 1858 (hymenoptera: formicidae) em condições urbanas**. v.1. Fortaleza: VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza, 389 p. 2003.

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

CRESTANA, M de S.M.; FILHO, D.F. da S.; BERTONI, J.E.de A.; GUARDIA, J.F.C.; ARAÚJO, R.T. de. **Árvores & Cia**. Campinas: CATI, 132 p. 2007

CRUZ, P.M.F.; SOUSA, H.A. de; CARVALHO, J.O.P. de; BRITO, J.S. Análise Quali-Quantitativa da Arborização Urbana da Avenida Marechal Castelo Branco em Teresina – Piauí. III Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. Fortaleza - CE – 2008. Disponível em: <<http://www.intv.cefetce.br/connepi/papers/eb7d63c86ee4bf3a263b9de88034.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2008.

CURTIS, A. The termites. 2000. Disponível em: <<http://hometown.aol.com/acurtis/index.htm>> Acesso em: 25 abr. 2007.

DANIEL, O. **Silvicultura** Univ. Federal da Grande Dourados 196p, 2006.

DASH, S.T. **Species Diversity and Biogeography of Ants (Hymenoptera: Formicidae) in Louisiana, With Notes on Their Ecology.** Master of Science In The Department of Entomology By University of Delaware, 295 p. 2004

DOLWIN, J.A. Evaluation of internal defects in trees and legal implications. **Arboricultural journal.** v.20, p. 173-178. 1996.

DUARTE, F.G.; SANTOS, G.A.; ROSADO, F.R.; DELARIVA, R.L.; SAMPAIO, A.C.F. Cupins (Insecta: Isoptera) na Arborização Urbana da Zona 1 de Maringá – PR. **An. Soc. Entomol. Brasileira.** v.27(4), 1998.

EDWARDS, R.; MILL, A.E. **Termites in Buildings: their biology and control.** Felcourt Rentokil Ltda, 231 p. 1986

ELEOTÉRIO, E. S da R. Levantamento e identificação de cupins (Insecta: Isoptera) em área urbana de Piracicaba, SP. **ESALQ, Universidade. de São Paulo.** Dissertação de mestrado, 101 p. 2000.

ELETROPAULO **Manual de poda**, 36p., 2006,

ENVIRONMENTAL HEALTH GUIDE Approved Pesticides for Termite Treatments Department of Health, Western Australia 2006. Disponível em: <http://www.health.wa.gov.au/envirohealth/hazards/docs/Approved_Pesticides_for_Termite_Treatments.pdf>. Acesso em: 19 set. 2008.

EMERSON, A. Tertiary fossil species of the Rhinotermitidae (Isoptera), phylogeny of genera, and reciprocal phylogeny of associated Flagellata (Protozoa) and Staphylinidae (Coleoptera). **Bull. American Mus. Natural Hist.** v.146, p. 243-304, 1971.

EXTOXNET, 2008. Disponível em: <<http://extoxnet.orst.edu/pips/imidaclo.htm>> Acesso em: 20 set. 2008.

FERRAZ, M.V. Estudos taxonômicos e aspectos da biologia de *Coptotermes* Wasmann, 1896 (Isoptera: Rhinotermitidae) nas Américas. **Universidade de São Paulo**, Tese de doutorado, 213 p. 2000.

FERRAZ, M.V.; CANCELLO, E.M. Swarming behavior of the economically most important termite, *Coptotermes havilandi* (Isoptera: Rhinotermitidae), in southeastern Brazil. **Sociobiology**, v.38 (3B), p. 683-694, 2001.

FONTES, L. R. & ARAUJO, R. L de. Os Cupins In.: Insetos e outros invasores de residências. MARICONI, F.A.M (Coord.), Piracicaba: FEALQ, p. 35-90, 1999.

FOWLER, H.G.; FORTI, L.C.; BRANDÃO, C.R.; DELABIE, J.H.C.; VASCONCELOS, H.L. de. Ecologia nutricional de formigas In.: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Eds.), **Ecologia Nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, p. 141-223. 1991.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVELHO, R.P.L.; BAPTISTA, G. C de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ. p. 791-797. 2002.

GILMAN, E.F., WATSON, D.G. ***Spathodea campanulata* African Tulip-Tree** Fact Sheet ST-600 University of Florida, 3p. Publication date: October 1994

GOYA, C.R. Relato histórico da arborização na cidade de São Paulo. In: Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana, **1 Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana**, 4, Vitória: PMV, Anais, p. 403-408, 1992.

GONÇALVES, S; ROCHA, F.T. Caracterização da arborização urbana do bairro de Vila Maria baixa Conscientiae saúde. rev. cient., UNINOVE – São Paulo. v.2, p. 67-75, 2003

GOLD, R.E.; HOWELL JR., H.N.; GLENN, G.J. Subterranean termites, **Texas Agric. Ext. Serv. Bulletin** B-6080, 1999.

GRAHAN, S.A. **Principles of forest entomology**, Univ.of Michigan, 339 p. 1929.

GREY, G. W.; DENEKE, F. J. **Urban Forestry**. 2. ed. New York: John Wiley, 299 p. 1986.

GUIA 4 RODAS. **Ruas de São Paulo 2000**, CD Macromedia, 2000.

HANSEN, L.D. **Carpenter Ants: Their Biology and Control**. WSU Bulletin, 0818, 7p. 2005

HARRIS, R. W. **Arboriculture**: integrated management of landscape trees, shrubs and vines. New Jersey: Prentice-Hall, 674 p. 1992.

HENDERSON, G.; SHARPE, K.; FELIX, J. Sulfloramid baiting of termite infested trees in New Orleans: a preliminary report. Baton Rouge, Louisiana State. Univ. Agr. Center, Dep. of Entomol, 1995.

HILJE, L.Q.; ARAYA, C.F.; SCORZA, F.R. **Plagas y Enfermedades Florestales em América Central**. Manual técnico n.4. Costa Rica: CATIE, 185 p. 1991

HOLDOBLER, B.; WILSON, E.O. **The Ants**. USA, 1990. 732 p.

HOLWAY, D.A.; SUAREZ, A.V. Animal behavior: an essential component of invasion biology. *Tree* v. 14(8), p. 328-330. 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.hpg.gov.br>>. Acesso em: 08 dez. 2002.

ISSA, S. A checklist of termites from Venezuela (Isoptera: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Termitidae). **Florida Entomol.** v.83, p. 379-382, 2000.

JOLY, A. B. **Botânica – Introdução à Taxonomia Vegetal.** 7^o ed. Editora Nacional, 777 p. 1985.

JUSTI JUNIOR, J.; POTENZA, M.R.; SANCHES, A.; GOMES, D.H.P.; SILVESTRE, D. de F.; SILVA, R. de C.; ROTERMUND, R.M. Levantamento da Infestação de Cupins em Árvores do Parque do Ibirapuera I – Análise Parcial em Eucaliptos, **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.71, supl., p. 1-749, 2004.

JUSTI JUNIOR, J.; POTENZA, M.R.; ZORZENON, F.J.; ALMEIDA, S.L. Foraging population and territory of the subterranean termite *Coptotermes havilandi* (Isoptera, Rhinotermitidae) by the triple marked recapture method in an urban area. Foz do Iguaçu. **Abstracts from XXI International Congress of Entomology**, p. 885. 2000a.

JUSTI JUNIOR, J.; POTENZA, M.R.; ZORZENON, F.J.; ALMEIDA, S.L. Foraging population and territory of the subterranean termite *Heterotermes tenuis* (Isoptera, Rhinotermitidae) by the triple marked recapture method in an urban area. Foz do Iguaçu. **Abstracts from XXI International Congress of Entomology**, p. 885. 2000b.

JUTTNER, A.S. Formosan termites in trees, part II. *Arbor Age*. 1997. Disponível em: <<http://www.greenmediaonline.com/aa/1997/1197/1197ft.html>>. Acesso em: 04 mar. 2004.

JUTTNER, A.S. Termite Control – Drill'n'treat form control of formosan termite in tree. *Arbor Age*. 1997. Disponível em: <<http://www.greenmediaonline.com/aa/1997/1097/1097dri.html>>. Acesso em: 15 jun. 2004.

KLOTZ, J.H.; MANGOLD, J.R.; VAIL, K.M.; DAVIS JR, L.R.; PATTERSON, R. A Survey of the urban pest ants (Hymenoptera: Formicidae) of peninsular Florida. **Florida Entomol.** vol 78, p. 109-118, 1995.

KLOTZ, J.H.; RUST, M. Carpenter ants. **Pest Notes Univ. California**, publication 7416, 2000.

KIEBALSO, J. J. Evaluating of trees in urban areas. **Journal of Arboriculture**, v. 5, n. 3, p. 70 – 72, 1979.

KRISHNA, K. Order Isoptera. In. BORROR, D. J.; TRIPLEHORN, C.A.; JOHNSON, N.F. (Eds.) Introduction to the Study of Insects. **Saunders College Publishing**, Philadelphia, p. 234-241. 1989.

KRISHNA, K.; ARAUJO, R.L. **A revision of the Neotropical Termite Genus *Neocapritermes* (Isoptera, Termitidae, Termitinae)** Bull. American Museum V. 138: art. 3, New York, 130p., 1968

KRISHNA, K., WEESNER, F.M., (Eds) **Biology of termites**. New York: Academic Press, 1969, vol. 1, 1969.

KRISHNA, K., WEESNER, F.M., (Eds) **Biology of termites**. New York: Academic Press, 1969, vol. 2, 1970.

LAERA, L.H.N. Cupins na arborização urbana no Município do Rio de Janeiro, Brasil. In. Fontes, L.R.; Berti Filho, E. (Eds.). Cupins: o desafio do conhecimento. Piracicaba: FEALQ, p. 125-132, 1998.

LELIS, A. T. Termite problem in São Paulo city – Brasil. **Resumo no XII International Congress of Iussu**. Paris, França. 1994.

LELIS, A. T. (coord.); BRAZOLIN, S.; FERNANDES, J.L.G.; LOPEZ, G.A.C.; MONTEIRO, M.B.B.; ZENID, G.J. **Biodeterioração de madeiras em edificações**. Manual IPT, São Paulo, 54 p. 2001.

LEWIS, G.P. Caesalpinia: a Revision of the Poincianella-Erythrostemon group 146. In Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 1998. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/Name/50148888>>. Acesso em: 17 set. 2008.

LEWIS, V. R. Termites. **Pest Notes Univ. California**, publication 7415. 2001.

LIMA, A. da C. **Insetos do Brasil, Ordem Isoptera**. v.1. Rio de Janeiro: Esc. Nac. Agron., p. 263-327. 1939.

LIMA, J. Tipos de Problemas Gerados Na Área Urbana Disponível em: <www4.fct.unesp.br/docentes/geo/joaolima/especializacao/problemas%20urbanos.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2008.

LIVINGWITHBUGS GUIDE. 2006. Disponível em: <www.LivingWithBugs.com>. Acesso em: 20 set. 2008.

LONGINO, J. T. Ants of Costa Rica, *Camponotus atriceps*. 2002. Disponível em: <<http://www.evergreen.edu/ants/genera/camponotus/species/atriceps/atriceps.html>>. The Evergreen State College, Olympia WA 98505 USA. Acesso em 12 set. 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, v.01, 4^o ed., Nova Odessa: Inst. Plantarum, 384 p. 2002a.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, v.02, 2^o ed., Nova Odessa: Inst. Plantarum, 384 p. 2002b.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M. de, TORRES, M.A.V.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil**: Madeireiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa: Inst. Plantarum, 384 p. 2002.

LYON, F.W. Carpenter ants., HYG-2063-94, 2004. Disponível em: <<http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/2000/2063.html>>. Acesso em: 20 out. 2006.

MARCOLINO, M.T.; OLIVEIRA-JUNIOR, W.P.; BRANDEBURGO, M.A.M. Aspectos comportamentais da interação entre formigas *Camponotus atriceps* SMITH (Hymenoptera, Formicidae) e abelhas africanizadas *Apis mellifera* (L.) (Hymenoptera, Apidae). *Naturalia* 25, p. 321-330, 2000.

MARER, P. Residential, Industrial and Institutional Pest Control. Oakland, **Univ. Calif. Agric. Nat. Res.** Publ. 3334. 1991.

MARIANO, C.S.F.; DELABIE, J.H.C.; NASCIMENTO, I.C. do. Preferências de Habitat dos Subgêneros de *Camponotus* (Hymenoptera, Formicidae, Formicinae) na Região Sul da Bahia. **XVII Congresso Brasileiro de Entomologia**, Rio de Janeiro, RJ, 1998.

MARTINS, C.S. Monitoramento da arborização de ruas de Belo Horizonte. In. Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 2, Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana, 5, São Luiz. **Anais**. São Luiz: SBAU, p. 421-430, 1994.

MARTINS, L.M.; MAIA, J.C.; BRITO, J.S. Os conflitos Existentes Entre a Arborização e os Equipamentos Urbanos no Centro de Teresina – PI. **Anais**, II CONNEP (II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica João Pessoa – PB, 2007.

MATTHECK, C.; BRELOER, H. **The body language of trees: a handbook for failure analysis**. London: Her Majesty s Stationery Office, 260p, 1997.

MATTHECK, C.; BRELOER, H. **Field guide for visual tree assessment (VTA)**. *Journal of Arboriculture*, 18:1-23, 1994.

MATHEWS, A.G.A. **Studies on termites from Mato Grosso State, Brazil.** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 267p. 1977.

MELLO FILHO, L.E. de. Arborização Urbana. In. ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1985, Porto Alegre. **Anais.** Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, p. 51-56. 1985.

MENEGUETTI, G.I.P. **Estudo de dois métodos de amostragem para inventário da arborização de ruas dos bairros da orla marítima do município de Santos - SP.** Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado, 100 p. 2003.

MILANO, M.S. Planejamento e replanejamento de arborização de ruas. In. ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2. **Anais.** Maringá: Prefeitura do Município de Maringá, p. 01 - 08. 1987.

MILANO, M.S.; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas.** Rio de Janeiro: Light. 226p. 2000.

MILANO, S.; FONTES, L.R. **Cupins e cidade, implicações ecológicas e controle.** 142 p. 2002.

MILLER, R.W. **Urban Forestry: Planning and Managing Urban.** 2^o ed. New Jersey: Greenspaces. 502p. 1997.

MOINO JUNIOR, A.; ALVES, S.B. Efeito de imidacloprid e fipronil sobre *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. E *Metharhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. no comportamento de limpeza de *Heterotermes tenuis* (Hagen). **An. Soc. Entomol. Bras.**, v.27, n.4, p. 611- 619, 1998.

NIKLAS, KARL. Wind, size, and tree safety. In Smiley, E. Thomas, and Kim Coder (Eds.). *Tree Structure and Mechanics Conference Proceedings: How Trees Stand Up and Fall Down.* **International Society of Arboriculture, Champaign, IL. 622p. 2002**

NICKLE, D.; COLLINS, M. Termites of Panama (Isoptera), p. 208-248 In QUINTERO, D.; AIELLO, A. eds. *Insects of Panama and Mesoamerica.* **Oxford University Press.** 150 p. 1992.

NICOLOTTI, G.; SOCCO, L. V.; MARTINIS, R.; GODIO, A.; SAMBUELLI, L. **Application and comparison of three tomographic techniques for detection of decay in trees.** *Journal of Arboriculture* 29(2): 66-78, 2003.

NOWAK, D.J.; ROWNTREE, R.A.; MCPHERSON, E.G.; SISINNI, S.M.; KERKMANN, E.R.; STEVENS, J.C. Measuring and analyzing urban tree cover. *Landscape and Urban Planning.* v.36, p.49-57, 1996.

NOWAK, J.N.; NOBLE, M.H.; SISINNI, S.M.; DWYER, J.F. People & Tree: Assessing the US Urban Forest Resource. **J. of Forestry**. v.99, n.3, p. 37-42, 2001.

OGG, C.L., OGG, B.P., KRAMBLE, S.T., BAUER, E. Carpenter Ant Management, **Neb Guide**, Univ. Nebraska, G1738, 2007.

OSBRINK, W.L.A.; LAX, A.R.; BRENNER, R.J. Insecticide susceptibility in *Coptotermes formosanus* and *Reticulitermes virginicus* (Isoptera: Rhinotermitidae). **J. Econ. Entomol.** v.94, n.5, p. 1217-1228, 2001.

PAIVA, H.N. de.; GONÇALVES, W. **Florestas Urbanas: Planejamento para Melhoria da Qualidade de Vida**. Viçosa (MG): Aprenda Fácil, 177 p. 2002.

PAN - Pesticide Database, Pesticide Action Network, North America (San Francisco, CA, 2008). Disponível em: <<http://www.pesticideinfo.org>>. Acesso em 25 ago. 2008.

PARMAN, V.; VARGO, E.L. The Impact of Imidacloprid on Subterranean Termite (*Reticulitermes* spp.) Colonies Located Inside and Around Residential Structures. **Proceedings of the Fifth International Conference on Urban Pests** Chow-Yang Lee and William H. Robinson (editors), 2005.

PELLITERI, P.J. Controlling Carpenter ants, Technical Bulletin A3641, University of Wisconsin, 2003. Disponível em: <<http://www.uwex.edu/ces/pubs/pdf/A3641.PDF>>. Acesso em 04 fev. 2006.

PEREIRA, L.C.; SILVA FILHO, D.F.; TOMAZELLO FILHO, M.; COUTO, H.T. Z.; MOREIRA J.M. M. Á. P.; POLIZEL; J. L. Tomografia de impulso para avaliação do interior do lenho de árvores Rev. da Soc. Bras. de Arb. Urb., V.2, n 2, p. 65-75, 2007.

PEROZO, J.; ISSA, S. Florida Entomologist 89(3). *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae). **New Record From Venezuela**. 2006.

PESTICIDES NEWS N.62, December, pages 22-23. 2003.

POLIZEL, F.A.; FERREIRA, A.T.B.; CHAGAS, M.P.; LISI, C.S.; TOMAZELLO, F.M. Idade, taxa de crescimento e qualidade da madeira de árvores urbanas: *Caesalpinia peltophoroides* (Caesalpinioideae). 2008. Disponível em: <<http://www.usp.br/siicusp/15Siicusp/3408.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2008.

POTENZA, M.R.; ZORZENON, F.J. Cupins: pragas em árvores e gramados urbanos In: Alexandre, M.A.V; Duarte, L.M.L.; Campos-Farinha, A.E. de C. **Plantas ornamentais: doenças e pragas**, Cap. 11, p. 249-275, 2008.

PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO **Manual Técnico de Arborização Urbana**, 2º Ed. 48p., 2005.

RACKE, K.D.; FONTAINE, D.D.; YODER, R.N.; MILLER, J.R. Chlorpyrifos degradation in soil at termiticidal application rates. **Pestic. Sci.** 42. p. 43-51, 1994.

REMADE Portal Nacional da Madeira. 2008. Disponível em: <http://www.remade.com.br/pt/mad_exotica.php?num=349>. Acesso em: 17 set. 2008.

RAVEN, P.H., EVERT, R.F., CURTIS, H. *Biologia Vegetal*, 2º ed., 724 p., 1978.

RING, D.R.; HENDRSON, G.; McCOWN, C. Treating Trees: A successful Louisiana program for managing Formosan subterranean Termites, **Louisiana Agriculture**, 2007 <<http://www.lsuagcenter.com/en/communications/publications/agmag/Archive/2007/Fall/Treating+trees+a+successful+Louisiana+program+for+managing+Formosan+Subterranean+Termites.htm>>. Acesso em: 15 Jun. 2008.

ROBINSON, W.H. **Urban Entomology, insect and mite pests in human environment** London, Chapman e Hall. 430 p. 1996.

RODRIGUES, C.A.G.; BEZERRA, B. de C.; ISHII, I.H.; CARDOSO, E.L.; SORIANO, B.M.A.; OLIVEIRA, H. de. **Arborização Urbana e Produção de Mudanças de Essências Florestais Nativas em Corumbá, MS**. Corumbá (MS): EMBRAPA, 2002.

RYAN, S.D. Carpenter Ants, Ent 121-08 Utah Pest Fact Sheet Utah State University. 2008. Disponível em: <www.utahpests.usu.edu>. Acesso em: 17 set. 2008.

SANCHOTENE, M.C.C. Desenvolvimento e perspectivas da arborização urbana no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2, 1994, São Luís. **Anais**. Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, p. 15-26. 1994.

SANTOS, E. Proposta de caracterização estética e dendrológica de espécies com potencial de uso em paisagismo e arborização urbana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2. **Anais**. São Luís: SBAU, p. 481 - 487.1994.

SANTOS, N. R. Z.; TEIXEIRA, I. F. **Arborização de vias públicas**: ambiente x vegetação. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz, 135 p., 2001.

SATTLER, M. A. Arborização urbana e conforto ambiental. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1. **Anais**. Vitória: SBAU, p. 15 – 28, 1992.

SCHEFFRAHN, R.H.; CABRERA, B.J.; KERN JR, W.H.; SU, N.-Y. ***Nasutitermes costalis* (Isoptera: Termitidae) in Florida: first record of a non-endemic establishment by a higher termite.** Florida Entomol. 85: 273-275. 2002.

SCHEFFRAHN, R.H.; KRECEK, J.; SZALANSKI, A.L.; AUSTIN, J.W. Synonymy of Neotropical Arboreal Termites *Nasutitermes corniger* and *N. costalis* (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae), with Evidence from Morphology, Genetics, and Biogeography. **Ann. Entomol. Soc. Am.** v.98(3), p. 273-28, 2005.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE – **Prefeitura Municipal de Goiânia Plano Diretor de Arborização Urbana**, 131p., 2007.

SETH, M. K. Trees and their economic importance. **The Botanical Review**, v. 69, n. 4, p. 321 – 376, 2004.

SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica**. São Paulo (SP): MacGraw Hill do Brasil, 350p.1979.

SILVA, A.G. da. **Avaliação da arborização no perímetro urbano de Cajuri-MG, pelo método do quadro sintético**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. Dissertação de Mestrado, 150 p. 2000.

SILVA FILHO, D. F. Silvicultura urbana – o desenho florestal da cidade. ESALQ, USP. 2008. Disponível em: <<http://www.ipef.br/silvicultura/urbana.asp>> Acesso em: 17 set. 2008.

SIMAS, V.R.; COSTA, E.C. Eficiência de produtos usados no controle da formiga *Camponotus punctulatus* Mayr, 1868 em Cacequi - RS, In. Jornada Integrada de Pesquisa, Extensão e Ensino. **Anais**, 1996.

SIMAS, V.R.; COSTA, E.C.; SIMAS, C.A. Controle de *Camponotus punctulatus* Mair, 1868 (Hymenoptera: Formicidae). **Rev. Fac. Zootec. Vet. Agro. Uruguiana**, v.7 n.1, p. 41-46, 2000.

SNYDER, T.E. **Our enemy the termite**. 196p.,1935.

SNYDER, T.E. **Our native termites**. Smithsonian Report, Smithsonian Institute. p. 497-506, 1964.

SOARES, N.S.; ALMEIDA, L. de O.; GONÇALVES, C.A.; MARCOLINO, M.T.; BONETTI, M. Levantamento da Diversidade de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) na Região Urbana de Uberlândia, MG. **Neotropical Entomology**. 35(3), p. 324-328, 2006.

SOUZA, C.G; SANT'ANNA NETO, J. L. **Geografia da saúde e climatologia médica: ensaios sobre a reação clima e vulnerabilidade** Hygeia 3(6):116-126, Jun/2008.

SU, N-Y; R.H. SCHEFFRAHN. Economically important termites in the United States and their control. **Sociobiology** 17, p. 77-94. 1990.

SUITER, D.R. Biology and Management of Carpenter Ants. Bulletin 1225, **University of Georgia**, 2003.

STEHR, F.W. **Immature insects**. v.2. Kendall, Hunt Publishing Company, 974 p., 1991.
TERAYAMA, M.; MORISITA, M.; ONOYAMA, K. Genus *Camponotus*. Japanese Ant Database Group. 2003. Disponível em: <<http://ant.edb.miyakyo-u.ac.jp/E/Taxo/F809-.html>>. Acesso em: 11 set. 2006.

THOMPSON, G.J.; KITADE, O.; LO, N.; CROZIER, R.H. On the origin of termite workers: weighing up the phylogenetic evidence. J. Evol. Biol. doi:10.1046/j. 1420-9101, 2003.
Disponível em:
<www.bio.usyd.edu.au/Social_InsectsLab/GJT/phylogenetics_files/JEB2004.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2006.

THORNE, B. L. Differences in nest architecture between the arboreal termites *Nasutitermes corniger* and *Nasutitermes ephratae* (Isoptera: Termitidae). Psyche 87, p. 235-243, 1980.

THORNE, B. L. Polygyny in termites: multiple primary queens in colonies of *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) (Isoptera: Termitidae). Insectes Sociaux 29. p. 102-117, 1982a.

THORNE, B. L. Reproductive plasticity in the Neotropical termite *Nasutitermes corniger*, p. 21-29. In P. Jaisson ed., Social insects in the tropics, vol. 1. Université de Paris-Nord, Paris, France, 1982b.

THORNE, B. L. Polygyny in the Neotropical termite *Nasutitermes corniger*: life history consequences of queen mutualism. Behav. Ecol. Sociobiol. 14, p. 117-136, 1984.

THORNE, B.L.; BREISCH, N.L. Effects of Sublethal Exposure to Imidacloprid on Subsequent Behavior of Subterranean Termite *Reticulitermes virginicus* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, Issue, v.94, p. 492 - 498, 2000.

TREVISAN, H.; NADAI, J. de; LUNZ, A.M.; CARVALHO, A.G. de. **Ocorrência de Térmitas Subterrâneas (Isoptera: Rhinotermitidae e Termitidae) e Durabilidade Natural da Madeira de Cinco Essências Florestais**. 2003.

UNEP /FAO /GLOBAL IPM Facility – Termite Biology and Management Workshop. Geneva, Switzerland, 2000. Disponível em: <www.chem.unep.ch/pops/pdf/termrpt.pdf>. Acesso em 10 fev. 2006.

U.S. NATIONAL ARBORETUM PLANT INTRODUCTION, Floral and Nursery Plants Research Unit U.S. National Arboretum. 'Columbia' and 'Liberty'. 1999. Disponível em: <www.ars-grin.gov/na/> *Platanus x acerifolia*. Acesso em: 27 jun. 2006.

WALLER, D.A.; LA FAGE, J.P. Nutritional ecology of termites. In: SLANSKY, F.Jr.; RODRIGUEZ, J.G. (eds.) **The Nutritional Ecology of Insects, Mites, and Spiders**. John Wiley and Sons, New York. p. 487-532. 1987.

WARE, G. W. **Introduction of insecticides**. Bulletin 3^o edition, Univ. Minnesota, 23 p. 1999.

WILSON, E. O. **The insects societies**. Cambridge Press, 548 p. 1974.

YAMAMOTO, M. Ecologia e comportamento da formiga *Camponotus sericeiventris* Guérin, 1838 (Formicinae, Camponotini) no cerrado. Dissertação de Mestrado, Uberlândia – MG, 77p., 2004.

ZANETTI, R. Manejo integrado de cupins. **Notas de aula de FIP 103** – Pragas e doenças em florestais. Lavras, Depto de Entomologia / UFLA. 2003.

ZANETTI, R. **Manejo integrado de formigas cortadeiras e cupins em área de Eucaliptos da Cenibra**, UFLA, 74p., 2008.

ZAR, J.H. **Bioestatistical Analysis**. 4^o ed. Prattice Hall Inc.: New Jersey. 1999. p. 663.

ZARZUELA, M.F.M.; RIBEIRO, M.C.C.; CAMPOS-FARINHA, A.E. de C. Distribuição de formigas urbanas em um hospital da região sudeste do Brasil. **Arq.Inst. Biol.**, São Paulo, v.69, n.1, p.85-87, 2002.

ZORZENON, F.J.; POTENZA, M.R; JUSTI, J.; ALMEIDA, S.L. Field evaluation of a 0,5% hexaflumuron bait (Recruit* II) for colony elimination of the subterranean termite *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae), Foz do Iguaçu. **Anais do XXI International Congress of Entomology**, Resumo n^o 4165, 2000.

ZORZENON, F.J. **Noções sobre as principais pragas urbanas** *Biológico*, São Paulo, v.64, n.2, p.231-234, jul./dez., 2002.

ZORZENON, F.J. **Levantamento Pré e Pós-Tratamento de Cupins Subterrâneos e Formigas do Gênero *Camponotus* em Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*), Jacarandá Mimoso (*Jacaranda mimosifolia*), Ipê (*Tabebuia* spp.) e Quaresmeira (*Tibouchina granulosa*) em Área determinada no Bairro do Morumbi (Cidade Jardim), Município de São Paulo**. UNESP Campus de Rio Claro, São Paulo, (monografia de especialização em Entomologia Urbana), 88p., 2004.

ZORZENON, F.J.; JUSTI JUNIOR, J. **Manual Ilustrado de Pragas Urbanas e Outros Animais Sinatrópicos**. Instituto Biológico: São Paulo, 151p., 2006.

ZORZENON, F.J.; POTENZA, M.R. (Coords.). Cupins: Pragas em Áreas Urbanas. **Instituto Biológico, Boletim Téc.** n.18, São Paulo, 66 p. 2006.

ZORZENON, F.J. Principais pragas das palmeiras In: Alexandre, M.A.V; Duarte, L.M.L.; Campos-Farinha, A.E. de C. **Plantas ornamentais: doenças e pragas**, Cap. 10 p. 207-247, 2008.

FIGURAS

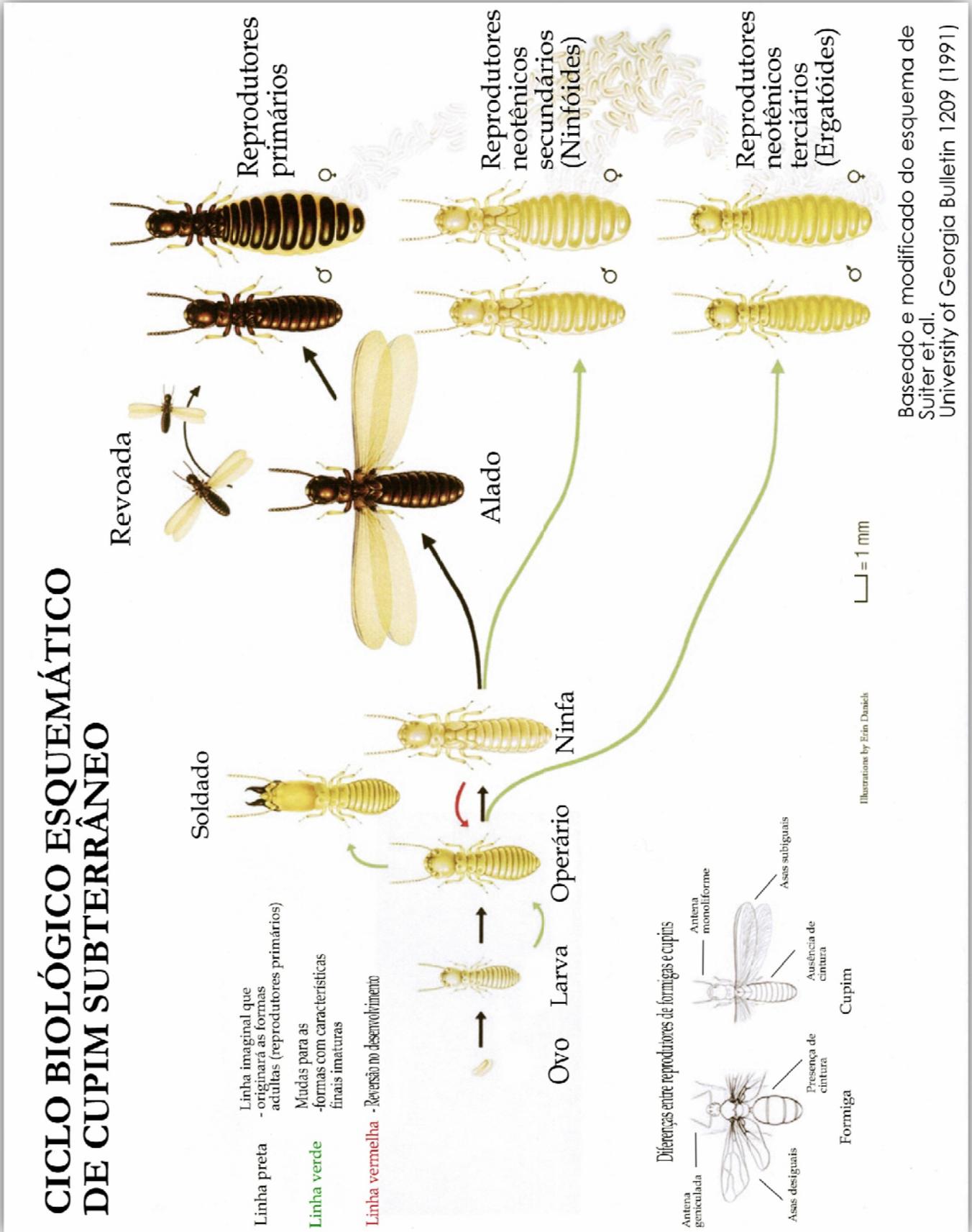


Figura 1 - Ciclo biológico esquemático de cupim subterrâneo, modificado de Suiter et al., 1991.

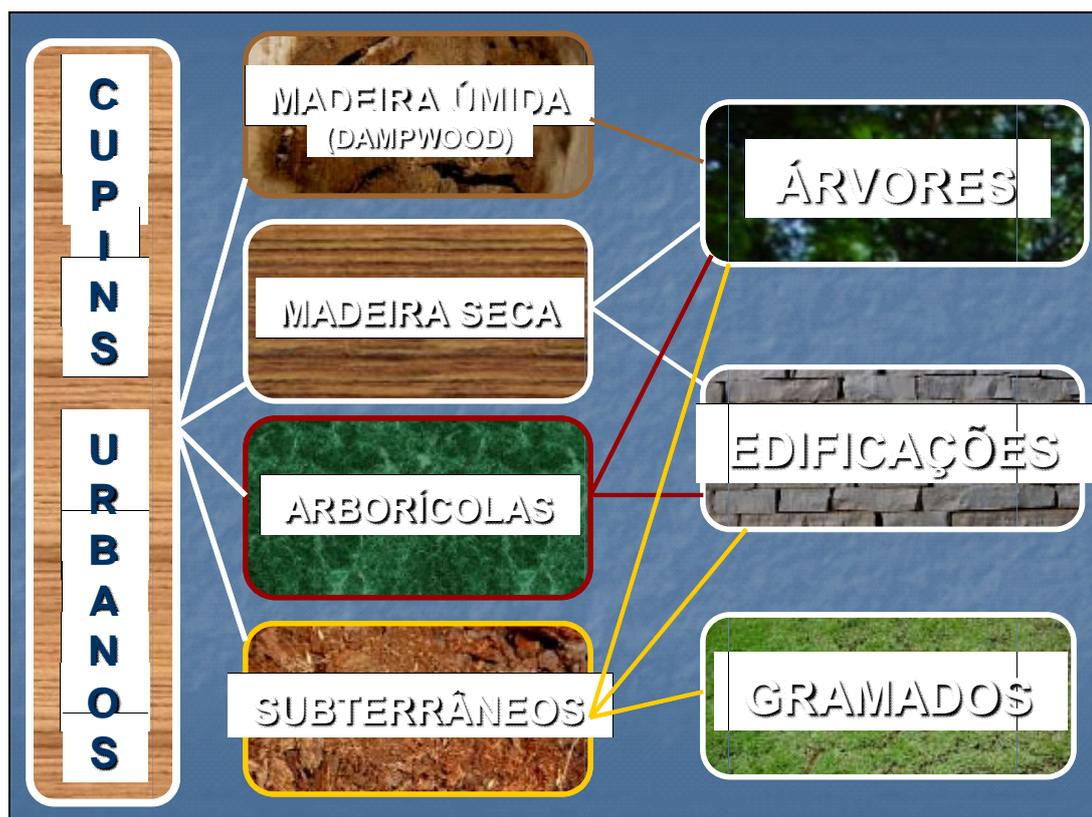


Figura 2 - Divisão ecológica dos hábitos alimentares ou tipos de cupins urbanos.



Figura 3 - Árvore tombada com a presença de ninho secundário de *C. gestroi* em raiz.



Figura 4 – *Coptotermes gestroi* Wasmann, 1896 (Soldado)



Figura 5 - *Coptotermes gestroi* Wasmann, 1896 (caminhamentos em Sibipiruna)



Figura 6 – Caminhamentos e dano de *Coptotermes gestroi* em Flamboyant



Figura 7 – Dano de *Coptotermes gestroi* em Pinheiro americano



Figura 8 – *Heterotermes tenuis* (Hagen) (Soldado)



Figura 9 - *Nasutitermes corniger* (Motstchulsky, 1855) (Soldado)



Figura 10 – Caminhamento e soldados de *Nasutitermes corniger* em árvore urbana



Figura 11 – *Neocapritermes opacus* (Hagen, 1858) (Soldado)



Figura 12 *Neocapritermes opacus* (Hagen, 1858) (Operários e soldados)

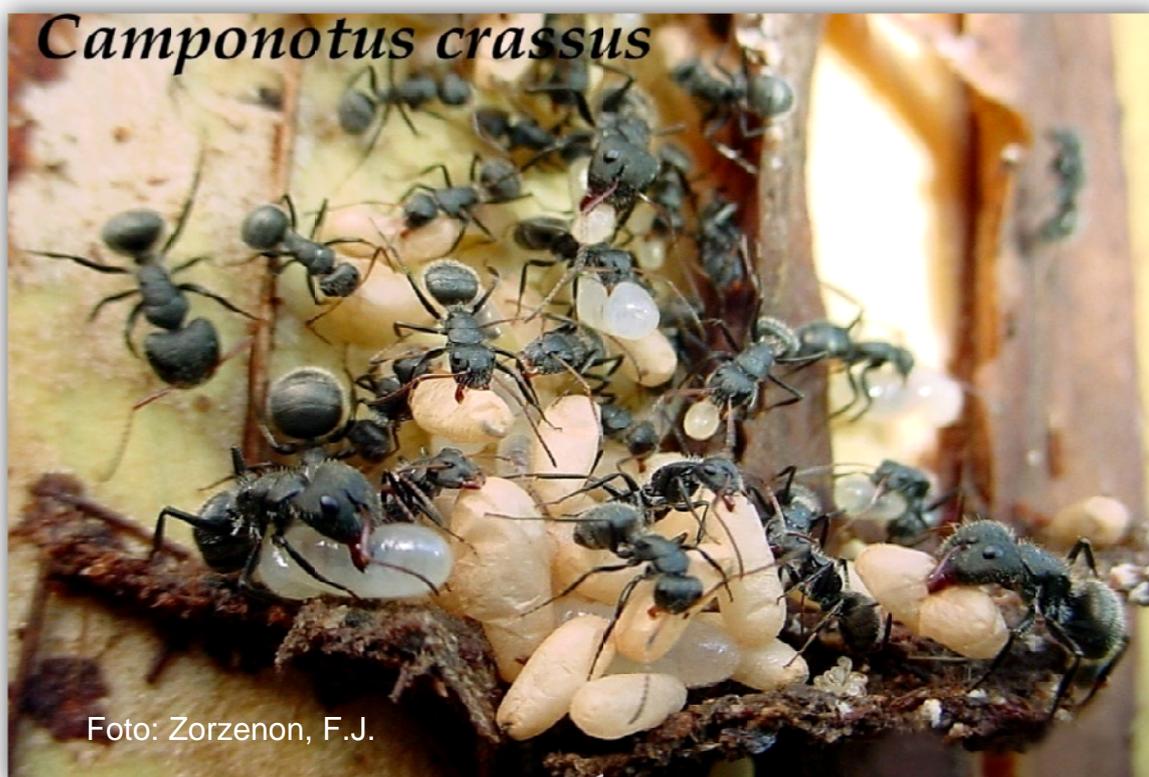


Figura 13 - *Camponotus crassus* (Mayr, 1862), Ninho, operárias, ovos, larvas e pupas.



Figura 14 – *Camponotus atriceps* (Fr. Smith, 1858) (operária maior)



Figura 15 - Operárias menores de *Camponotus atriceps* (Fr. Smith, 1858).



Figura 16 – Ninho de *Camponotus atriceps* em Sibipiruna



Figura 17 - *Camponotus sericeiventris* Guérin, 1838



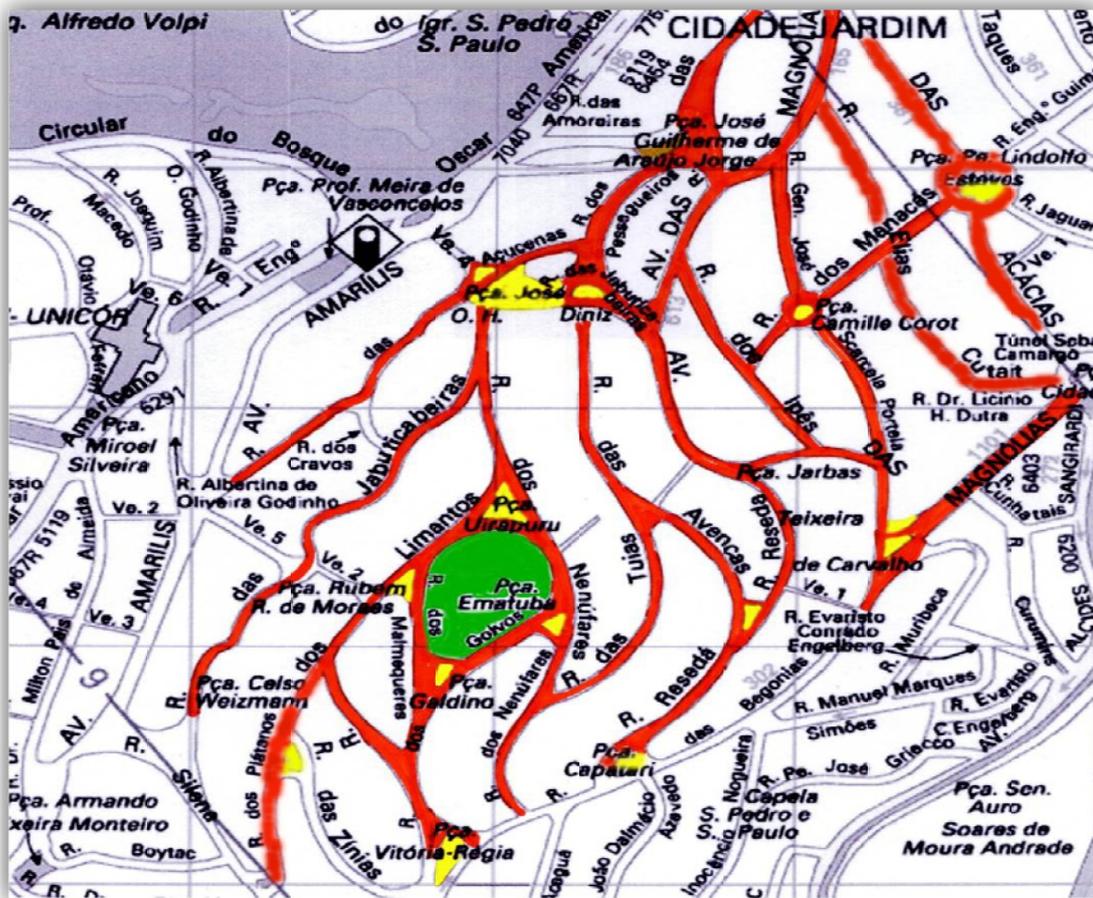
Foto: Zorzenon, F.J.

Figura 18 – *Camponotus rufipes* (Fabricius, 1775)



Foto: Zorzenon, F.J.

Figura 19 - Resíduos (raspas) de *Camponotus atriceps* em árvore urbana



- Ruas e Avenidas
- Praças e Jardins
- Reserva florestal urbana

Figura 20 - Mapa geral das ruas, jardins e praças pesquisadas. (Guia 4 rodas, 2000).



Figura 21 - Vista geral da arborização urbana do local pesquisado.



Figura 23 – Mensuração da CAP (Circunferência a altura do peito)

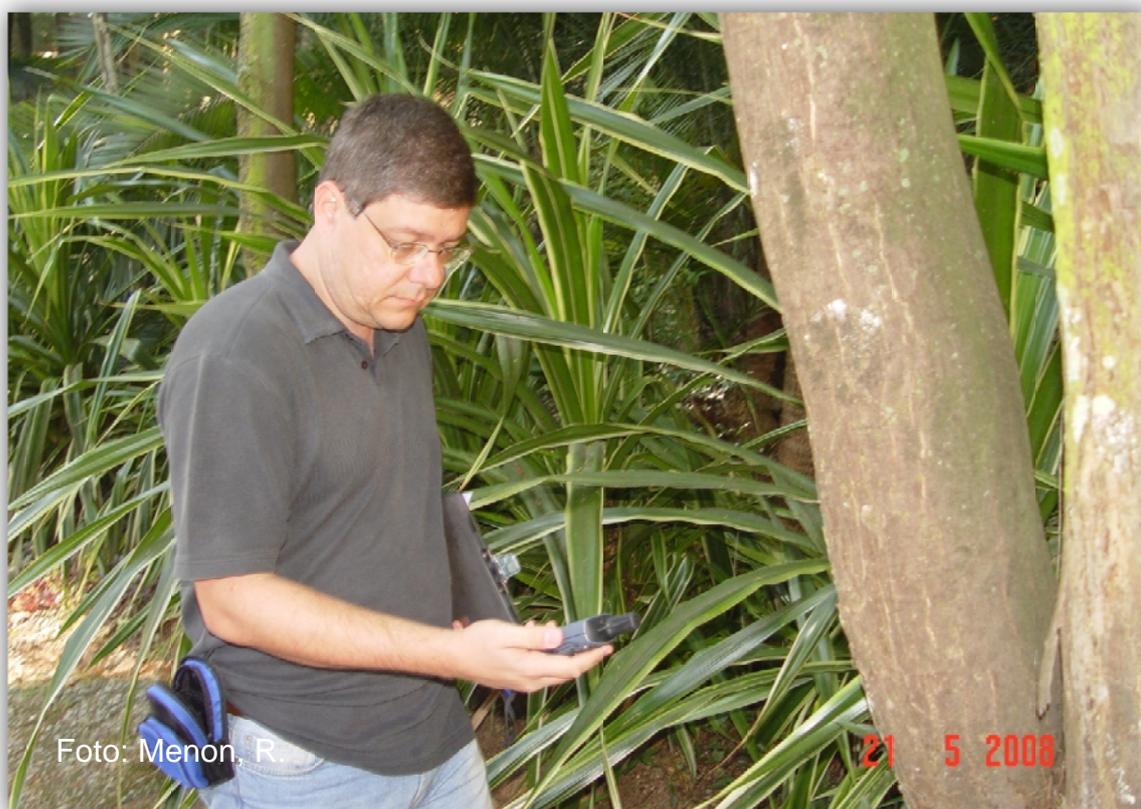


Figura 24 – Obtenção das coordenadas geográficas das espécies botânicas



Figura 25 - Prospecção de árvores (perfuração em tronco)



Figura 26 - Curativo pós-perfuração (calda bordalesa e borracha de silicone)



Figura 27 - Curativo pronto pós-prospecção

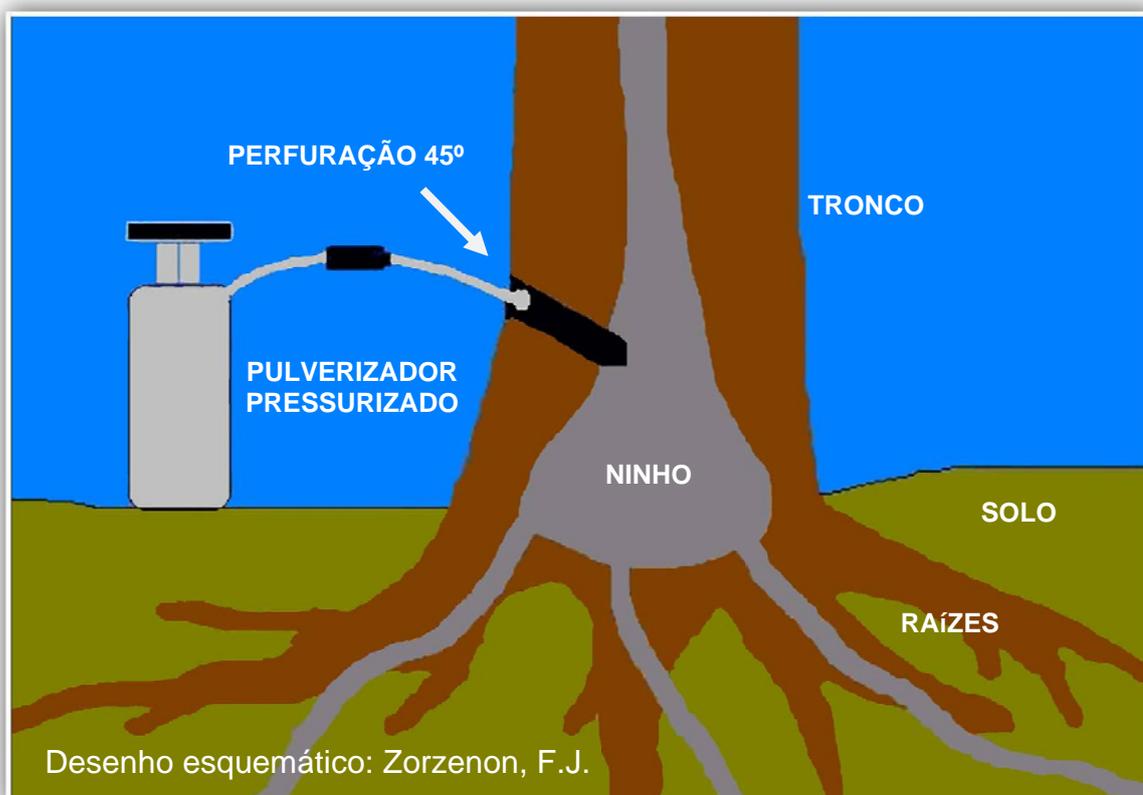


Figura 28 - Esquema simplificado de prospecção e infiltração de calda inseticida para controle de cupins subterrâneos em árvore urbana hipotética.



Figura 29 - Infiltração em tronco de calda inseticida para cupins subterrâneos



Figura 30 - Pulverização em tronco para controle de formigas carpinteiras



Figura 31 – Infiltração em ninho de formigas carpinteira em árvore



Figura 32 - *Rugitermes* sp. em região morta de tronco de Jacarandá mimoso



Figura 33 - *Incisitermes* sp. em área morta de tronco de Sibipiruna



Figura 34 - Calçamentos inadequados e estrangulamento de raízes



Figura 35 - Policromia em operárias de *Camponotus atriceps*.

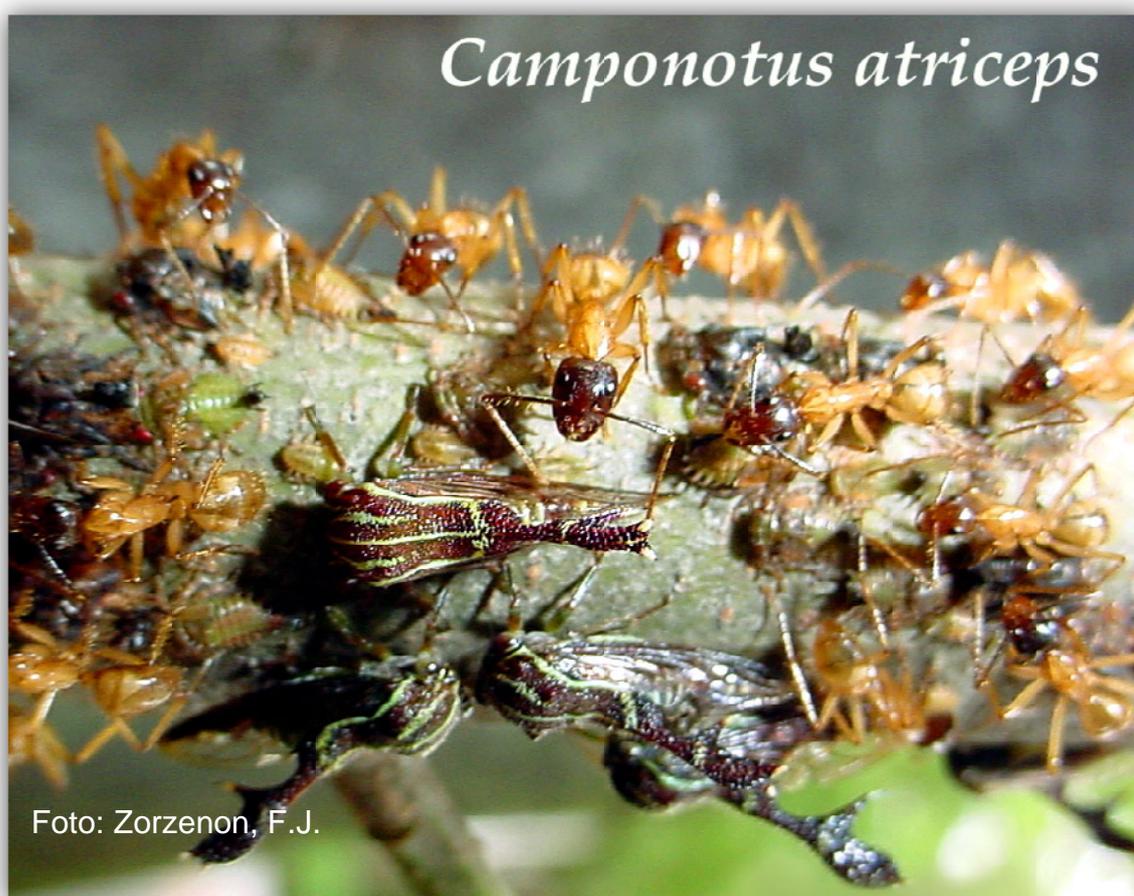


Figura 36 - *C. atriceps* coletando "honeydew" (excreções) de ninfas e adultos de cigarrinhas (Membracidae) em ramo de Sibipiruna.



**Figura 37 – Modelo para manejo de pragas em arborização urbana
(Desenho esquemático: Zorzenon, F.J.)**