

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZONIA – INPA
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO AMAZONAS – UFAM
Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais**

**BIODETERIORAÇÃO DA MADEIRA DE CARDEIRO (*Scleronema micranthum*
(DUCKE) DUCKE, BOMBACACEAE), COM ÊNFASE EM BESOUROS E CUPINS E
SUA INFLUÊNCIA NA DENSIDADE BÁSICA E NA RESISTÊNCIA À
COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS.**

RAIMUNDA LIÉGE SOUZA DE ABREU

Engenheira Florestal

Manaus – Amazonas

Setembro 2008

RAIMUNDA LIÉGE SOUZA DE ABREU

**BIODETERIORAÇÃO DA MADEIRA DE CARDEIRO (*Scleronema micranthum*
(DUCKE) DUCKE, BOMBACACEAE), COM ÊNFASE EM BESOUROS E CUPINS E
E SUA INFLUÊNCIA NA DENSIDADE BÁSICA E NA RESISTÊNCIA À
COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS.**

ORIENTADORA: BEATRIZ RONCHI TELES

Tese apresentada à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas, área de concentração Entomologia.

Manaus – Amazonas

Setembro 2008

A162 Abreu, Raimunda Liége Souza de
Biodeterioração da madeira de cardeiro (*Scleronema micranthum*
(Ducke) Ducke, bombacaceae), com ênfase em besouros e cupins e
sua influência na densidade básica e na resistência à compressão
paralela às fibras / Raimunda Liége Souza de Abreu. --- Manaus :
[s.n.], 2008.
92 f. ; il.

Tese (doutorado)-- INPA/UFAM, Manaus, 2008
Orientador: Beatriz Ronchi-Teles
Área de concentração : Entomologia

1.Insetos – Madeira – Amazônia. 2. Biodeterioração. 3.Insetos -
Madeira – Densidade. 4. Besouro. 5. Cupim. I. Título.

CDD 19. ed. 595.705

Sinopse:

Amostras da espécie florestal *Scleronema micranthum* ficaram expostas durante 24 meses à biodeterioração em solo de floresta primária, onde foram estudados os insetos das ordens Isoptera e Coleoptera, bem como, a influência do tempo de exposição das amostras na densidade básica e na resistência à compressão paralela às fibras da madeira, propriedades importantes na caracterização de madeiras.

Palavras-Chave:

Madeira da Amazônia, cupim, besouro, levantamento, densidade, compressão paralela às fibras.

AGRADECIMENTOS

Ao Nosso Senhor Jesus Cristo, fonte inesgotável de amor e companheirismo fiel em todos os momentos de minha vida.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, à Universidade Federal do Amazonas e aos meus professores pelos ensinamentos recebidos no decorrer do curso e oportunidade de realizar este trabalho.

À Dra. Beatriz Ronchi Teles pela orientação e oportunidade de realizar parte deste trabalho no âmbito do PPI por ela coordenado, permitindo-me, também, desfrutar de suas valiosas sugestões e de sua amizade e compreensão.

À amiga Dra. Claudete Catanhede do Nascimento que, pela sua valiosa colaboração, tornando possível a realização de diversas excursões, a compra de material, a análise da densidade e da resistência dos corpos de prova e despacho de amostras para análise fora domicílio e, também pela concessão de diárias para identificação de insetos, por meio dos projetos por ela coordenados.

Aos amigos Ceci Sales-Campos, por suas sugestões no decorrer das análises dos dados de coleta, Rogério Hanada, pela leitura do manuscrito e valiosas sugestões e Basílio Vianez, pela ajuda na tradução do resumo.

Ao meu marido Ezequiel pela compreensão e apoio recebidos durante essa empreitada.

Aos meus estimados filhos Paulo Henrique e Daniele por seu apoio e colaboração em diversos momentos.

À colega de Departamento Dra. Maria de Jesus Coutinho Varejão pela minuciosa leitura do manuscrito e preciosas sugestões.

Ao Prof. Dr. Miguel Angel Monné Barrios do Departamento de Entomologia do Museu Nacional da UFRJ, pela identificação dos besouros da família Cerambycidae.

Ao Prof. Dr. Reginaldo Constantino do Departamento de Zoologia da Universidade de Brasília, pela identificação dos cupins em nível específico.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Hector Flechtmann da UNESP- Ilha Solteira, pela confirmação da identificação dos Scolytinae e Platypodinae.

Ao Prof. Dr. Jorge Luiz Monteiro de Matos da Universidade Federal do Paraná, pela realização dos testes de resistência à compressão paralela às fibras.

À Dra. Marinéia de Lara Haddad do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ/USP, pela elaboração dos testes estatísticos com os dados dos cupins e besouros.

À Dra. Meire Cristina Nogueira, bolsista DTR/FAPEAM/INPA, pela ajuda na

elucidação das análises estatísticas.

À Dra. Suely de Souza Costa, estatística do INPA pelas análises estatísticas dos dados da densidade e da resistência à compressão paralela às fibras e ao Dr. Homero Ferracini Gumerato, estatístico da UNICAMP pelas análises estatísticas dos dados da densidade.

Aos colegas Frank Antonio de Oliveira Campos e Jânio da Costa Santos, pela prestimosa colaboração na montagem do experimento em campo e coleta das madeiras.

Aos meus colegas de curso, pelo companheirismo.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	viii
Listas de Tabelas	x
Lista de Quadros	xii
Resumo	xiv
Abstract	xvi
1. Introdução Geral	1
Capítulo 1 - Avaliação de besouros em amostras da madeira de cardeiro (<i>Scleronema micranthum</i>) expostas durante 24 meses em ambiente florestal.	3
1.1. Introdução	3
1.2. Objetivos	7
1.2.1. Objetivo Geral	7
1.2.2. Objetivos Específicos	7
1.3. Material e Métodos	7
1.3.1. Área Experimental	7
1.3.2. Características da espécie florestal <i>Scleronema micranthum</i> (Bombacaceae)	8
1.3.3. Obtenção das Amostras e Disposição do Experimento	8
1.3.4. Coleta e Identificação dos Insetos	10
1.3.5. Análise dos Dados de Coleta dos Insetos	10
1.3.5.1. Frequência e Constância	11
1.3.5.2. Análise Estatística	11
1.4. Resultados e discussão	11
Capítulo 2 – Estudo da relação de térmitas na madeira de cardeiro (<i>Scleronema micranthum</i>) quando exposta durante 24 meses em ambiente florestal.	33
2.1. Introdução	33
2.2. Objetivos	36
2.2.1. Objetivo Geral	36
2.2.2. Objetivos Específicos	36
2.3. Material e Métodos	36
2.3.1. Montagem do Experimento, Coleta e Identificação dos Cupins	36

2.3.2. Análise dos Dados de Coleta dos Insetos	37
2.4. Resultados e discussão	37
Capítulo 3 – Relação da deterioração da madeira de cardeiro (<i>Scleronema micranthum</i>) com a densidade e com a resistência à compressão paralela às fibras	55
3.1. Introdução	55
3.2. Objetivos	57
3.2.1. Objetivo Geral	57
3.2.2. Objetivos Específicos	57
3.3. Material e Métodos	57
3.3.1. Determinação da Densidade e da Compressão Paralela às Fibras.	57
3.3.2. Análise Estatística	59
3.4. Resultados e discussão	59
4. Considerações Gerais	75
5. Conclusão Geral	76
6. Referencias Bibliográfica	77

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1 - Representação das amostras das árvores de <i>Scleronema micranthum</i> para montagem do experimento.....	9
Figura 2 - Disposição das amostras de <i>S. micranthum</i> no solo de floresta da Estação Experimental ZF-2 na BR 174.....	9
Figura 3 – Representação das amostras da madeira de <i>S. micranthum</i> após exposição em campo para coleta de insetos.....	10
Figura 4 - Frequência de insetos das subfamílias Scolytinae e Platypodinae (Curculionidae) coletados em cinco árvores de <i>S. micranthum</i> , na BR 174, no período de Junho de 2002 a abril de 2003.....	12
Figura 5 - (A) Galerias, (B) orifícios oriundos do ataque de besouros da ambrosia e (C) manchas ocasionadas por fungo ambrosia na superfície do alburno do cardeiro de <i>S. micranthum</i>	21
Figura 6 - (A) Galeria ocasionada pelo ataque das larvas na parte interna da casca e (B) Orifício de saída do adulto de Cerambycidae na casca externa das amostras de <i>S. micranthum</i>	22

CAPÍTULO II

Figura 1 - Frequência das famílias Rhinotermitidae e Termitidae coletadas em amostras do fuste de cinco árvores de <i>Scleronema micranthum</i> , na BR 174, no período de junho de 2002 a abril de 2003.....	38
Figura 2 - Frequência das principais espécies das famílias Rhinotermitidae e Termitidae coletadas em amostras do fuste de cinco árvores de <i>S. micranthum</i> , na BR 174, no período de junho de 2002 a abril de 2003.....	38
Figura 3 - Frequência das espécies das famílias Rhinotermitidae e Termitidae coletadas em amostras da posição base das árvores de <i>S. micranthum</i> , na BR 174, no período de junho de 2002 a abril de 2003.....	42
Figura 4 - Frequência das espécies das famílias Rhinotermitidae e Termitidae coletadas em amostras da posição meio das árvores de <i>S. micranthum</i> , na BR 174, no período de junho de 2002 a abril de 2003.....	42

Figura 5 - Frequência das espécies das famílias Rhinotermitidae e Termitidae coletadas em amostras da posição ápice das árvores de <i>S. micranthum</i> , na BR 174, no período de junho de 2002 a abril de 2003.....	43
Figura 6 - Discos de <i>S. micranthum</i> com presença de cupins. A – Área da casca envolta em detritos junto com solo; B Galerias de cupins no albarno e cerne da madeira; C – Danos feitos na casca interna, albarno, cerne e medula do disco.....	45

CAPÍTULO III

Figura 1 - Representação das amostras de <i>S. micranthum</i> para análise (A e B) da densidade e (C e D) da resistência à compressão a paralela às fibras.....	58
Figura 2 - Distribuição das classes de densidade considerando todas as amostras analisadas de <i>S. micranthum</i>	60
Figura 3 - Distribuição das classes de densidade na posição base das árvores de <i>S. micranthum</i>	60
Figura 4 - Distribuição das classes de densidade na posição meio das árvores de <i>S. micranthum</i>	61
Figura 5 - Distribuição das classes de densidade na posição ápice das árvores de <i>S. micranthum</i>	61
Figura 6 - Distribuição das classes de resistência à compressão paralela às fibras considerando todas as amostras das árvores de <i>S. micranthum</i>	62
Figura 7 - Distribuição das classes de resistência à compressão paralela às fibras considerando as amostras da posição base das árvores de <i>S. micranthum</i>	62
Figura 8 - Distribuição das classes de resistência à compressão paralela às fibras considerando as amostras da posição meio das árvores de <i>S. micranthum</i>	63
Figura 9 - Distribuição das classes de resistência à compressão paralela às fibras considerando as amostras da posição ápice das árvores de <i>S. micranthum</i>	63
Figura 10 - Comportamento da densidade de todas as amostras de <i>S. micranthum</i> , da madeira sã e ao longo de vinte quatro meses de exposição no campo.....	67
Figura 11 - Comportamento da densidade das amostras de <i>S. micranthum</i> , na posição base da madeira sã e ao longo de vinte quatro meses de exposição no campo.....	67
Figura 12 - Comportamento da densidade das amostras de <i>S. micranthum</i> , na posição meio da madeira sã e ao longo de vinte quatro meses de exposição no campo.....	68
Figura 13 - Comportamento da densidade das amostras de <i>S. micranthum</i> , na posição ápice da madeira sã e ao longo de vinte quatro meses de exposição no campo.....	68

Figura 14 - Comportamento da compressão paralela às fibras de todas as amostras de <i>S. micranthum</i> , da madeira sã e ao longo de vinte quatro meses de exposição no campo.....	69
Figura 15 - Comportamento da compressão paralela às fibras das amostras de <i>S. micranthum</i> , na posição base da madeira sã e ao longo de vinte quatro meses de exposição no campo.....	69
Figura 16 - Comportamento da compressão paralela às fibras das amostras de <i>S. micranthum</i> , na posição meio da madeira sã e ao longo de vinte quatro meses de exposição no campo.....	70
Figura 17 - Comportamento da compressão paralela às fibras das amostras de <i>S. micranthum</i> , na posição ápice da madeira sã e ao longo de vinte quatro meses de exposição no campo.....	70

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 - Espécimes das famílias de besouros coletados em amostras do fuste de cinco árvores de <i>S. micranthum</i> , na BR 174, no período de Junho de 2002 a abril de 2003.....	12
Tabela 2 - Total de besouros das famílias Curculionidae e Cerambycidae coletados em amostras do fuste de cinco árvores de <i>S. micranthum</i> , na BR 174, no período de Junho de 2002 a abril de 2003.....	13
Tabela 3 - Total e freqüência de besouros coletados bimensalmente nas posições do fuste de cinco árvores de <i>S. micranthum</i> , na BR 174, no período de Junho de 2002 a abril de 2003.....	15
Tabela 4 - Constância das espécies das famílias Curculionidae e Cerambycidae coletadas nas posições do fuste das árvores de <i>S. micranthum</i> , na BR 174, no período de junho de 2002 a abril de 2003.....	22
Tabela 5 - Período de ocorrência das espécies das famílias Curculionidae e Cerambycidae nas amostras da posição base das árvores de <i>S. micranthum</i> , no período de junho de 2002 à abril de 2003.....	23
Tabela 6 - Período de ocorrência das espécies das famílias Curculionidae e Cerambycidae nas amostras da posição meio das árvores de <i>S. micranthum</i> , no período de junho de 2002 à abril de 2003.....	24

Tabela 7 - Período de ocorrência das espécies das famílias Curculionidae e Cerambycidae nas amostras da posição ápice das árvores de <i>S. micranthum</i> , no período de junho de 2002 à abril de 2003.....	25
---	----

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Total de térmitas das famílias Rhinotermitidae e Termitidae coletados em amostras do fuste de cinco árvores de <i>Scleronema micranthum</i> , na BR 174, no período de Junho de 2002 a abril de 2003.....	39
Tabela 2 - Total de cupins coletados nas posições do fuste de cinco árvores de <i>S. micranthum</i> , na BR 174, no período de Junho de 2002 a abril de 2003.....	41
Tabela 3 - Constância das espécies das famílias Rhinotermitidae e Termitidae coletadas nas posições do fuste das árvores de <i>S. micranthum</i> , na BR 174, no período de junho de 2002 a abril de 2003.....	46
Tabela 4 - Período de ocorrência das espécies das famílias Rhinotermitidae e Termitidae nas amostras da posição base das árvores de <i>S. micranthum</i> , na BR 174, no período de junho de 2002 à abril de 2003.....	47
Tabela 5 - Período de ocorrência das espécies das famílias Rhinotermitidae e Termitidae nas amostras da posição meio das árvores de <i>S. micranthum</i> , na BR 174, no período de junho de 2002 à abril de 2003.....	48
Tabela 6 - Período de ocorrência das espécies das famílias Rhinotermitidae e Termitidae nas amostras da posição ápice das árvores de <i>S. micranthum</i> , na BR 174, no período de junho de 2002 à abril de 2003.....	48

CAPÍTULO III

Tabela 1 - Valores médios da densidade básica (\pm desvio padrão) e redução percentual dos corpos de prova da madeira de <i>S. micranthum</i> nas três posições em relação aos três períodos de tempo.....	64
Tabela 2 - Valores médios da resistência à compressão paralela às fibras (\pm desvio padrão) e redução percentual dos corpos de prova da madeira de <i>S. micranthum</i> nas três posições em relação aos três períodos de tempo.....	64

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO I

Quadro 1 - Análise de Variância para todas as espécies de besouros considerando a somatória dos dados de coleta nas posições base, meio e ápice de todas as árvores de <i>S. micranthum</i>	18
Quadro 2 - Análise de Variância para <i>Xyleborus affinis</i> considerando a somatória dos dados de coleta nas posições base, meio e ápice de todas as árvores de <i>S. micranthum</i>	18
Quadro 3 - Análise de Variância para <i>Xyleborus ferrugineus</i> considerando a somatória dos dados de coleta nas posições base, meio e ápice de todas as árvores de <i>S. micranthum</i>	18
Quadro 4 - Análise de Variância para <i>Xyleborus</i> sp.1 considerando a somatória dos dados de coleta nas posições base, meio e ápice de todas as árvores de <i>S. micranthum</i> .	19
Quadro 5 - Análise de Variância para <i>Xyleborus</i> sp.2 considerando a somatória dos dados de coleta nas posições base, meio e ápice de todas as árvores de <i>S. micranthum</i>	19

CAPÍTULO II

Quadro 1 – Análise de Variância para todas as espécies de cupins considerando a somatória dos dados das posições base, meio e ápice de todas as árvores de <i>S. micranthum</i>	43
Quadro 2 - Análise de Variância para <i>Heterotermes tenuis</i> considerando a somatória dos dados das posições base, meio e ápice de todas as árvores de <i>S. micranthum</i>	44
Quadro 3 - Análise de Variância para <i>Nasutitermes similis</i> considerando a somatória dos dados das posições base, meio e ápice de todas as árvores de <i>S. micranthum</i>	44
Quadro 4 - Análise de Variância para <i>Cylindrotermes parvgnathus</i> considerando a somatória dos dados das posições base, meio e ápice de todas as árvores de <i>S. micranthum</i>	44

CAPÍTULO III

Quadro 1 - Análise de Variância considerando os dados da densidade nas posições base, meio e ápice e nos períodos de tempo (0, 12 e 24 meses).....	65
Quadro 2 - Análise de Variância considerando os dados da resistência à compressão paralela às fibras nas posições base, meio e ápice e nos períodos de tempo (0, 12 e 24 meses).....	65
Quadro 3 - Análise de Variância da Regressão considerando os dados da densidade das amostras de <i>S. micranthum</i>	65
Quadro 4 - Análise de Variância da Regressão considerando os dados da resistência à compressão paralela às fibras das amostras de <i>S. micranthum</i>	66

RESUMO

Neste trabalho são apresentados os dados referentes à incidência de besouros e cupins (Insecta: Coleoptera e Isoptera, respectivamente) coletados em cinco árvores de *Scleronema micranthum* (Ducke) Ducke (cardeiro), família Bombacaceae, espécie florestal proveniente do Amazonas, na Estação Experimental ZF-2, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Os fustes das árvores foram divididos em base, meio e ápice e de cada uma destas partes foram cortadas 12 amostras (discos) de 30 cm de comprimento, totalizando 180. As amostras foram plotadas no piso da área de exploração para serem submetidas à biodeterioração, por um período de 24 meses. A cada dois meses, 15 discos foram removidos da floresta e trazidos para o Laboratório de Entomologia da Madeira do INPA, de onde foram efetuadas a coleta e a triagem dos besouros e cupins e a retirada das amostras para realização dos testes de densidade e compressão paralela às fibras. As análises dos dados dos besouros indicaram a presença de 4.929 espécimes que foram encontrados em todas as árvores, com alta ocorrência dos indivíduos nas árvores três e dois. Do total de besouros, a família Curculionidae representou 81,3%, (4.007 ind.) seguido por Cerambycidae com 10,3% (505 ind.), Passalidae com 3,8% (186 ind.), Carabidae com 3,4% (166 ind.) e Cucujidae com 1,3% (62 ind.). Do total das espécies coletadas da família Curculionidae, destacou-se a subfamília Scolytinae, com 3.633 indivíduos, representando 73,8%. Desta subfamília destacam-se pela frequência, *Xyleborus affinis* Eichhoff com 1.044 indivíduos (26,09%), *Xyleborus* sp.1 com 1.034 (25,84%), *Xyleborus ferrugineus* Fabricius com 595 (14,87%), *Xyleborus* sp.2 com 576 (14,39%), *Xyleborus* sp.9 com 94 (2,35%) e *Xyleborus* sp.6 com 87 (2,17%). Da subfamília Platypodinae foram registrados dois gêneros: *Tesserocerus* e *Platypus*. Foram registrados mais besouros na base e no meio das árvores, com 1.866 e 1.814 indivíduos, respectivamente. Em relação aos cupins, foram coletados 21.751 espécimes, distribuídos em duas famílias, 16 gêneros e 18 espécies. Destas, 15 pertencem à família Termitidae e três à Rhinotermitidae. As espécies em destaque foram: *Heterotermes tenuis* Hagen, representando 87,6% (12.822 ind.); *Nasutitermes similis* Emerson, 34,1% (2.429 ind.); *Cylindrotermes parvignathus* Emerson, 23,6% (1.681 ind.); *Rhinotermes marginalis* L., 10,9% (1.595 ind.); *Araujotermes parvillus* (Silvestri), 7,7% (550 ind.); *Anoplotermes* sp.1, 6,3% (448 ind.); *Spinitermes nigrostomus* Holmgren, 5,3% (377 ind.); *Subulitermes baeileyi* (Emerson), 3,9% (278 ind.); *Nasutitermes surinamensis* (Holmgren), 3,5% (251 ind.); *Cornitermes weberi* Emerson, 13,4% (246 ind.); *Neocapritermes angusticeps* (Emerson), 3,4% (231 ind.); e *Cyrelliotermes angulariceps* (Mathews), 2,9% (212 ind.). *Heterotermes tenuis* foi encontrado em todas as árvores, sendo predominante nas coletas e foi o primeiro inseto a infestar as amostras, seguido por *R. marginalis*, *C. weberi*, *N. angusticeps* e *Planicapritermes planiceps*

(Emerson). A posição do fuste das árvores mais infestada pelos cupins foi o meio com 10.192 espécimes, seguido do ápice, com 6.224 indivíduos, respectivamente. A análise de variância não detectou diferenças significativas entre as espécies encontradas nas posições estudadas no fuste, tanto para os besouros como para os cupins. O resultado da análise descritiva, da análise de variância e da análise de regressão da densidade e da resistência à compressão paralela às fibras, indica que o tempo de exposição das amostras no campo exerceu influência sobre estes parâmetros. Ao final de 24 meses foi observado que a redução percentual da densidade foi menor que a redução da resistência à compressão paralela às fibras. A diminuição da densidade dentro das posições do fuste variou de 21,9% a 29,9% e da resistência, de 40,37% a 62,04%. Na comparação entre as posições, tanto dos corpos de prova saudáveis como dos deteriorados, foi observada pouca variação nos valores destas variáveis.

Palavras-chave – Madeira da Amazônia, cupins, besouros, levantamento, densidade, compressão paralela às fibras.

ABSTRACT

In this work data are presented regarding the beetles and termites (Insecta: Coleoptera and Isoptera, respectively) collected from five trees of *Scleronema micranthum* (Ducke) Ducke (cardeiro), Bombacaceae, taken from Amazonian forest species, at the Experimental Station ZF-2, of the National Institute for Amazon Research. The trunks of the trees were divided in three segments: base, middle and apex, and from each section 12 samples (disks) were cut with 30 cm in length, totalling 180 samples. The samples were laid on the ground of the area where the trees were cut to be submitted to biodeterioration, for a period of 24 months. Every two months, 15 disks were removed from the forest and taken to the Laboratory of Wood Entomology of INPA for collection and selection of the beetles and termites as well as preparation of the samples for density and parallel compression to the fibers tests. The analyses of the data on beetles indicated the presence of 4,929 specimens which were found in all trees, with high occurrence in two of them. For the beetles, the family Curculionidae represented 81.3%, (4,007 individuals), followed by Cerambycidae with 10.3% (505 individuals), Passalidae with 3.8% (186 individuals), Carabidae with 3.4% (166 individuals) and Cucujidae with 1.3% (62 individuals). From all of the collected species of the Curculionidae family the Scolytinae subfamily had the most specimens, with 3,633 individuals, representing 73.8%. From this subfamily the species *Xyleborus affinis* Eichhoff stood out for its high occurrence, with 1,044 individuals (26.09%), *Xyleborus* sp.1 with 1,034 (25.84%), *Xyleborus ferrugineus* Fabricius with 595 (14.87%), *Xyleborus* sp.2 with 576 (14.39%), *Xyleborus* sp.9 with 94 (2.35%) and *Xyleborus* sp.6 with 87 (2.17%). For Platypodinae subfamily, two genera were registered: *Tesserocerus* and *Platypus*. Regarding the studied positions (segments) on the tree trunks, more beetles were found in the base and in the middle, with 1,866 and 1,814 individuals, respectively. In relation to the termites, 21,751 specimens were collected, distributed in two families, 16 genera and 18 species. From these, 15 belong to the Termitidae family and 3 to the Rhinotermitidae family. The most important species were: *Heterotermes tenuis* Hagen, representing 87.6% (12,822 individuals); *Nasutitermes similis* Emerson, 34.1% (2,429 individuals); *Cylindrotermes parvignathus* Emerson, 23.6% (1,681 individuals); *Rhinotermes marginalis* L., 10.9% (1,595 individuals); *Araujotermes parvillus* (Silvestri), 7.7% (550 individuals); *Anoplotermes* sp.1, 6.3% (448 individuals); *Spinitermes nigrostomus* Holmgren, 5.3% (377 individuals); *Subulitermes baileyi* (Emerson), 3.9% (278 individuals); *Nasutitermes surinamensis* (Holmgren), 3.5% (251 individuals); *Cornitermes weberi* Emerson, 13.4% (246 individuals); *Neocapritermes angusticeps* (Emerson), 3.4% (231 individuals) and *Cyrilliotermes angulariceps* (Mathews), 2.9% (212 individuals). *Heterotermes tenuis* was found in all of the trees, being predominant

in all collections and it was the first insect to infest the samples, followed for *R. marginalis*, *C. weberi*, *N. angusticeps* and *Planicapritermes planiceps* (Emerson). The part of the trunk most infested by the termites was the middle, followed by the apex part with 10,192 and 6,224 individuals, respectively. The analysis of variance didn't detect significant differences among the species found in the studied parts of the trunk, so much for the beetles as for the termites. The result of the descriptive analysis, the analysis of variance and the regression analysis of the density and of the resistance to the parallel compression to the fibers, indicate that the time of exposure of the samples on the field influenced these parameters. After 24 months it was observed that the percentile reduction of the density was smaller than the one of the resistance to the parallel compression to the fibers. The reduction of the density within the same positions of the trunk varied from 21.9% to 29.9% and of the resistance varied from 40.37% to 62.04%. In the comparison between positions, as much of the sound samples as of those deteriorated, little variation was observed in the values of these variables.

Key-words - Amazonian wood, termites, beetles, survey, wood density, compression parallel to the fibers.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A relativa facilidade de trabalhabilidade e a disponibilidade em quase todo mundo têm feito da madeira um material essencial na sobrevivência do homem. Desde os tempos pré-históricos, ela tem sido usada na construção de casas, como combustível, armas e ferramentas de trabalho. Apesar do desenvolvimento tecnológico e da invenção de novos materiais, a madeira continua sendo usada para construção de navios, veículos, pontes e como combustível na fundição de minério e outros materiais (Panshin & Zeeuw, 1981).

Contraopondo-se a tudo isto, ela também é muito vulnerável ao ataque de organismos deterioradores, como insetos e fungos que atacam todo tipo de plantas, sejam arbustos, árvores vivas e/ou mortas, tocos, troncos, galhos, sementes, etc. (Déon, 1989; Wood, 1982). Em árvores recentemente derrubadas, o ataque desses organismos pode se iniciar vinte e quatro horas após o abate e ao longo de sua exposição, até a completa deterioração (Déon, 1989). Os danos variam da construção de galerias por insetos a manchas, bolores e podridão causados pelo ataque de fungos. Estes danos podem afetar a qualidade e a resistência da madeira, dependendo do tempo de infestação, da colonização e da intensidade de ataque.

Entre os insetos que causam danos à madeira úmida e a árvores recentemente derrubadas destacam-se espécies de besouros das famílias Cerambycidae e Curculionidae (Scolytinae e Platypodinae) (Déon, 1989; Wood, 1982), que se alimentam de tecidos xilêmáticos, mas também estão associadas a fungos (Bletchly, 1967; Hickin & Edwards, 1976), dos quais se alimentam e cultivam no hospedeiro (Déon, 1989). Dentre os cupins, destacam-se as famílias Termitidae e Rhinotermitidae, com hábitos variados que podem ser xilófagos, fitófagos e também podem se alimentar de húmus (Bandeira, 1989).

Sabe-se que os organismos acima mencionados causam danos em plantas e produtos vegetais, porém informações sobre esses danos relacionados com madeiras da região amazônica são muito escassas. Pesquisa realizada por Sales-Campos *et al.* (2000) em indústrias madeireiras na cidade de Manaus constatou perda de até 60% no volume de algumas toras, devido ao ataque de insetos, especialmente da ordem Coleoptera. Os levantamentos da ocorrência de espécies de insetos e fungos que habitam espécies arbóreas também têm sido realizados, porém com pouca frequência (Abreu & Dietrich, 1989; Abreu & Bandeira, 1992; Jesus *et al.*, 1998; Matias & Abreu, 1999; Abreu *et al.*, 2002). Embora já tenham sido efetuados vários trabalhos sobre a densidade e resistência à compressão paralela às fibras (Paula *et al.*, 1986; INPA/CPFF, 1993; IBAMA, 1993; Nascimento, 1993; Nascimento & Garcia, 1995; Nascimento *et al.*, 1997), não existem estudos que indiquem se estas propriedades são influenciadas pela deterioração biológica.

As propriedades físicas e mecânicas da madeira são importantes parâmetros para definir sua qualidade e seus usos finais (Scanavaca Junior, 2001). As propriedades físicas compreendem a densidade básica, umidade, contração tangencial, radial e volumétrica. As mecânicas constituem principalmente a flexão estática, compressão paralela às fibras, compressão perpendicular às fibras, cisalhamento e dureza Janka. A densidade básica é uma das propriedades físicas mais importantes, porque expressa a melhor qualidade da madeira e afeta todas as demais propriedades (Kollmann & Côté, 1968). A compressão paralela às fibras é a propriedade mecânica utilizada para determinar a resistência e a rigidez da madeira na direção das fibras. Ela também é muito utilizada, principalmente por ser uma das propriedades mais correlacionadas com a densidade básica (Araújo, 2002).

A espécie florestal *Scleronema micranthum* (Ducke) Ducke, vulgarmente conhecida como cardeiro, pertence à família Bombacaceae e é encontrada freqüentemente em florestas primárias de terra firme, no Amazonas, principalmente nos arredores de Manaus, Amazonas (Loureiro *et al.*, 1979). Como apresenta madeira de fácil trabalhabilidade, seu uso é indicado na indústria moveleira, marcenaria, carpintaria, dentre outros (INPA/CPPEF, 1991). Ainda que existam alguns estudos sobre resistência a cupins (Jesus *et al.*, 1998; Barbosa *et al.*, 2007), trabalhos sobre a fauna de insetos que habitam esta madeira são inexistentes.

Diante do exposto, este trabalho foi realizado com o propósito de executar um levantamento da fauna de dois grupos de insetos (besouros e cupins) de amostras retiradas do lenho de cinco árvores de *S. micranthum*, quando expostas durante vinte quatro meses em ambiente florestal e verificar a influência da deterioração biológica na densidade básica e na resistência à compressão paralela às fibras da madeira. Foi dividido em três capítulos: no primeiro e no segundo, respectivamente, foi feito o estudo das principais famílias de besouros e cupins e sua relação com a referida espécie florestal. No terceiro, foi avaliada a relação da deterioração com a densidade básica e com a resistência à compressão paralela às fibras.

CAPÍTULO I

AVALIAÇÃO DE BESOUROS EM AMOSTRAS DA MADEIRA DE CARDEIRO (*Scleronema micranthum*) EXPOSTAS DURANTE 24 MESES EM AMBIENTE FLORESTAL.

1.1. INTRODUÇÃO

Os besouros compreendem a Ordem Coleoptera, a mais diversificada entre os insetos, existindo aproximadamente 350.000 espécies em todo o mundo. Esse total equivale a 40% de todas as espécies da Classe Insecta e 30% de todos os animais. Acredita-se que todo esse sucesso se deva aos caracteres morfológicos particulares ao grupo como a presença de élitros, que são as asas anteriores, coriáceas que recobrem e protegem as asas membranosas posteriores. Mas a hipótese mais consistente está relacionada a abertura dos espiráculos abdominais em um espaço entre o élitro e o abdômen, e não diretamente ao exterior, permitindo assim a redução da perda de água corpórea e o maior desenvolvimento dos órgãos internos. O tamanho corporal varia de $\leq 1,0$ mm até 20 cm (Lawrence & Britton, 1991; Triplehorn & Johnson, 2005).

Ao longo de sua evolução, os besouros têm ocupado a maior parte dos ambientes da terra, à exceção dos mares abertos, e apresentam os mais variados hábitos alimentares: fitófagos, predadores, necrófagos e micetófagos, sendo poucos parasitas. Grande parte dos besouros alimenta-se de produtos animais ou vegetais armazenados, incluindo vários tipos de alimentos, roupas e outros materiais orgânicos. Possuem também um importante papel ecológico no controle de pragas, quando atuam como predadores e na reciclagem de matéria orgânica. Quanto aos fitófagos, algumas espécies alimentam-se de folhas; algumas são brocas de frutos ou de troncos, alimentando-se dos tecidos da madeira; algumas fazem minas em folhas, outras atacam as raízes e outras ainda alimentam-se de partes de flores; qualquer parte de uma planta pode servir de alimento para algum tipo de besouro (Lawrence & Britton, 1991; Triplehorn & Johnson, 2005).

Os besouros que causam danos à madeira são divididos em dois grupos principais: os xilófagos, que se alimentam dos tecidos do xilema e os xilomicetófagos que apesar de se alimentarem de fungos, constroem galerias na madeira para o cultivo desses organismos (Atkinson & Equihua-Matinez, 1986).

Dentre as várias famílias de Coleoptera que cultivam esses hábitos destacam-se: Curculionidae (subfamílias Scolytinae e Platypodinae) e Cerambycidae. Os insetos do primeiro grupo atacam árvores vivas ou recém abatidas e os do segundo possuem representantes que vivem em madeira úmida e seca; atacam árvores vivas também, mas preferem árvores injuriadas e/ou moribundas (Oliveira *et al.*, 1986).

Os insetos das subfamílias Scolytinae e Platypodinae (Curculionidae), também são conhecidos como besouros de casca e besouro da ambrosia. Os besouros de casca encontrados principalmente em regiões temperadas são responsáveis por danos em florestas de coníferas, causando prejuízos de milhões de dólares (Paine *et al.*, 1997). Os besouros da ambrósia predominantes em regiões tropicais (Chandra, 1981; Atkinson & Equihua-Martinez, 1986; Flechtmann *et al.*, 1995), pertencem ao grupo dos xilomicetófagos porque se alimentam de fungos que transportam e cultivam no hospedeiro (Batra, 1967). São polípagos e apresentam pouca especificidade em relação ao hospedeiro (Beaver, 1979; Hulcr *et al.*, 2007). As espécies deste grupo selecionam para seu ataque, principalmente, hospedeiros estressados, decadentes, árvores recém-abatidas, madeiras úmidas, além de restos de exploração madeireira, e por esta razão, são considerados insetos secundários, uma vez que não causam a morte da planta (Beaver, 1988; Atkinson & Equihua-Martinez, 1986), porém os danos com a construção das galerias e as manchas causadas pelos fungos que lhes servem de alimento, depreciam o valor da madeira e afetam as exportações (Gray & Borden, 1985; Orbay *et al.*, 1994). Na procura por um novo hospedeiro, estes insetos são atraídos por álcoois emanados de árvores decadentes, mortas e recém derrubadas, e ainda com altos teores de umidade resultante da fermentação anaeróbia de carboidratos durante o processo de decomposição (Gagne & Kearby, 1978; Moeck, 1981; McLean, 1985).

O ataque dos escolitíneos e platipodíneos geralmente inicia-se nas vinte e quatro horas após o abate da árvore e cada essência florestal possui maior ou menor resistência, mas nenhuma é totalmente livre da infestação desses insetos. Atacam preferencialmente o alborno que é mais rico em nutrientes, porém há espécies de madeira cujo ataque também ocorre no cerne (Gray & Borden, 1985; Déon, 1989). A resistência apresentada por cada essência, provavelmente, está relacionada a substâncias que servem como atrativos e à dureza da madeira que influi sem dúvida, sobre a velocidade de penetração e sobre a gravidade global do ataque (Gray & Borden, 1985; McLean, 1985).

Os Cerambycidae também iniciam o ataque logo após o abate das árvores e estão associados a fungos de madeira. A maioria desses insetos é broca de caules no estágio larval; algumas espécies atacam árvores vivas, porém preferem troncos e galhos de árvores recentemente caídas, decadentes e mortas. Suas larvas vivem e constroem galerias na casca,

penetram no alburno em direção à grã, profundamente até fazer a câmara pupal. As galerias na madeira tomam formas e diferentes contornos (Hickin & Edwards, 1976).

Os indivíduos desta família habitam principalmente bosques e florestas e desempenham o papel ecológico de degradação da madeira. O processo de sucessão varia entre as espécies, pois depende da história de vida e de seus hábitos, dos hospedeiros e da região, embora de um modo geral, este grupo seja considerado como fundamental no início do processo de degradação. Sob certas condições, alguns cerambycídeos podem causar sérios danos a espécies florestais de valor econômico. Esta situação geralmente é observada em florestas de coníferas cujas árvores danificadas podem ser seriamente infestadas e sua madeira sofrer uma deterioração muito forte, com redução de seu valor comercial. Por outro lado, existem espécies que provocam danos posteriores ao uso final da madeira (Chemsak *et al.*, 1992).

Em diversas regiões do planeta, têm sido reportados danos à madeira, causados por algumas espécies de besouros dessas famílias, principalmente em países onde muitas delas têm causado prejuízos relevantes (Dourojeani, 1965; McLean & Borden, 1977; Gray & Borden, 1985; Atkinson & Equihua-Matinez, 1986; Shore, 1991; Berkov, 1999).

No Brasil, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, já foram registrados os gêneros *Xyleborus*, *Premnobius* (Scolytinae) e *Platypus* (Platypodinae) e morfo-espécies da família Cerambycidae infestando toras de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. (Macedo, 1976; Zani Filho *et al.*, 1984; Marques, 1989; Souza *et al.*, 1997).

Costa *et al.* (1988) estudando a colonização do tronco de *Mimosa scabrella* Benth., por agentes bióticos utilizando diferentes tratamentos, entre eles, troncos com e sem casca, coletaram uma espécie da subfamília Scolytinae e sete da família Cerambycidae. Souza *et al.*, (1997) também registraram a presença de várias espécies de *Xyleborus* e de representantes da família Cerambycidae em toretes de *M. scabrella* e de *Acacia mearnsii* De Wild.; *Platypus paralelus* (Fabricius) foi encontrado somente nesta última.

Em coletas manuais realizadas em alguns municípios de São Paulo e Espírito Santo, Moraes & Berti Filho (1974) registraram em toras de diversas essências florestais, várias espécies de Cerambycidae e Curculionidae (Scolytinae e Platypodinae), principalmente os gêneros *Xyleborus* e *Euplatypus* (= *Platypus*), atacando galhos e troncos. Utilizando o mesmo método, somente no Estado de São Paulo, Berti Filho (1979), também registrou o ataque do gênero *Xyleborus* (Scolytinae) em toras de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemao ex. Benth.

Lunz (2001) avaliando a degradação da madeira de seis espécies arbóreas no Rio de Janeiro encontrou 22 espécies da família Scolytidae, cinco gêneros da família Cerambycidae e um de Platypodinae. Lunz & Carvalho (2002), avaliando as mesmas essências encontraram 10

gêneros da família Scolytidae, sendo os mais frequentes: *Hypothenemus*, *Xyleborus* e *Ambrosiodmus*. Em estudo semelhante realizado por Trevisan *et al.* (2008), foram encontradas as espécies *Euplatypus parallelus* (Fabricius) e *Teloplatypus ratzeburgi* (Chapuis), da subfamília Platypodinae em *Inga marginata* Willd.

Em Minas Gerais, Zanuncio *et al.* (2005), coletaram em toretes de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e de *E. urophylla* S.T. Blake, as espécies *Premnobius cavipennis* Eichhoff, *P. ambitiosus* Schaufuss, *Dryocoetoides cristatus* Wood (Scolytinae) e *E. parallelus* (Platypodinae).

As espécies *Phoracantha semipunctata* Fabricius e *P. recurva* Newman (Cerambycidae), têm sido relatadas por vários autores como pragas de toras de *Eucalyptus* spp. (Pedrosa-Macedo *et al.*, 1993; Berti Filho *et al.*, 1995; Ribeiro *et al.*, 2001; Wilcken *et al.*, 2002;).

Um dos trabalhos mais abrangentes sobre coleta de insetos em amostras de madeira foi realizado em Mato Grosso por Beaver (1972; 1976) que submeteu, por aproximadamente três meses, amostras de 150 espécies arbóreas à biodeterioração. Ele registrou 110 espécies de Scolytinae e 30 de Platypodinae. Os resultados das coletas indicaram a predominância da tribo Xyleborini e do gênero *Xyleborus* com destaque para as espécies *Xyleborus affinis* Eichhoff e *Xyleborus ferrugineus* Fabricius. No Mato Grosso do Sul, Zanuncio *et al.*, (2002), coletaram *X. affinis*, *E. parallelus* e *Euplatypus* sp. em amostras de *Pinus* sp.

Em coletas realizadas em discos de 16 espécies nativas da Amazônia, expostas a biodeterioração em solo de floresta primária, Abreu & Dietrich (1989) coletaram 24 famílias de besouros, destacando-se Scolytidae, Platypodidae, Curculionidae e Cerambycidae. Abreu (1992) e Abreu & Bandeira (1992) utilizando o mesmo método coletaram, principalmente as espécies *X. affinis* e *P. parallelus*.

Em inspeção realizada em toras de 19 espécies florestais estocadas em indústrias madeireiras de Manaus, Abreu *et al.* (2002), registraram o ataque de *Xyleborus*, *Platypus* e morfo-espécies da família Cerambycidae e constataram perda de até 60% no volume de algumas toras, ocasionada por esses insetos.

Embora tenham sido feitos estudos de levantamentos e avaliação do ataque desses insetos em madeiras da Amazônia, as informações ainda são insuficientes, principalmente considerando a importância desses insetos. Por este motivo, a necessidade da realização deste trabalho, visando, desta forma, contribuir com o conhecimento da fauna de besouros que habitam a madeira de uma essência florestal amazônica e suas inter-relações.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GERAL

- Estudar a ocorrência de besouros (Coleoptera) em amostras retiradas do lenho de cinco árvores da espécie florestal *Scleronema micranthum* (Ducke) Ducke (Bombacaceae), expostas durante vinte quatro meses em ambiente florestal.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a presença de Coleoptera em discos retirados de diferentes alturas do fuste (base, meio e ápice);
- Analisar qualitativa e quantitativamente as espécies de besouros de maior ocorrência das famílias Curculionidae e Cerambycidae presentes nas amostras, retiradas do fuste na altura da base, do meio e do ápice;
- Determinar os índices faunísticos por meio da frequência e constância das espécies;
- Comparar as espécies de besouros das famílias Curculionidae e Cerambycidae coletados nas três alturas do fuste.

1.3. MATERIAL E MÉTODOS

1.3.1. ÁREA EXPERIMENTAL

Este trabalho foi realizado na Estação Experimental ZF-2, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, localizada no km 50 da BR 174 (Manaus-Boa Vista) (2° 35' 45"; S 60° 12' 40" W). Segundo RADAM (1978) e Bastos *et al.* (1986), a área em estudo apresenta o terreno suavemente ondulado; o clima é do tipo Am, de acordo com a classificação de Köppen; a temperatura média anual do mês mais frio é sempre acima de 18°C; a umidade relativa é muito alta e a média anual varia de 84% a 90%; a precipitação pluviométrica é maior nos meses de dezembro a maio e a média anual é de 2097mm. De acordo com Ferraz *et al.* (1998), o solo da região é muito variado. É classificado como Latossolo Amarelo nos platôs, Podzólico Vermelho-Amarelo nas encostas e Arenossolo hidromórfico nos baixios. O tipo de solo predominante é o Latossolo amarelo álico, argiloso (Higuchi *et al.*, 1998).

A vegetação da área é influenciada pela Bacia do Rio Negro, caracterizada por possuir florestas mais heterogêneas. A altura das árvores varia de 30 a 40 metros (Hueck, 1972).

1.3.2. CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE FLORESTAL *Scleronema micranthum* (BOMBACACEAE)

A espécie florestal *Scleronema micranthum* (Ducke) Ducke, vulgarmente conhecida como cardeiro, é utilizada na indústria madeireira na confecção de móveis, obras gerais de carpintaria, marcenaria, divisórias, construções leves, acabamentos, compensados, faqueados decorativos e outros (INPA/CPPF, 1991). É uma árvore de médio a grande porte, a altura varia entre 23 a 40 m e o diâmetro entre 25 a 70 cm. O cerne é castanho claro lustroso; alburno amarelo claro; grã regular, textura grosseira; cheiro e gosto indistintos; o parênquima apresenta-se em faixas ou linhas concêntricas; os poros são poucos, de tamanho médio a grande e alguns são obstruídos por tilos ou resina oleosa; os raios são de dois tipos: largos e finos (Loureiro *et al.*, 1979). Apresenta densidade moderadamente pesada (0,70 a 0,75 g/cm³) (INPA/CPPF, 1991; Freitas *et al.*, 1992) e por suas qualidades, pode ser considerada como eventual substituta de *Cedrela odorata* (cedro) (Loureiro *et al.*, 1979).

1.3.3. OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS E DISPOSIÇÃO DO EXPERIMENTO

Foram utilizadas cinco árvores de *S. micranthum*, aparentemente livres de ataque de insetos e fungos. O levantamento dos insetos do material lenhoso, a análise da sucessão e os cálculos da densidade e da resistência à compressão paralela às fibras foram efetuados em amostras retiradas dos fustes dessas árvores que foram divididos em base, meio e ápice (Figura 1).

De cada uma das árvores, foram cortadas 36 amostras (discos) do fuste, sendo doze da base, doze do meio e doze do ápice, medindo 30 cm de comprimento e identificadas com etiquetas, totalizando 180 amostras (Figura 1). Imediatamente após o abate de cada árvore, foram trazidas 15 amostras aleatórias da madeira sã, para serem efetuadas as análises da densidade básica e da compressão paralela às fibras. Em seguida, as demais amostras foram plotadas aleatoriamente, no próprio local do corte, para serem submetidas a biodeterioração durante vinte e quatro meses (Figura 2). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, havendo três níveis de fuste (base, meio e ápice) e com 12 coletas ao longo de vinte e quatro meses. Durante o período do experimento, a cada dois meses, 15 discos foram removidos da floresta para o laboratório de Entomologia e Engenharia da Madeira da CPPF, de onde foram efetuadas coletas de insetos e fungos, avaliação das características da infestação, da densidade básica e da resistência à compressão paralela às fibras. Para a remoção dos discos da floresta, foi feito um sorteio, de modo que fossem contempladas as partes da base, do meio e do ápice de cada árvore.

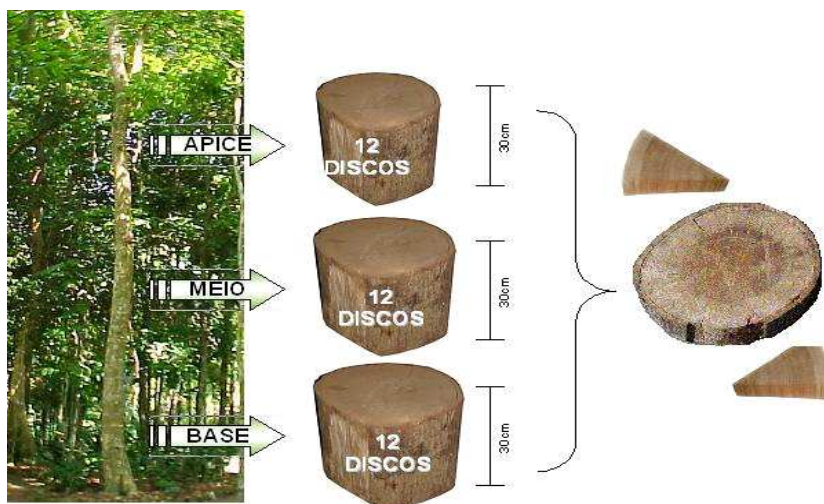


Figura 1 – Representação das amostras das árvores de *Scleronema micranthum* para montagem do experimento.



Figura 2 – Disposição das amostras de *S. micranthum* no solo de floresta da Estação Experimental ZF-2, na BR 174.

1.3.4. COLETA E IDENTIFICAÇÃO DOS INSETOS

No laboratório, cada disco foi seccionado em quatro sub-amostras e destas foram retiradas amostras para as análises e coleta dos insetos. Para esta última, as sub-amostras foram desdobradas em pedaços menores, de modo a permitir que fosse coletado o máximo possível de insetos presentes nas galerias (Figura 3). Os insetos coletados foram fixados em ácido pícrico para assegurar a manutenção de suas características originais, depois conservados em álcool 70% e/ou alfinetados, com etiqueta de procedência para posterior identificação. A identificação dos besouros foi feita por meio de comparação morfológica, com base nos exemplares da Coleção de Invertebrados do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Foram utilizadas, também, as seguintes chaves de identificação taxonômica: Britton (1979); Wood (1982; 1993) Wood *et al.* (1991a; 1991b; 1992); Pedrosa-Macedo & Schonherr (1985); Delobel & Tran (1993); Lawrence & Newton (1995); Anderson *et al.* (1996); Bright & Peck (1998); Triplehorn & Johnson (2005). Os besouros da família Cerambycidae foram identificados pelo Dr. Miguel Angel Monné, do Museu Nacional, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, enquanto os da subfamília Scolytinae e Platypodinae (Curculionidae) foram confirmados pelo Dr. Carlos Alberto Hector Flechtman, da UNESP de Ilha Solteira-SP. Aqueles não identificados foram separados por morfo-espécies e enviados a especialistas.



Figura 3 – Representação das amostras da madeira de *S. micranthum* após exposição em campo para coleta de insetos.

1.3.5. ANÁLISE DOS DADOS DE COLETA DOS INSETOS

Foi aplicado o cálculo da frequência e constância, seguido de testes estatísticos. No cálculo da frequência foram considerados separadamente: o total de indivíduos de cada uma das famílias; a somatória dos indivíduos da família Curculionidae por árvore; totais das subfamílias Scolytinae e Platypodinae, que foram predominantes nas coletas e; os totais de indivíduos das espécies em cada uma das partes do fuste (base, meio e ápice) por árvore. Para a constância foram consideradas as espécies e morfo-espécies das famílias Curculionidae e Cerambycidae. Para as análises estatísticas, como nas coletas bimensais houve muitos zeros,

ou seja, a presença das espécies nos discos foi pontual, foram considerando os totais das coletas bimensais de cada espécie presente ao longo do fuste.

1.3.5.1. Frequência e Constância

A frequência foi calculada de acordo com Silveira Neto *et al.* (1976) e a constância foi obtida através da porcentagem de ocorrência das famílias nas coletas bimensais. As espécies foram classificadas de acordo com Bodenheimer (1955) em:

- a) Espécies constantes (W): presente em mais de 50% das coletas;
- b) Espécies acessórias (Y): presentes em 25 a 50% das coletas;
- c) Espécies acidentais (Z): presentes em menos de 25% das coletas.

1.3.5.2. Análise Estatística

A análise estatística foi utilizada para verificar se houve diferenças significativas entre as espécies das famílias Curculionidae e Cerambycidae coletadas nas posições base, meio e ápice (tratamento) dos fustes das árvores (repetição). Para isto foi feita a ANOVA, mediante o Programa Estatístico SAS 9.1 com os totais de coleta das espécies ao longo do fuste entre as cinco árvores. Foi aplicado o teste de normalidade e como os dados não apresentavam uma distribuição normal, foi necessário transformá-los através do logaritmo neperiano, transformação que melhor ajustou os dados de modo que as exigências da análise da variância fossem respeitadas. Para a comparação das médias entre os tratamentos foi utilizado o teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Este mesmo procedimento foi feito para as quatro espécies mais representativas na coleta.

1.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 4.929 coleópteros, entre imaturos e adultos, foi coletado nas amostras retiradas das cinco árvores de cardeiro, distribuídos entre 7 famílias, 5 gêneros e 25 espécies. A família Curculionidae foi predominante ao longo das coletas, totalizando 4.007 indivíduos, representando 81,3% dos besouros coletados, seguido de Cerambycidae, com 505 ind. (10,3%) (Tabela 1).

Na Tabela 2 está registrado o total de insetos referentes às famílias Curculionidae e Cerambycidae, coletados nas amostras. Observa-se que, das duas subfamílias de Curculionidae, a predominância foi para Scolytinae, totalizando 3.633 indivíduos, representando 73,8% (Figura 4). Todas as espécies desta subfamília pertencem ao gênero

Xyleborus, tribo Xyleborini, com 16 espécies e morfo-espécies. As espécies que se destacaram foram: *Xyleborus affinis*, com 1.044 indivíduos (26,09%), *Xyleborus* sp.1, com 1.034 (25,84%), *X. ferrugineus* Fabricius, com 595 (14,87%), *Xyleborus* sp.2, com 576 (14,39%), *Xyleborus* sp.9, com 94 (2,35%) e *Xyleborus* sp.6 com 87 (2,17%). Da subfamília Platypodinae, foram registrados dois gêneros e seis morfo-espécies, com destaque para *Tesserocerus* sp.2, com 46 indivíduos (48,42%). Os imaturos, com 261 indivíduos representam 93,55% dos demais Curculionidae coletados. Dos 505 exemplares da família Cerambycidae, 485 (96,04%) são imaturos e somente 20 são adultos.

Tabela 1 – Espécimes e freqüência das famílias de besouros coletados em amostras do fuste de cinco árvores de *S. micranthum*, na BR 174, no período de junho de 2002 à abril de 2003.

Famílias	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3	Árvore 4	Árvore 5	Total	Freq (%)
Curculionidae	438	1127	1532	346	564	4007	81,3
Cerambycidae	136	127	98	99	45	505	10,3
Passalidae	94	26	21	17	28	186	3,8
Carabidae	57	26	33	16	34	166	3,4
Cucujidae	20	6	4	30	2	62	1,3
Scarabaeidae	2	0	0	0	0	2	0,04
Staphylinidae	1	0	0	0	0	1	0,02
Total	748	1312	1688	508	673	4929	

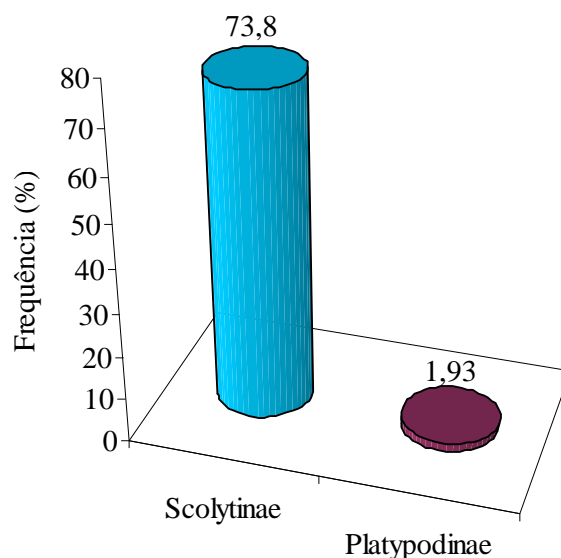


Figura 4 - Frequência de insetos das subfamílias Scolytinae e Platypodinae (Curculionidae) coletados em cinco árvores de *S. micranthum*, na BR 174, no período de junho de 2002 à abril de 2003.

Tabela 2. – Total de besouros das famílias Curculionidae e Cerambycidae coletados em amostras do fuste de cinco árvores de *S. micranthum*, na BR 174, no período de junho de 2002 à abril de 2003.

Curculionidae							
Subfamília Scolytinae	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3	Árvore 4	Árvore 5	Total	Freq.(%)
<i>Xyleborus affinis</i>	69	594	158	32	191	1044	28,74
<i>Xyleborus</i> sp.1	50	101	561	112	210	1034	28,46
<i>Xyleborus ferrugineus</i>	132	130	243	61	29	595	16,38
<i>Xyleborus</i> sp.2	63	72	377	30	34	576	15,85
<i>Xyleborus</i> sp.9	3	12	51	22	6	94	2,587
<i>Xyleborus</i> sp.6	14	59	7	5	2	87	2,395
<i>Xyleborus</i> sp.5	1	3	35	0	11	50	1,376
<i>Xyleborus</i> sp.3	11	5	7	12	2	37	1,018
<i>Xyleborus volvulus</i>	3	13	9	0	1	26	0,716
<i>Xyleborus spathipennis</i>	1	17	3	2	1	24	0,661
<i>Xyleborus</i> sp.4	1	1	1	10	4	17	0,468
<i>Xyleborus ebenus</i>	5	1	4	2	1	13	0,358
<i>Xyleborus</i> sp.10	4	6	2	0	1	13	0,358
<i>Xyleborus posticus</i>	3	1	1	3	1	9	0,248
<i>Xyleborus</i> sp.7	0	0	0	7	0	7	0,193
<i>Xyleborus</i> sp.8	1	3	1	1	1	7	0,193
Sub-total	361	1018	1460	299	495	3633	
Subfamília Platypodinae							
<i>Tesseroceus</i> sp.2	2	12	15	9	8	46	48,42
<i>Platypus</i> sp.2	1	16	2	1	0	20	21,05
<i>Tesserosorus</i> sp.1	1	1	8	1	1	12	12,63
<i>Euplatypus</i> sp.1	1	3	2	2	0	8	8,421
<i>Euplatypus</i> sp.3	1	3	1	3	0	8	8,421
<i>Euplatypus</i> sp.4	0	0	0	0	1	1	1,053
Sub-total	6	35	28	16	10	95	
Demais Curculionidae							
Imaturos	67	71	39	26	58	261	93,55
Outras subfamílias	4	3	5	5	1	18	6,45
Sub-total	71	74	44	31	59	279	
Total	438	1127	1532	346	564	4007	
Cerambycidae							
Imaturos	134	122	88	96	45	485	96,04
<i>Steirastoma melapogenys</i>	0	2	8	3	0	13	2,57
<i>Jamesia globifera</i>	1	3	0	0	0	4	0,79
<i>Psapharochrus longispinis</i>	1	0	2	0	0	3	0,59
Total	136	127	98	99	45	505	
TOTAL GERAL	574	1254	1630	445	609	4512	

No que diz respeito à posição/altura dos fustes estudados (base, meio e ápice), todas foram infestadas por coleópteros e a grande maioria das espécies foi comum em todas as alturas, mas não foram encontradas em todas as árvores (Tabela 3). Os besouros comuns em todas as alturas do fuste e em todas as árvores foram: *Xyleborus affinis*, *X. ferrugineus*, *Xyleborus* sp.1, *Xyleborus* sp.2, *Xyleborus* sp.6 e imaturos de Cerambycidae, Curculionidae e Passalidae. Observa-se que nas posições base e meio foram registrados mais besouros, com 1866 e 1814 indivíduos, respectivamente. Duas espécies coletadas na posição base das árvores 2 e 3 foram encontradas em maior número: *Xyleborus affinis* e *Xyleborus* sp.1, com 548 e 266 indivíduos, respectivamente. No meio, destacaram-se *Xyleborus* sp.2 (371 ind.), *Xyleborus* sp.1 (234 ind.) e *X. ferrugineus* (181 ind.), coletadas na árvore 3. No ápice, as espécies mais representativas foram *X. affinis* (96 ind.) e *Xyleborus* sp.1 (89 ind.), coletadas na árvore 5, seguida de *X. ferrugineus* (80 ind.), coletada na árvore 1.

Tabela 3 - Total e frequência de besouros coletados bimensalmente nas posições do fuste de cinco árvores de *S. micranthum*, na BR 174, no período de junho de 2002 a abril de 2003

BASE	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3	Árvore 4	Árvore 5	Total	Freq (%)
<i>Xyleborus affinis</i>	23	548	96	3	9	679	36,39
<i>Xyleborus</i> sp.1	15	41	266	49	10	381	20,42
<i>Xyleborus ferrugineus</i>	31	87	19	13	14	164	8,79
Cerambycidae imaturo	51	24	25	10	13	123	6,59
<i>Xyleborus</i> sp.2	43	38	3	3	23	110	5,89
<i>Xyleborus</i> sp.6	10	52	3	1	2	68	3,64
Curculionidae imaturo	5	25	16	10	9	65	3,48
Carabidae Imaturo	15	5	26	6	3	55	2,95
Passalidae imaturo	23	2	1	5	3	34	1,82
Passalidae adulto	13	3	3	3	3	25	1,34
Cucujidade adulto	14	6	0	5	2	27	1,45
<i>Xyleborus spathipennis</i>	0	15	2	1	0	18	0,96
<i>Xyleborus</i> sp.3	6	0	2	9	0	17	0,91
<i>Euplatypus</i> sp.2	0	15	0	0	0	15	0,80
<i>Xyleborus</i> sp.9	1	3	0	9	1	14	0,75
<i>Xyleborus</i> sp.4	0	0	0	7	4	11	0,59
<i>Xyleborus</i> sp.5	0	3	0	0	8	11	0,59
<i>Steirastoma melanogenys</i>	0	1	6	2	0	9	0,48
<i>Tesserocerus</i> sp.2	0	0	0	0	7	7	0,38
<i>Euplatypus</i> sp.3	1	2	0	3	0	6	0,32
<i>Xyleborus ebenus</i>	0	1	3	1	1	6	0,32
<i>Tesserossorus</i> sp.1	0	1	3	0	1	5	0,27
Curculionidae adulto	0	2	0	1	1	4	0,21
<i>Xyleborus</i> sp.10	0	1	1	0	1	3	0,16
<i>Euplatypus</i> sp.1	1	1	1	0	0	3	0,16
<i>Xyleborus</i> sp.8	1	1	0	0	0	2	0,11
<i>Xyleborus volvulus</i>	0	0	1	0	1	2	0,11
<i>Xyleborus posticus</i>	1	0	0	0	0	1	0,05
Scarabaeidae	1	0	0	0	0	1	0,05
Total	255	877	477	141	116	1866	

Tabela 3 (Cont)

MEIO							
<i>Xyleborus</i> sp.1	20	25	234	15	111	405	22,33
<i>Xyleborus</i> sp.2	4	16	371	10	0	401	22,11
<i>Xyleborus ferrugineus</i>	21	20	181	25	9	256	14,11
<i>Xyleborus affinis</i>	12	34	31	6	86	169	9,32
Cerambycidae imaturo	53	30	28	13	6	130	7,17
Curculionidae imaturo	17	33	11	14	26	101	5,57
<i>Xyleborus</i> sp.9	2	0	51	2	2	57	3,14
Carabidae imaturo	24	7	0	3	30	64	3,53
Passalidae imaturo	25	3	5	4	6	43	2,37
<i>Tesseocerus</i> .sp.2	0	12	15	8	1	36	1,99
<i>Xyleborus</i> sp.5	1	0	30	0	0	31	1,71
<i>Xyleborus volvulus</i>	1	9	8	0	0	18	0,99
Passalidae adulto	3	5	5	0	5	18	0,99
<i>Xyleborus</i> sp.3	5	1	5	3	2	16	0,88
<i>Xyleborus</i> sp.6	3	6	3	3	0	15	0,83
Curculionidae adulto	2	1	5	2	0	10	0,55
<i>Xyleborus posticus</i>	2	1	1	3	1	8	0,44
<i>Tesserossorus</i> sp.1	0	0	5	1	0	6	0,33
<i>Xyleborus</i> sp.10	4	0	0	0	0	4	0,22
<i>Euplatypus</i> sp.1	0	0	1	2	0	3	0,16
<i>Euplatypus</i> sp.2	1	0	1	1	0	3	0,16
<i>Xyleborus</i> sp.8	0	0	1	1	1	3	0,16
<i>Psapharochrus longispinis</i>	1	0	2	0	0	3	0,16
<i>Xyleborus spathipennis</i>	1	0	0	0	1	2	0,11
<i>Xyleborus</i> sp.4	0	1	1	0	0	2	0,11
<i>Euplatypus</i> sp.3	0	1	1	0	0	2	0,11
<i>Xyleborus ebenus</i>	1	0	0	0	0	1	0,05
<i>Jamesia globifera</i>	1	1	0	0	0	2	0,11
Cucujidade adulto	1	0	1	0	0	2	0,11
<i>Steirastoma melanogenys</i>	0	0	0	1	0	1	0,05
<i>Euplatypus</i> sp.4	0	0	0	0	1	1	0,05
Carabidae adulto	0	0	0	0	1	1	0,05
Total	205	206	997	117	289	1814	

Tabela 3 (Cont)

ÁPICE							
<i>Xyleborus</i> sp.1	15	35	61	48	89	248	19,86
Cerambycidae imaturo	30	68	35	73	26	232	18,57
<i>Xyleborus affinis</i>	34	12	31	23	96	196	15,69
<i>Xyleborus ferrugineus</i>	80	23	43	23	6	175	14,01
Curculionidae imaturo	45	13	12	2	23	95	7,61
<i>Xyleborus</i> sp.2	16	18	3	17	11	65	5,20
Carabidae imaturo	18	14	7	7	0	46	3,68
Passalidae adulto	29	7	1	2	2	41	3,28
Cucujidade adulto	5	0	3	25	0	33	2,64
Passalidae imaturo	1	6	6	3	9	25	2,00
<i>Xyleborus</i> sp.9	0	9	0	11	3	23	1,84
<i>Xyleborus</i> sp.5	0	0	5	0	3	8	0,64
<i>Xyleborus</i> sp.7	0	0	0	7	0	7	0,56
<i>Xyleborus ebenus</i>	4	0	1	1	0	6	0,48
<i>Xyleborus</i> sp.10	0	5	1	0	0	6	0,48
<i>Xyleborus volvulus</i>	2	4	0	0	0	6	0,48
<i>Xyleborus spathipennis</i>	0	2	1	1	0	4	0,32
<i>Xyleborus</i> sp.3	0	4	0	0	0	4	0,32
<i>Xyleborus</i> sp.4	1	0	0	3	0	4	0,32
Curculionidae adulto	2	0	0	2	0	4	0,32
<i>Xyleborus</i> sp.6	1	1	1	1	0	4	0,32
<i>Steirastoma melanogenys</i>	0	1	2	0	0	3	0,24
<i>Tesserossorus</i> sp.2	2	0	0	1	0	3	0,24
<i>Jamesia globifera</i>	0	2	0	0	0	2	0,16
<i>Euplatypus</i> sp.2	0	1	1	0	0	2	0,16
<i>Euplatypus</i> sp.1	0	2	0	0	0	2	0,16
<i>Xyleborus</i> sp.8	0	2	0	0	0	2	0,16
Staphylinidae	2	0	0	0	0	2	0,16
<i>Tesserossorus</i> sp.1	1	0	0	0	0	1	0,08
Total	288	229	214	250	268	1249	

Não obstante a superioridade numérica de algumas espécies, a análise de variância e o teste de Tukey com os totais de todas as espécies e das quatro mais abundantes comprovaram que não houve diferença significativa a 95% de probabilidade, entre as espécies coletadas nas três partes dos fustes das cinco árvores de cardeiro conforme mostrados nos Quadros 1 a 5.

Quadro 1 – Análise de Variância para todas as espécies de besouros considerando a somatória dos dados de coleta nas posições base, meio e ápice de todas as árvores de *S. micranthum*.

Causas da Variação	DF	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Pr > F
Tratamento	2	0.81450564	0.40725282	0.64	0.5447
Resíduo	12	7.64415176	0.63701265		
Total	14	8.45865739			

Quadro 2 – Análise de Variância para *Xyleborus affinis* considerando a somatória dos dados de coleta nas posições base, meio e ápice de todas as árvores de *S. micranthum*.

Causas da Variação	DF	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Pr > F
Tratamento	2	0.315464	0.157732	0.082	0.9218
Resíduo	12	23.082999	1.923583		
Total	14	23.398463			

Quadro 3 – Análise de Variância para *Xyleborus ferrugineus* considerando a somatória dos dados de coleta nas posições base, meio e ápice de todas as árvores de *S. micranthum*.

Causas da Variação	DF	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Pr > F
Tratamento	2	0.039613	0.019807	0.021	0.9789
Resíduo	12	11.115212	0.926268		
Total	14	11.154825			

Quadro 4 – Análise de Variância para *Xyleborus* sp.1 considerando a somatória dos dados de coleta nas posições base, meio e ápice de todas as árvores de *S. micranthum*

Causas da Variação	DF	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Pr > F
Tratamento	2	0.079946	0.039973	0.034	0.9666
Resíduo	12	14.059923	1.171660		
Total	14	14.139869			

Quadro 5 – Análise de Variância para *Xyleborus* sp.2 considerando a somatória dos dados de coleta nas posições base, meio e ápice de todas as árvores de *S. micranthum*.

Causas da Variação	DF	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Pr > F
Tratamento	2	14.103746	7.051873	0.331	0.7245
Resíduo	12	255.635818	21.302985		
Total	14	269.739563			

Ainda que não tenha havido diferença significativa entre as espécies coletadas ao longo do fuste, estudos demonstram que os constituintes químicos principalmente os extrativos, exercem influência na resistência das madeiras ao ataque de insetos. O teor desses extrativos varia com a idade da árvore e com a posição no tronco. Madeira de árvores mais jovens tende a apresentar valores mais reduzidos que os encontrados em madeiras mais maduras, conforme os resultados da literatura. Em geral, as maiores concentrações de extrativos no tronco ou fuste ficam concentraas nas regiões próximas da base, diminuindo consideravelmente no topo (Scheffer, 1973; Silva *et al.*, 2005). A despeito dessas afirmações, provavelmente os extrativos presentes nas diversas posições ao longo do fuste do cardeiro não variam o suficiente para delimitar o ataque dos insetos a determinada região. Outra hipótese pode ser que, com a derrubada das árvores, esses componentes tenham sido facilmente volatilizados. Por este motivo, será necessária a realização de novos estudos para dirimir quaisquer dúvidas.

Na análise da constância em cada uma das posições do fuste, observa-se (Tabela 4) que no meio, com maior número de espécies presentes, apenas uma foi constante, 12 acessórias e 10 acidentais; na base e no ápice, com 21 espécies em cada, na primeira parte, 2 constantes, 12 acessórias e 7 acidentais; na segunda, 2 constantes, 9 acessórias e 10

acidentais. As espécies *Xyleborus* sp.1, *Xyleborus* sp.2 e *X. affinis* foram constantes em pelo menos uma das partes.

Tabela 4 - Constância das espécies das famílias Curculionidae e Cerambycidae coletadas nas posições do fuste das árvores de *S. micranthum*, na BR 174, no período de junho de 2002 a abril de 2003.

Insetos	BASE	MEIO	ÁPICE
Curculionidae – Scolytinae			
<i>Xyleborus</i> sp.1	W	Y	W
<i>Xyleborus</i> sp.2	W	Y	Y
<i>Xyleborus ferrugineus</i>	Y	Y	Y
<i>Xyleborus</i> sp.3	Y	Y	Z
<i>Xyleborus affinis</i>	Y	Y	W
<i>Xyleborus</i> sp.6	Y	Y	Z
<i>Xyleborus</i> sp.9	Y	Y	Y
<i>Xyleborus</i> sp.4	Y	Z	Z
<i>Xyleborus spathipennis</i>	Y	Z	Y
<i>Xyleborus</i> sp.5	Y	Y	Y
<i>Xyleborus</i> sp.10	Y	Y	Y
<i>Xyleborus</i> sp.8	Z	Z	Z
<i>Xyleborus ebenus</i>	Z	Z	Y
<i>Xyleborus volvulus</i>	Z	Y	Y
<i>Xyleborus posticus</i>	Z	Y	-
<i>Xyleborus</i> sp.7	-	-	Z
Curculionidae- Platypodinae			
<i>Euplatypus</i> sp.3	Y	Z	-
<i>Euplatypus</i> sp.2	Y	Z	Z
<i>Euplatypus</i> sp.1	Z	Z	Z
<i>Tesserossorus</i> sp.1	Z	Y	Z
<i>Tesserocerus</i> sp.2	Z	W	Y
Cerambycidae			
<i>Psapharochrus longispinis</i>	-	Z	-
<i>Jamesia globifera</i>	-	Z	Z
<i>Steirastoma melapogenys</i>	Y	Z	Y

W = Espécies constantes: presente em mais de 50% das coletas;

Y = Espécies acessórias: presentes em 25 a 50% das coletas;

Z = Espécies acidentais: presentes em menos de 25% das coletas.

No momento da inspeção das amostras, foi observado que o ataque, com construção de galerias, da maioria das larvas de Cerambycidae se concentrou na casca e na região

subcortical. Geralmente, adentravam no alburno para empupar, e algumas vezes, atingiam o cerne, local onde os adultos também foram encontrados. As larvas das subfamílias Scolytinae e Platypodinae também tiveram preferência por estas regiões, porém os adultos foram encontrados em galerias na casca, na região subcortical e no alburno. Nestas regiões foram observados galerias e orifícios, característicos do ataque desses insetos, bem como, manchas ocasionadas por fungos. As galerias dos besouros tanto nas cascas como na madeira não eram muito profundas e a direção acompanhava o sentido tangencial dos discos. Da família Cerambycidae, o comprimento das galerias variou de 2,5 cm a 15 cm, a largura entre 0,7 cm a 3 cm e o diâmetro dos orifícios de 5 a 8 mm. O tipo de resíduo produzido pelas larvas apresentava-se na forma de lascas de fibras pequenas e estes resíduos geralmente estavam aglutinados nas galerias. Das subfamílias Scolytinae e Platypodinae, o comprimento das galerias variou de 0,5 cm a 5,7 cm, a largura de 0,1 mm a 0,5 mm, o diâmetro de 1mm a 2 mm e a profundidade da casca ao alburno atingiu até 3,3 cm. Nas galerias formadas por estes insetos, não foram encontrados quaisquer resíduos, uma vez que os adultos fazem a limpeza dos resíduos, expelindo-os para fora (Figuras 5 e 6).

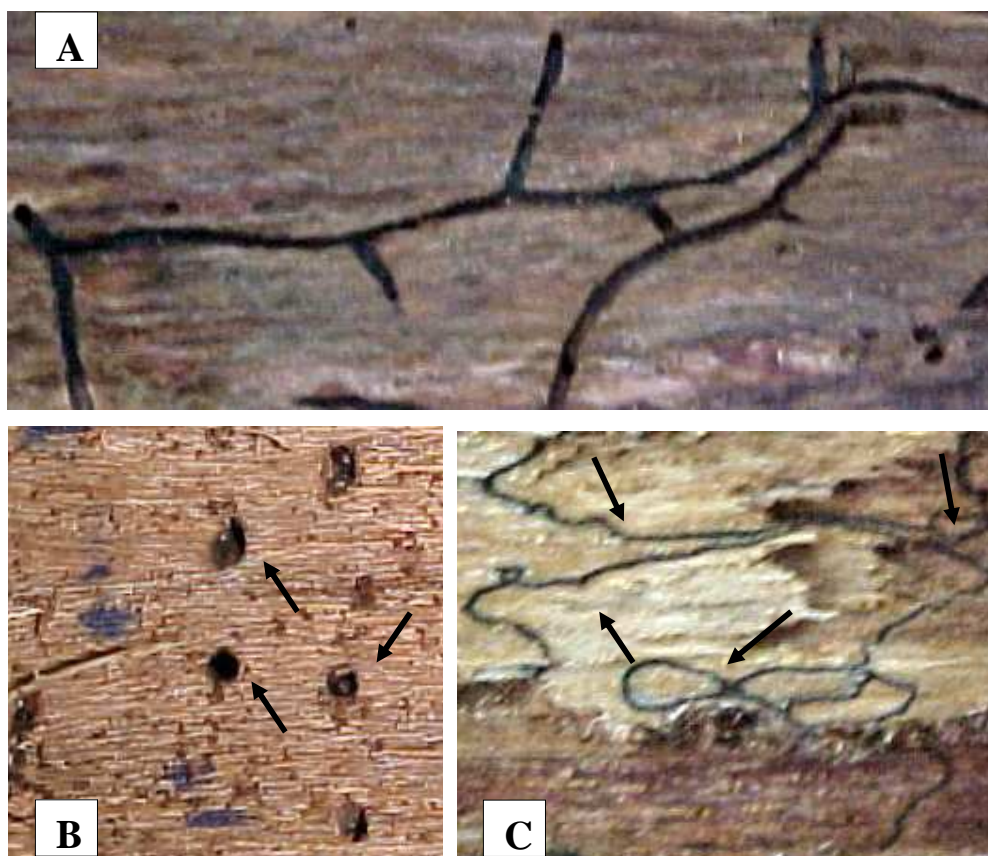


Figura 5 – (A) Galerias, (B) orifícios oriundos do ataque de besouros Scolytinae e Platypodinae e (C) manchas ocasionadas por fungos manchadores na superfície do alburno do cardeiro de *S. micranthum*.

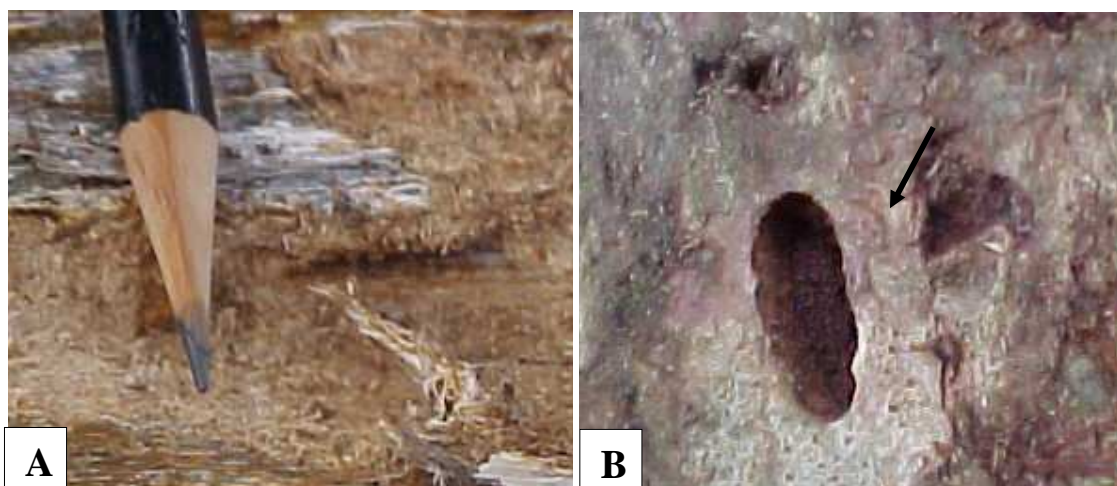


Figura 6 – (A) Galeria ocasionada pelo ataque das larvas na parte interna da casca e (B) Orifício de saída do adulto de Cerambycidae na casca externa das amostras de *S. micranthum*.

Embora a maioria desses insetos tenha sido encontrada em todas as árvores, não estavam presentes em todas as amostras na ocasião das coletas. Dos 180 discos avaliados, 173 foram infestados por Scolytinae e 51 por Platypodinae e Cerambycidae. Embora tal fato tenha ocorrido, no decorrer do experimento foram observados sinais característicos de ataque, bem como, orifícios de emergência dos adultos nas amostras. Isto pode ser justificado pelo fato de que a remoção das amostras da floresta foi feita de modo aleatório e os insetos tiveram tempo suficiente para completar seu ciclo de vida e emergir em busca de novos hospedeiros.

O período de ocorrência dos besouros das famílias Curculionidae e Cerambycidae nas amostras de cardeiro em cada uma das posições árvore está representando nas Tabelas 5 a 7. Em geral, as espécies foram encontradas em maior número, nos oito primeiros meses de exposição das amostras no campo. Embora muitas delas tenham sido coletadas além desse período nenhuma foi encontrada nas amostras com mais de 20 meses submetidas à biodeterioração e com números bastante reduzidos e principalmente na posição meio. Nesta posição, as espécies mais longevas foram *Xyleborus posticus* Eichhoff e *Xyleborus* sp.10, coletadas até o vigésimo mês e *Euplatypus* sp.1, *Tesserocerus* sp.2, *X. affinis* e *Xyleborus* sp.9, coletadas até o décimo oitavo mês. O que se observa é também que muitas espécies foram coletadas intercaladamente, mas na análise dos discos foram observados sinais característicos de ataque, bem como, orifícios de emergência dos adultos.

Tabela 7 - Período de ocorrência das espécies das famílias Curculionidae e Cerambycidae nas amostras da posição ápice das árvores de *S. micranthum*, no período de junho de 2002 à abril de 2003

Insetos	Meses											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Curculionidade - Scolytinae												
<i>Xyleborus affinis</i>	x	x	x	x		x		x	x			
<i>Xyleborus ebenus</i>	x				x			x				
<i>Xyleborus</i> sp.1	x	x	x	x	x	x	x	x				
<i>Xyleborus spathipennis</i>	x			x				x				
<i>Xyleborus volvulus</i>	x	x				x						
<i>Xyleborus</i> sp.3	x					x						
<i>Xyleborus ferrugineus</i>	x	x	x	x	x							
<i>Xyleborus</i> sp.9	x	x	x	x								
<i>Xyleborus</i> sp.10	x	x	x	x								
<i>Xyleborus</i> sp.2	x	x	x									
<i>Xyleborus</i> sp.4	x	x										
<i>Xyleborus</i> sp.6	x											
<i>Xyleborus</i> sp.7	x											
<i>Xyleborus</i> sp.8		x						x				
<i>Xyleborus</i> sp.5				x	x	x						
Curculionidade - Platypodinae												
<i>Tesserocerus</i> sp.2	x		x			x						
<i>Euplatypus</i> sp.2	x											
<i>Euplatypus</i> sp.1									x			
<i>Tesserocerus</i> sp.1						x						
Cerambycidae												
<i>Steirastoma melapogenys</i>		x										
<i>Jamesia globifera</i>				x								

Em relação ao ciclo de vida das espécies (Tabelas 5 a 7), observou-se que quatro meses após a derrubada das árvores e montagem do experimento foram encontrados adultos das espécies *Psapharochrus longispinis* Bates e à *Steirastoma melanogenys* White (Cerambycidae). Possivelmente estas espécies já estavam nas árvores antes das mesmas terem sido derrubadas, e completaram seu ciclo no decorrer do experimento. Outra possibilidade é que tais espécies tenham um ciclo de vida variável, uma vez que também foram encontradas até o décimo mês de monitoramento do experimento. Segundo Chemsak *et al.* (1992), a duração do ciclo biológico é muito variável entre as espécies de Cerambycidae. O período de incubação dura entre duas e cinco semanas, sendo requerido, na maioria dos casos, 14 dias. O desenvolvimento larval normalmente dura de um a três anos, embora esse tempo possa durar dois a três meses ou se estender até 20 ou 30 anos. Este período é influenciado pela temperatura, umidade, tipo e idade da madeira. A duração do período pupal na maioria das espécies varia de uma semana a dez dias, porém, em algumas espécies pode durar um mês ou mais e estar sujeito às condições de umidade. Depois da transformação, os adultos permanecem geralmente em estado de quiescência (na célula pupal) por um período de tempo

variável antes de emergir. A fenologia da emergência dos adultos de diferentes espécies se apresenta de forma seqüencial ao longo do ano e depende em grande parte das espécies envolvidas e das condições geográficas e climáticas. Neste contexto, segundo Monné & Hovore (2005), as espécies de regiões tropicais estão menos condicionadas à sazonalidade do que as de regiões temperadas e, geralmente podem procriar continuamente, podendo apresentar todos os estágios de vida encontrados numa mesma peça de madeira. Isto explica porque as espécies foram encontradas em até 10 meses após o início do experimento.

Os adultos das espécies das subfamílias Scolytinae e Platypodinae foram encontrados desde a primeira coleta, dois meses após a derrubada das árvores até o vigésimo mês de exposição das amostras no campo (Tabelas 5 a 7). Embora tais espécies possuam um ciclo de vida curto, enquanto o hospedeiro oferecer condições para o desenvolvimento do fungo que os alimenta haverá superposição de gerações (Marques, 1989). Conforme Deón (1989), a alta umidade é condição básica para o desenvolvimento de besouros xilomicetófagos em madeira verde. Quando a umidade diminui, os besouros deixam a madeira em busca de outro substrato, devido à morte dos fungos que lhes servem de alimento.

De acordo com resultados verificou-se que não há um comportamento padrão entre as árvores quando são consideradas as duas subfamílias mencionadas. Isto, provavelmente está relacionado à idade das árvores e ao tipo de solo e aos fatores climáticos, que influenciam o ciclo de vida desses insetos. Em regiões de inverno muito severo, o ciclo pode ser prolongado pela hibernação e em regiões de clima tropical o período pode ser reduzido em cerca de 50% (Browne, 1961). Algumas espécies de Scolytinae são capazes de completar seu ciclo de vida em cerca de 20 dias e outras requerem pelo menos dois anos, período este dependente de condições climáticas e do microclima do substrato (Browne, 1961; Wood, 1982). Em função disso, a duração do período larval é variável de 12 dias a mais de dois anos, enquanto a fase de pupa de três a 30 dias, média de seis a nove dias em condições ideais (Wood, 1982). O adulto, assim que emerge, possui o corpo amarelo pálido e muito mole. Vários dias são necessários até que a parte quitinosa se torne endurecida e pigmentada (Browne, 1961). Algumas espécies abandonam o ninho parental antes mesmo de completamente pigmentadas, ou podem requerer um período de maturação alimentar antes de sua dispersão (Wood, 1982).

Após o completo desenvolvimento do adulto, as espécies voam em busca de um novo hospedeiro para procriação (Wood, 1982) ou, enquanto a madeira oferecer condições para o cultivo do fungo do qual eles se alimentam, pode haver uma ou mais gerações no mesmo hospedeiro.

Dos coleópteros coletados, as famílias Curculionidae e Cerambycidae são as principais responsáveis por danos em árvores recém abatidas (Gray & Borden, 1985; McLean, 1985;

Déon, 1989). Os representantes da família Passalidae, encontrados na forma de imaturos e adultos, geralmente habitam a madeira quando a mesma já está em decomposição, seja inicial ou avançado. Estes insetos são subsociais, pois além de serem encontrados em todos os estágios de vida na mesma galeria escavada pelos adultos, estes também cuidam das larvas (Reyes Castillo & Halffter, 1984; Schuster & Schuster, 1997). Segundo Reyes Castillo & Halffter (1984) esses insetos preferem viver nos troncos em decomposição, pelo fato de terem ambiente para nidificação e alimento.

Outra família encontrada foi Carabidae, com 166 exemplares, sendo 165 larvas e apenas um adulto, representando 3,4% da coleta (Tabela 1). É uma grande e importante família, largamente distribuída no mundo, exceto na Antártida. As espécies desta família são encontradas numa ampla variedade de microhabitats, incluindo subsolo, copa de árvores, grutas de rochas, montanhas altas, dentre outros (Haubold, 1951). São predadoras e muitas são definidas como benéficas porque se alimentam de outros insetos que são pragas de plantas. Por causa deste hábito alimentar, os carábídeos são dependentes, embora indiretamente da vegetação para sua existência. Por esta razão, larvas de muitas espécies desta família vivem sob casca de árvores predando outros insetos, como por exemplo, Scolytinae (Browne, 1961), fato que explica porque ela foi encontrada com um número expressivo de larvas nas amostras.

Os besouros da ambrosia que atacam espécies arbóreas da região neotropical ainda não são considerados pragas florestais, porque embora sua presença seja registrada de forma contante, tanto em florestas plantadas (Flechtman, 1995) como em nativas (Abreu, 2002), ataque desses insetos é caracterizado apenas como um incômodo (Fisher *et al.*, 1953). À despeito, também, de que o ataque deles em árvores recém-abatidas, troncos e toras de *Pinus* está se tornando cada vez mais comum no Brasil (Flechtmann *et al.* 1995). Exceção a esse comportamento foi registrado por Dourojeanni (1965), na região da Selva Baixa, no Peru, onde estes insetos foram responsáveis por perdas de 30 a 80% no volume de toras de algumas espécies florestais. Também, em certas regiões temperadas como British Columbia, algumas espécies destes insetos já causaram danos de milhões de dólares por ano pela degradação de toras (Lindgren & Fraser, 1994).

Como mencionado anteriormente, todos os insetos coletados da subfamília Scolytinae pertencem ao gênero *Xyleborus* e à tribo Xyleborini (Tabelas 2 e 3). Segundo Beaver (1976), todas as espécies desta tribo são besouros da ambrósia, importantes e predominantes em regiões tropicais, destacando-se o gênero *Xyleborus*, que apresenta maior número de espécies com potencial de danos (Wood, 1982). Embora apresentem espécies que possam ser consideradas benéficas, pois auxiliam na desrama natural de pequenos ramos e na degradação

de resíduos de madeira, esse grupo de insetos também possui inúmeras espécies que causam grande impacto econômico, porque danificam grandes volumes de madeiras recém-cortadas ou armazenadas que aguardam beneficiamento (Pedrosa-Macedo, 1984). Segundo Marques (1989) e Flechtmann *et al.*, (1995), este gênero é predominante em ambientes naturais e em povoamentos homogêneos.

Xyleborus affinis e *X. ferrugineus* estão entre as quatro espécies do gênero *Xyleborus* que se destacaram na coleta (Tabela 2 e 3). São cosmopolitas, atacam coníferas, folhosas e palmáceas (Wood, 1982) e parece não ser seletivas na escolha dos hospedeiros. Estão relacionados em torno de 200 e 300 hospedeiros para *X. ferrugineus* e *X. affinis*, respectivamente (Schedl, 1962; Wood, 1982; Bright & Torres, 2006). Na Amazônia já foram citados por Abreu (1992), Abreu & Bandeira (1992), Matias & Abreu (1999) e Abreu *et al.* (2002), 37 hospedeiros para *X. affinis* e 23 para *X. ferrugineus*, confirmando a predominância da primeira espécie sobre a segunda. Este comportamento confirma as observações de Beaver (1976) de que *X. affinis* apresenta melhor capacidade de adaptação em regiões quentes e úmidas.

Xyleborus ferrugineus é considerada uma das espécies xilomicetófagas economicamente mais importantes e abundantes no mundo (Wood, 1982; Beaver, 1976). Ataca todo tipo de tecido lenhoso, normalmente com diâmetro maior que 10 cm, embora já tenha sido detectada em cana-de-açúcar e em outras plantas menores (Wood, 1982). Segundo este autor é grande o impacto econômico produzido em árvores abatidas, estocadas na floresta ou em serrarias, onde os túneis podem se expandir pela região do alborno em poucas semanas de ataque. É conhecida como vetor do fungo *Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst, causador da necrose do cacau na Costa Rica (Saunders *et al.*, 1967) e do fungo *Lasiodiplodia theobromae* Griffon an Maublanc (sin. *Botryodiplodia theobromae* Pat), que afeta, além do cacau, abacate, banana, manga, café, algodão, dentre outras frutíferas da Venezuela (Rondón & Guevara, 1984) e também é causador de mancha azul em madeiras (Fougerousse, 1958; Mohali & Encinas, 2001).

Xyleborus affinis também é economicamente importante, porém é considerada menos agressiva e pode atacar espécies com diâmetros menores e é responsável por danos severos em cana-de-açúcar em alguns países da América Central (Wood, 1982; Giro, 2003). Em levantamento realizado por Moreno *et al.* (2003) em Cuba, foi constatado que esta é a espécie de maior polifagia, distribuída em 52 gêneros de plantas daquele país, sendo também, vetor do fungo *B. theobromae* (Rondón & Guevara, 1984).

Os dois gêneros da subfamília Platypodinae, *Tesserocerus* e *Euplatypus* (= *Platypus*) (Tabelas 2 e 3) também são comuns em regiões tropicais (Wood, 1993). O gênero

Euplatypus ocorre do Sul dos Estados Unidos à Argentina, África e Madagascar e *Tesserocerus*, do sul do México até a Argentina; eles têm um padrão neotropical de distribuição, com dispersão no centro da América do Sul (Reichardt, 1965; Wood, 1993).

O primeiro registro do gênero *Euplatypus* no Brasil, atacando essências florestais vivas, tanto nativas como exóticas, foi feito por Andrade (1928). A partir daí novos registros foram feitos em *Eucalyptus* spp. (Zani Filho *et al.*, 1984; Zanuncio *et al.*, 2005) e em *Pinus* sp. (Zanuncio *et al.*, 2002). Este gênero também foi citado nos trabalhos realizados por Abreu (1992), Abreu & Bandeira (1992), Matias & Abreu (1999) e Abreu *et al.* 2002, atacando madeiras da região amazônica, onde são citados até o momento 31 hospedeiros para este gênero.

As espécies do gênero *Euplatypus* são encontradas na maioria das áreas florestadas e também em madeiras usadas, principalmente para produzir celulose e carvão (Zanuncio *et al.*, 2005). Burgos-Solorio & Equihua-Martinez (2007) registraram várias espécies deste gênero em seis espécies arbóreas de Jalisco, no México. Também foram registradas atacando *Theobroma cacao* L. na Costa Rica (Lara & Shenefelt, 1965).

A família Cerambycidae foi encontrada principalmente no estágio larval, atacando os tecidos da casca e da região subcortical, principalmente no ápice onde foram encontrados 237 exemplares (Tabela 3). É muito importante do ponto de vista de danos a árvores recentemente derrubadas. Segundo Hickin & Edwards (1976) e Triplehorn & Johnson (2005), as larvas desta família alimentam-se de produtos da madeira e também estão associadas a fungos. Segundo estes autores, praticamente todas as estruturas da planta são usadas como alimento pelas larvas, sendo encontradas espécies que consomem raízes, troncos, galhos, sementes, frutos ou ramos de plantas herbáceas. Como o ciclo de vida das espécies desta família é mais longo, variando de um ou dois anos, se a madeira não for imediatamente processada, este dano a desvaloriza acarretando prejuízo econômico. De acordo com Chemsak *et al.* (1992), a maioria das espécies que utiliza tronco ou galho como hospedeiros, se alimenta debaixo da casca e penetra na madeira para alcançar o estágio de pupa. Porém, existem algumas espécies que passam mais tempo alimentando-se na madeira ao invés da casca.

As espécies *Jamesia globifera* Fabricius, *S melanogenys* e *Psapharochrus longispinis* encontradas na madeira de cardeiro, pertencem à subfamília Lamiinae e são brocas de várias espécies arbóreas (Monné, 2004). *J. globifera* tem sua distribuição desde a Costa Rica até o Brasil (Amazônia) e Bolívia (Monné, 2002); *P. longispinis*, no norte do Brasil (PA), Peru, Guiana Francesa e Leste dos Andes (Monné & Hovore, 2005); *S. melanogenys*, da Nicarágua ao Panamá e norte da América do Sul (Monné, 2001).

Até o presente momento, segundo Monné (2004) estão relacionados apenas cinco hospedeiros para *J. globifera* e *S. melanogenys*, enquanto Galileo & Martins (2003) registraram a espécie *J. globifera* para Colômbia, sem mencionar hospedeiros.

São poucos os estudos sobre coleta desses insetos diretamente em amostras do fuste de espécies florestais do Brasil, principalmente levando-se em consideração o tamanho, tanto das áreas nativas como plantadas. Os estudos estão mais focados para levantamento com uso de armadilhas com atrativos, em plantios de *Pinus* e *Eucalyptus*, que, por serem monocultivos, são mais susceptíveis ao ataque de uma variedade de pragas florestais (Flechtmann *et al.*, 1995), embora existam alguns trabalhos em plantios de outras espécies (Dall'oglio & Peres Filho, 1997) e florestas com espécies nativas (Carrano-Moreira & Pedrosa-Macedo, 1994; Flechtmann & Ottati, 1996; Dorval & Peres Filho, 2001; Abreu *et al.*, 1997). Recomenda-se fazer levantamentos com armadilhas e coletas diretamente nas toras para se fazer um estudo comparativo, porque como observado por Marques (1989), muitas espécies encontradas em amostras da madeira não são capturadas por meio de armadilhas e vice-versa.

Nos trabalhos de coletas de insetos em amostras de madeiras no piso da floresta, realizados no Sul (Marques, 1989; Souza *et al.*, 1997), no Sudeste do Brasil (Zani Filho *et al.*, 1984; Lunz & Carvalho, 2002; Zanuncio *et al.*, 2005; Trevisan, 2008) e na Amazônia (Abreu, 1992; Abreu & Bandeira, 1992; Matias & Abreu, 1999; Abreu *et al.*, 2002), também foram relacionadas os gêneros *Xyleborus* e *Euplatypus* (= *Platypus*) como causadoras de danos nas amostras em menor ou maior grau. Todavia, o exemplo de maior grau de infestação foi observado nos trabalhos realizados por Marques (1989) com toras de *Pinus taeda* L. e *P. ellioti* Engelm. e por Souza *et al.* (1997), com *M. scabrella*, em que a espécie *X. ferrugineus* teve presença significativa, muito embora, não tenha sido considerada como praga.

De acordo com as observações, todos os besouros encontrados na amostras de cardeiro tiveram preferência pela madeira com alto conteúdo de umidade, e o número maior de insetos foi observado nos oito primeiros meses do experimento em que as que mesmas não apresentaram estágio avançado de deterioração. Para os besouros das subfamílias Scolytinae e Platypodinae, este comportamento está em consonância com as observações de Moeck (1981) e Gagne & Kearby (1978), quando enfatizam que estes besouros preferem madeiras com alto teor de umidade. Este é um fator do substrato de extrema importância para a sobrevivência dos besouros, visto que é um limitante ao crescimento do fungo que lhes serve de alimento (Rudinsky, 1962; Beaver, 1977). Por esse motivo, somente toras com alto conteúdo de umidade, são atacadas (Chandra, 1981), embora níveis de umidade extremos na casca também possam causar mortalidade dos besouros (Rudinsky, 1962).

Após o abate, as árvores liberam substâncias, tais como álcoois e hidrocarbonetos terpênicos que constituem mecanismos de atração primária na escolha do hospedeiro, principalmente para as subfamílias Scolytinae e Platypodinae (Moeck, 1981; Gagne & Kearby, 1978). Devido a este comportamento, à medida que avançava o estágio de deterioração das amostras, foi observada uma redução do ataque desses besouros, que pode estar relacionada ao baixo conteúdo de nutrientes disponível, quando a madeira vai se deteriorando, fator este que pode comprometer a sua sobrevivência, fazendo com que eles migrem para outros hospedeiros (Torres, 1994). Esta saída dá lugar a outros insetos que preferem madeiras mais deterioradas e podres.

A região do disco das amostras de *S. micranthum* em que os insetos concentraram seu ataque foi a casca, principalmente a região subcortical, que compreende a casca interna, o câmbio e o xilema imaturo. Segundo Cowling & Merrill (1966) e Haack & Slansky Junior (1987), os tecidos lenhosos de uma planta variam na qualidade nutricional. Enquanto a casca, geralmente é muito pobre principalmente, em carboidratos e nitrogênio, os tecidos da região subcortical, possuem altas concentrações desses elementos. Por causa dessa variação nutricional, segundo Hanks (1999) a grande maioria dos cerambicídeos e outros insetos que se alimentam dos tecidos lenhosos de árvores recentemente derrubadas, confinam sua alimentação ao tecido subcortical, muitas vezes alimentando-se de amido e de açúcares aí presentes. Conforme observações nas amostras de cardeiro, as espécies encontradas iniciaram seu ataque pela casca externa e à medida que as larvas se desenvolviam, migraram para a casca interna até atingirem o câmbio imaturo e também o alburno, onde geralmente nestas regiões, completaram seu ciclo de vida. Tendo em vista que os besouros da ambrosia retiram seus nutrientes dos fungos que os alimenta, cabe ao micélio destes fungos a responsabilidade de buscar nutrientes quando de sua penetração nas regiões da madeira mais ricas em nutrientes e que são assimilados pelos besouros quando de sua alimentação (Batra, 1967).

Para que um inseto se desenvolva perfeitamente, os aspectos mais influentes são: escolha do hospedeiro, qualidade nutricional do substrato, local de ataque e grau de deterioração do hospedeiro (Shibata 1987; Jaenike 1990). As fêmeas de várias espécies de Cerambycidae escolhem hospedeiros para ovipositar quando estes apresentam nutrientes favoráveis para o desenvolvimento das larvas (Jaenike, 1990), porém ainda não está bem entendido como esse fator nutricional pode influenciar o padrão de ocorrência desses insetos na madeira (Saint-Germain et al., 2007). Conforme Haack & Slansky Junior (1987), o nitrogênio e carboidratos estão entre os mais importantes nutrientes limitantes para os insetos e os polifenóis constituem uma importante classe de substâncias secundárias que tem efeito negativo sobre os mesmos. Estes nutrientes variam significativamente de acordo com o

gradiente de deterioração da madeira e conforme mencionado, também dependem do tecido em que ocorre o ataque (Saint-Germain, 2007).

Devido ao grande número de adultos coletados, especialmente das subfamílias Scolytinae e Platypodinae nos primeiros meses, pode-se afirmar que estes insetos demonstraram preferência em atacar as amostras logo após as mesmas terem sido expostas no campo. Isto também é válido para as três espécies da família Cerambycidae. Outro fato constatado é que eles podem completar seu ciclo de vida e também se reproduzir enquanto houver condições favoráveis para seu desenvolvimento e estabelecimento. Diante disso, para evitar a infestação desses insetos, recomenda-se que a madeira seja beneficiada logo após a derrubada da árvore.

CAPÍTULO II

ESTUDO DA RELAÇÃO DE CUPINS NA MADEIRA DE CARDEIRO (*Scleronema micranthum*) QUANDO EXPOSTA DURANTE 24 MESES EM AMBIENTE FLORESTAL.

2.1. INTRODUÇÃO

Os cupins constituem a ordem Isoptera. São insetos eusociais, vivem geralmente em colônias e ocorrem entre os paralelos 52° N e 55° S (Fontes, 1995a), mas são predominantemente tropicais.

Atualmente estão descritas no mundo 2.750 espécies de cupins. Na região Neotropical ocorrem as famílias Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Termitidae e Serritermitidae. Nas Américas, excluindo-se os fósseis, ocorrem 84 gêneros em 5 famílias com 514 espécies, sendo que no Brasil ocorrem cerca de 300 espécies (Zorzenon & Potenza, 1998; Constantino 2004). Não obstante o total de cupins existentes no mundo, apenas 10% das espécies pode ser consideradas pragas. No entanto, em diversas regiões do mundo, os cupins xilófagos estão entre aqueles insetos responsáveis por grande parte dos prejuízos advindos da deterioração biológica da madeira (Krishna, 1970; Zorzenon & Potenza, 1998). Embora estes insetos sejam reconhecidos como destrutivos e prejudiciais aos produtos consumidos pelo homem, salienta-se o seu papel na decomposição da matéria vegetal morta. Como consequência, há liberação de elementos minerais, que são aproveitados pelas plantas e entrada de fungos e outros microrganismos em plantas mortas, acelerando o processo de decomposição (Zorzenon & Potenza, 1998).

Os cupins podem ser divididos em superiores e inferiores. Os superiores pertencem à família Termitidae e os inferiores às demais famílias (Oliveira *et al.*, 1986; Krishna, 1970). Segundo estes autores, os cupins inferiores ou primitivos apresentam as seguintes características: pequeno número de indivíduos em colônias maduras, ninhos pouco elaborados; utilizam a madeira como alimento principal; degradam a celulose por meio de protozoários simbiotes e possuem castas pouco definidas. As características dos cupins superiores são: colônias populosas, ninhos bem elaborados, utilizam-se também de outras fontes de alimentos, degradam a celulose por meio de bactérias e possuem castas bem definidas.

Dentre os cupins que atacam madeira úmida, destacam-se as famílias Rhinotermitidae e Termitidae. Estas famílias possuem hábitos alimentares bastante variados que podem ser xilófagos, fitófagos e também se alimentam de húmus (Bandeira, 1989). Para obtenção da matéria celulósica vegetal, sua principal fonte de alimento, os cupins adaptam-se aos mais variados tipos de nichos: árvores vivas ou mortas, madeira úmida ou seca, liteira, ervas e gramíneas. Muitas espécies se alimentam de matéria orgânica em decomposição, madeiras deterioradas por fungos, estrume de herbívoros e podem ser forrageiras ou cultivarem fungos (Edwards & Mill, 1986; Oliveira *et al.*, 1986).

A família Termitidae possui o maior número de gêneros e espécies da Ordem Isoptera e compreende aproximadamente 85% do total das espécies de térmitas conhecidas. Ela é composta por 246 espécies agrupadas em três subfamílias: Apicotermitinae, Termitinae e Nasutitermitinae. Esta última é composta por 33 gêneros e de acordo com Bandeira & Macambira (1988) e Constantino (1992a) representa 49 a 55% de todas as espécies da família Termitidae da região Amazônica. Tem como seu principal gênero *Nasutitermes*, dominante na região Neotropical, que possui o maior número de espécies da família Termitidae. É conhecido como “cupim cabeça de negro” e prefere uma dieta xilófaga, mas também se alimenta de húmus. A maioria das espécies deste gênero constrói ninhos arborícolas e cartonados, mas algumas constroem ninhos epígeos (Araújo, 1970; Apolinário, 1993; Berti Filho *et al.*, 1993; Constantino, 1999). De modo geral, 20-28% de todas as espécies de florestas primárias e 27- 42% de várzea pertencem a este gênero (Bandeira, 1989; Bandeira & Macambira, 1988; Constantino, 1992a).

As espécies desta família possuem o hábito alimentar bastante diversificado, inclusive os cupins considerados xilófagos verdadeiros, aqueles que comem madeira dura e em início de decomposição; os intermediários, que comem madeira em avançado estágio de decomposição e podem também se alimentar de solo/húmus e; os humívoros (Fontes, 1987; Bandeira & Macambira, 1988; Bandeira *et al.*, 1989).

Em relação a levantamentos de cupins que causam danos em madeira, Greaves (1960; 1962; 1967), citados por Becker (1975), constataram prejuízos em grande escala no cerne de árvores de eucaliptos, na Austrália, causados por *Coptotermes. acinaciformes* (Frogatt), *C. brunneus* Gay e *C. frenchi* Hill (Rhinotermitidae). Lai *et al.* (1983) observaram o ataque de *C. formosanus* Shiraki e Costa-Leonardo & Barsoti (1998) observou a espécie *C. havilandi* Holmgren (atualmente *C. gestroi*) no cerne de várias espécies de plantas.

As espécies do gênero *Coptotermes* são citadas por vários autores como as que mais causam danos em florestas e em edificações urbanas (Becker, 1975; Araújo, 1980; Edwards & Mill, 1986; Fontes, 1995b; Bandeira, 1998). No Brasil também são citadas as espécies do

gênero *Heterotermes*, que têm demonstrado seu potencial como praga (Bandeira, 1998; Bandeira *et al.*, 1998).

Danos causados em madeiras por outras espécies da família Rhinotermitidae também são descritos (Becker, 1975; Lai *et al.* 1983; Edwards & Mill, 1986). No Brasil, principalmente na região sudeste, algumas espécies dos gêneros *Coptotermes* e *Heterotermes* são consideradas importantes do ponto de vista florestal e agrícola (Araújo, 1980; Fontes, 1995b; Costa-Leonardo & Barsoti, 1998; Zorzenon & Potenza, 1998; Fontes & Araújo, 1999).

Na Amazônia estes gêneros e outros da família Termitidae têm sido registrados em estudos de levantamentos de insetos em material lenhoso exposto à biodeterioração e em árvores. Cardias *et al.*, (1985) analisando toras de 18 espécies florestais, expostas a biodeterioração em área de exploração, no município de Presidente Figueiredo, Amazonas, encontraram as espécies *Heterotermes tenuis* Hagen e *Nasutitermes* cf. *breviocularis* Holmgren.

Em área de mata primária e de pastagem da Amazônia Oriental, Bandeira (1989), encontrou 76 espécies, sendo 43 consideradas como xilófagas verdadeiras. Bandeira (1993; 1998) registrou a presença de *Coptotermes*, *Heterotermes*, *Cryptotermes* e *Nasutitermes* (Termitidae) como causadores de danos em plantas vivas e em construções urbanas, no Pará. De plantas vivas, tanto cultivadas como de florestas nativas, o autor considera *Coptotermes* cf. *testaceus* Linnaeus como principal deteriorador. Este cupim também foi encontrado por Bandeira (1993) e por Apolinário & Martius (2004) no interior de tronco de árvores com diâmetro superior a 20 cm e 50 cm em Manaus.

Em levantamento da fauna de térmitas realizado na Reserva Florestal Adolpho Ducke, no Amazonas, Apolinário (1993) registrou 43 gêneros e 90 espécies, pertencentes às famílias Termitidae, como grupo dominante, Rhinotermitidae e Kalotermitidae. Deste total, 49 espécies foram encontradas em fragmentos lenhosos, como tocos, toras, ramos ou galhos.

Gomes & Bandeira (1984) estudando a durabilidade natural de madeiras da Amazônia em campo de apodrecimento encontraram 12 espécies de cupins em estacas, sendo principalmente espécies do gênero *Armitermes*, *Nasutitermes*, *Heterotermes*, *Rhinotermes* e *Dolichorhinotermes*

Jesus *et al.* (1998), também estudando a durabilidade natural de madeiras do Amazonas ao longo de 10 anos de exposição em campo de apodrecimento, constataram a presença dos cupins dos gêneros *Coptotermes*, *Heterotermes*, *Nasutitermes*, *Cylindrotermes*, *Anoplotermes* e *Armitermes*, danificando 34 das 46 espécies florestais estudadas.

Matias & Abreu (1999), em levantamento de insetos associados a cinco espécies florestais do Amazonas, quando exposta a ambiente florestal por 30 meses, registraram a

presença de 25 espécies de cupins em cinco essências florestais do Amazonas, destacando apenas nove que praticam o hábito da xilofagia.

Abreu *et al.* (2002), avaliando toras de 19 espécies florestais estocadas em indústrias madeireiras de Manaus, registraram *Nasutitermes corniger* (Motschulsky), e *Anoplotermes* sp. como causadores de danos em toras de *Copaifera multijuga* Hayne, *Micranada* sp. e *Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb.) Warb.

A despeito da existência de diversos trabalhos, e considerando o número de espécies florestais na Amazônia, os trabalhos sobre cupins e sua relação com a madeira ainda são incipientes. Portanto, este trabalho visa identificar as principais espécies que habitam a madeira de *Scleronema micranthum*.

2.2. OBJETIVOS

2.2.1 OBJETIVO GERAL

- Inventariar as espécies de cupins (Isoptera) em amostras retiradas do lenho de cinco árvores da espécie florestal *Scleronema micranthum* (Ducke) Ducke (Bombacaceae), quando exposta à intempérie ao longo de vinte e quatro meses.

2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Analisar quantitativa e qualitativamente as principais espécies de cupins presentes em amostras, retiradas da altura da base, do meio e do ápice do fuste dessa espécie;
- Avaliar a sucessão das principais espécies de cupins na madeira ao longo de vinte e quatro meses de estocagem no campo, nas diferentes alturas;
- Comparar as espécies de cupins coletadas nos troncos nas diferentes alturas (base, meio e ápice).

2.3. MATERIAL E MÉTODOS

2.3.1. MONTAGEM DO EXPERIMENTO, COLETA E IDENTIFICAÇÃO DOS CUPINS

A metodologia utilizada na montagem do experimento, na coleta e na análise dos cupins foi a mesma empregada para os besouros, e está descrita no capítulo anterior. A identificação dos cupins também foi feita através de comparação morfológica, com base nos exemplares da Coleção de Invertebrados do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

Também foram utilizadas as seguintes chaves de identificação para famílias e gêneros: Arnett Junior *et al.* (1980); Ahmad (1950); Mill (1983); Constantino (1991a; 1999; 2001); Bandeira & Canello (1992); Nickle & Colins (1992). Aqueles não identificados foram separados por morfo-espécies e identificados pelo Dr. Reginaldo Constantino da Universidade de Brasília

2.3.2. ANÁLISE DOS DADOS DE COLETA DOS CUPINS

Para estas análises foi adotada metodologia semelhante àquela utilizada para os besouros, com algumas modificações. No cálculo da frequência foram considerados: o total das famílias Rhinotermitidae e Termitidae e; as espécies destas famílias por posição no fuste. Na análise de variância e no teste de Tukey, também, com os dados transformados, além dos totais da coleta por local ao longo do fuste nas árvores, foram consideradas as três espécies mais representativas da coleta.

2.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi capturado nas cinco árvores, um total de 21.751 espécimes de cupins distribuídos em duas famílias, 16 gêneros e 18 espécies. Destas, três pertencem à família Rhinotermitidae, com 14.635 indivíduos, representando 66,5% e 15 à Termitidae, com 7.116 ind., 33,5% (Tabela 1; Figura 1). Em relação ao número total de cada uma das famílias, as espécies da Rhinotermitidae que se destacam pela frequência, foram: *Heterotermes tenuis* Hagen, representando 87,6% (12.822 ind.) e *Rhinotermes marginalis* (L.), 10,9% (1.595 ind.). Na família Termitidae: *Nasutitermes similis* Emerson, 34,1% (2.429 ind.); *Cylindrotermes parvignathus* Emerson, 23,6% (1.681 ind.); *Araujotermes parvillus* (Silvestri), 7,7% (550 ind.); *Anoplotermes* sp.1, 6,3% (448 ind.); *Spinitermes nigrostomus* Holmgren, 5,3% (377 ind.); *Subulitermes baileyi* (Emerson), 3,9% (278 ind.); *Nasutitermes surinamensis* (Holmgren), 3,5% (251 ind.); *Cornitermes weberi* Emerson, 3,4% (246 ind.); *Neocapritermes angusticeps* (Emerson), 3,4% (231 ind.) e; *Cyrilliotermes angulariceps* (Mathews), 2,9% (212 ind.). As demais espécies representaram 5,7% (413 ind.).

Embora a família Rhinotermitidae tenha sido representada apenas por três espécies, a sua superioridade numérica deveu-se à espécie *H. tenuis*, encontrada em todas as árvores e que foi responsável por 57,84% do total de insetos coletados. A segunda espécie mais representativa foi *N. similis*, com 11,17% (Figura 2).

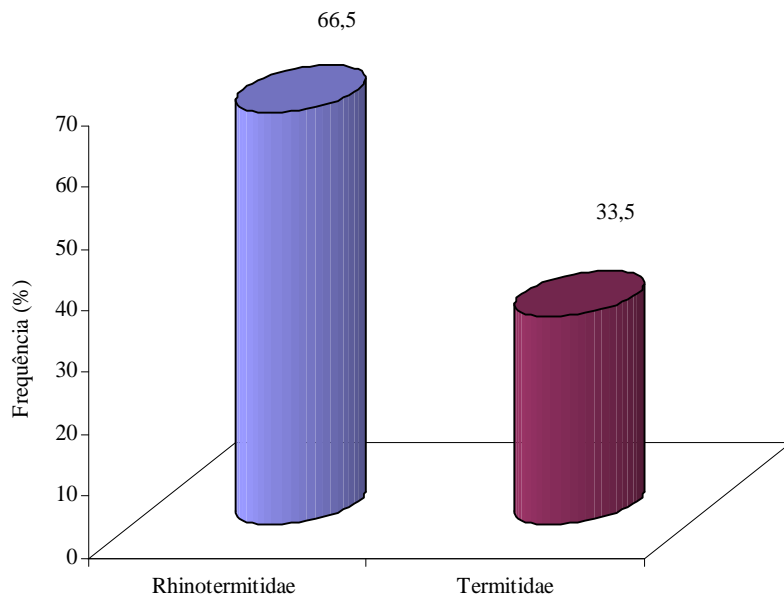


Figura 1 – Frequência das famílias Rhinotermitidae e Termitidae coletadas em amostras do fuste de cinco árvores de *Scleronema micranthum*, na BR 174, no período de junho de 2002 a abril de 2003.

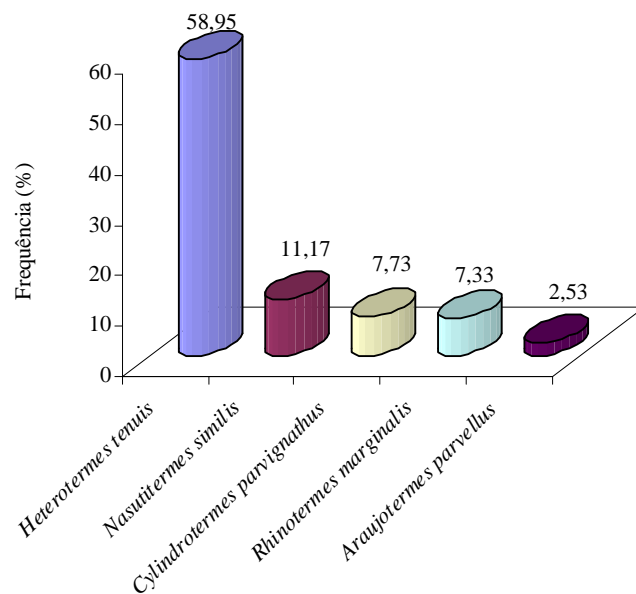


Figura 2 - Frequência das principais espécies das famílias Rhinotermitidae e Termitidae coletadas em amostras do fuste de cinco árvores de *S. micranthum*, na BR 174, no período de junho de 2002 a abril de 2003.

Tabela 1 – Total de térmitas das famílias Rhinotermitidae e Termitidae coletados em amostras do fuste de cinco árvores de *Scleronema micranthum*, na BR 174, no período de junho de 2002 a abril de 2003.

Família Rhinotermitidae	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3	Árvore 4	Árvore 5	Total	Freq. (%)
<i>Heterotermes tenuis</i>	472	2555	1097	6021	2677	12822	87,6
<i>Rhinotermes marginalis</i>	0	1595	0	0	0	1595	10,9
<i>Coptotermes testaceus</i>	28	113	77	0	0	218	1,5
Total	500	4263	932	6021	2677	14635	
Família Termitidae							
<i>Nasutitermes similis</i>	114	246	759	1235	75	2429	34,1
<i>Cylindrotermes parvignathus</i>	1078	320	0	217	66	1681	23,6
<i>Araujotermes parvellus</i>	185	0	356	9	0	550	7,7
<i>Anoplotermes</i> sp.1	364	0	0	0	84	448	6,3
<i>Spinitermes nigrostomus</i>	377	0	0	0	0	377	5,3
<i>Subulitermes baileyi</i>	253	0	0	25	0	278	3,9
<i>Nasutitermes surinamensis</i>	0	0	0	251	0	251	3,5
<i>Cornitermes weberi</i>	0	0	0	0	246	246	3,4
<i>Neocapritermes angusticeps</i>	0	0	60	15	156	231	3,3
<i>Cyrelliotermes angulariceps</i>	0	212	0	0	0	212	2,9
<i>Planicapritermes planiceps</i>	27	38	27	27	27	146	2,1
<i>Orthognathotermes</i> sp.1	0	0	0	0	143	143	2,0
<i>Grigiotermes</i> sp.1	43	0	3	0	0	46	0,6
<i>Anoplotermes</i> sp.2	0	0	7	0	32	39	0,5
<i>Coatitermes</i> sp.1	0	0	0	0	39	39	0,5
Total	2441	816	1212	1779	868	7116	
Total Geral	2941	5079	2386	7800	3545	21751	

Na Tabela 2 e nas Figuras 3 a 5, estão registrados respectivamente, os dados referentes à somatória de cada uma das posições dos fustes das cinco árvores e os dados relativos à frequência de ocorrência das principais espécies de cupins nas posições base, meio e ápice das árvores. Observa-se que, no meio, houve predominância de cupins, com 10.192 espécimes e com 14 espécies, seguido da base com 6.224 indivíduos e 13 espécies e do ápice com 5.335 e 12 espécies. Outro ponto observado é que das 18 espécies apenas sete foram comuns em todas as regiões do fuste. *Herotermes tenuis* foi mais frequente com 6.753 exemplares (68,6%) no meio, 3.492 (56,1%) na base e 2.355 (43,8%) no ápice. Na posição base, outra espécie representativa foi *Rhinotermes marginalis*, com 850 exemplares (13,7%), embora tenha sido encontrada apenas na árvore 2. No meio, foram: *Cylindrotermes parvignathus* com 1.001 indivíduos (7,4%), *Rhinotermes marginalis* com 726 (7,1%) e *Nasutitermes similis* com 681 (6,7%). No ápice foram: *Nasutitermes similis*, com 1.409 (26,4%) e *C. parvignathus*, com 854 (16%). Apesar de *Planicapritermes planiceps* ter sido encontrada em todas as árvores, sua presença foi registrada somente no ápice.

Tabela 2 - Total de cupins coletados nas posições do fuste de cinco árvores de *S. micranthum*, na BR 174, no período de junho de 2002 a abril de 2003.

BASE	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3	Árvore 4	Árvore 5	TOTAL
<i>Heterotermes tenuis</i>	28	270	855	2172	167	3492
<i>Rhinotermes marginalis</i>	0	850	0	0	0	850
<i>Nasutitermes similis</i>	0	0	264	0	75	339
<i>Anoplotermes sp.1</i>	364	0	0	0	0	364
<i>Araujotermes parvellus</i>	0	0	254	0	0	254
<i>Spinitermes nigrostomus</i>	150	0	0	0	0	150
<i>Cornitermes weberi</i>	0	0	0	0	246	246
<i>Subulitermes baileyi</i>	217	0	0	25	0	242
<i>Coptotermes testaceus</i>	0	0	77	0	0	77
<i>Grigiotermes sp.1</i>	43	0	0	0	0	43
<i>Coptotermes testaceus</i>	28	0	0	0	0	28
<i>Cylindrotermes parvignathus</i>	0	68	0	0	0	68
<i>Neocapritermes angusticeps</i>	0	0	60	0	11	71
TOTAL	830	1188	1510	2197	499	6224
MEIO						
<i>Heterotermes tenuis</i>	417	2212	0	2255	1869	6753
<i>Cylindrotermes parvignathus</i>	239	252	242	202	66	1001
<i>Rhinotermes marginalis</i>	0	726	0	0	0	726
<i>Nasutitermes similis</i>	0	246	435	0	0	681
<i>Araujotermes parvellus</i>	185	0	102	9	0	296
<i>Cyrelliotermes angulariceps</i>	0	148	0	0	0	148
<i>Orthognathotermes sp.1</i>	0	0	0	0	143	143
<i>Coptotermes testaceus</i>	0	113	0	0	0	113
<i>Neocapritermes angusticeps</i>	0	0	0	15	88	103
<i>Anoplotermes sp.1</i>	0	0	0	0	84	84
<i>Coatitermes sp.1</i>	0	0	0	0	39	39
<i>Anoplotermes sp.2</i>	0	0	0	0	32	32
<i>Spinitermes nigrostomus</i>	69	0	0	0	0	69
<i>Subulitermes baileyi</i>	4	0	0	0	0	4
TOTAL	914	3697	779	2481	2321	10192
ÁPICE						
<i>Heterotermes tenuis</i>	27	73	0	1594	641	2335
<i>Nasutitermes similis</i>	114	0	60	1235	0	1409
<i>Cylindrotermes parvignathus</i>	839	0	0	15	0	854
<i>Nasutitermes surinamensis</i>	0	0	0	251	0	251
<i>Spinitermes nigrostomus</i>	158	0	0	0	0	158
<i>Planicapritermes planiceps</i>	27	38	27	27	27	146
<i>Cyrelliotermes angulariceps</i>	0	64	0	0	0	64
<i>Neocapritermes angusticeps</i>	0	0	0	0	57	57
<i>Subulitermes baileyi</i>	32	0	0	0	0	32
<i>Rhinotermes marginalis</i>	0	19	0	0	0	19
<i>Grigiotermes sp.1</i>	0	0	3	0	0	3
<i>Anoplotermes sp.2</i>	0	0	7	0	0	7
TOTAL	1197	194	97	3122	725	5335

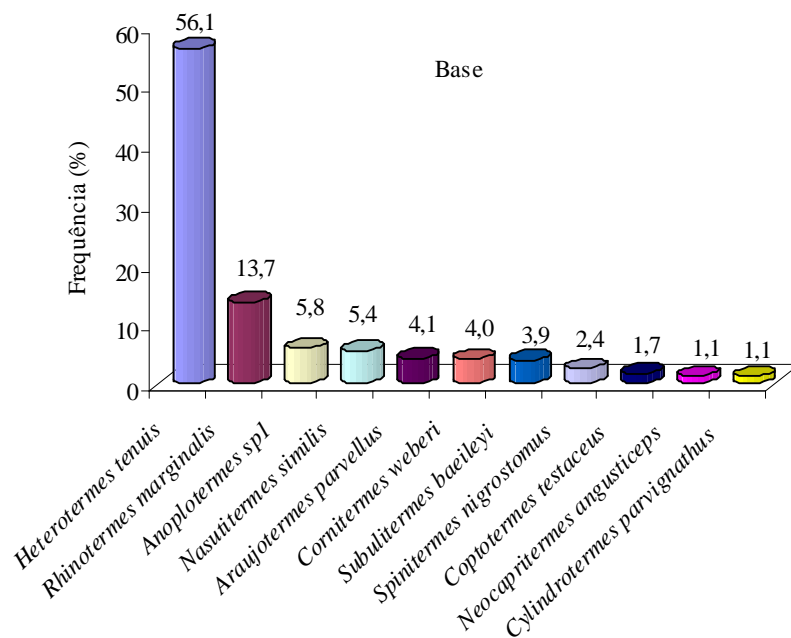


Figura 3 – Frequência das espécies das famílias Rhinotermitidae e Termitidae coletadas em amostras da posição base das árvores de *S. micranthum*, na BR 174, no período de junho de 2002 a abril de 2003.

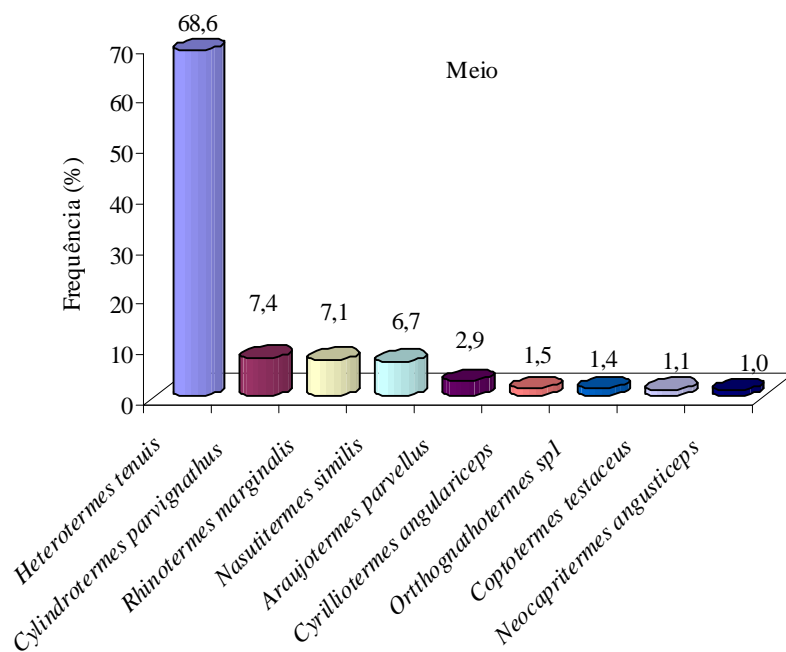


Figura 4 – Frequência das espécies das famílias Rhinotermitidae e Termitidae coletadas em amostras da posição meio das árvores de *S. micranthum*, na BR 174, no período de junho de 2002 a abril de 2003.

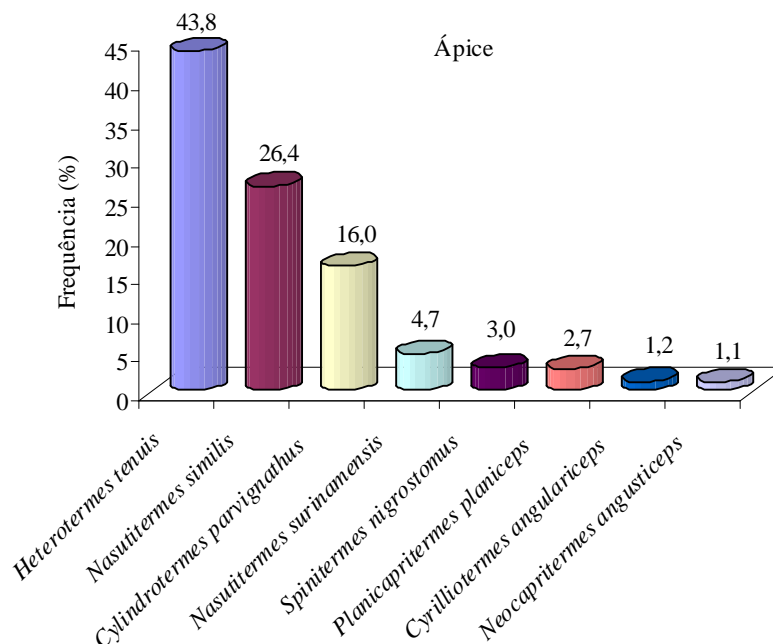


Figura 5 – Frequência das espécies das famílias Rhinotermitidae e Termitidae coletadas em amostras da posição ápice de todas as árvores de *S. micranthum*, na BR 174, no período de junho de 2002 a abril de 2003.

Considerando o total de todas as espécies e as três mais representativas, a Análise de Variância e o Teste de Tukey ($p \leq 0.05$) atestou que não houve diferença significativa entre as posições base, meio e ápice das árvores avaliadas (Quadros 1 a 4), embora tenha havido diferença numérica dos insetos entre as referidas posições dos fuste (Tabela 2).

Quadro 1 – Análise de Variância para todas as espécies de cupins considerando a somatória dos dados das posições base, meio e ápice de todas as árvores de *S. micranthum*.

Causas da Variação	G L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Pr > F
Tratamento	2	3.22743599	1.61371799	1.78	0.2105
Resíduo	12	10.88353175	0.90696098		
Total	14	14.11096774			

Quadro 2 - Análise de Variância para *Heterotermes tenuis* considerando a somatória dos dados das posições base, meio e ápice de todas as árvores de *S. micranthum*.

Causas da Variação	G L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Pr > F
Tratamento	2	14.91243270	7.45621635	2.28	0.1446
Resíduo	12	39.21832171	3.26819348		
Total	14	54.13075441			

Quadro 3 - Análise de Variância para *Nasutitermes similis* considerando a somatória dos dados das posições base, meio e ápice de todas as árvores de *S. micranthum*.

Causas da Variação	G L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Pr > F
Tratamento	2	78.972341	39.486170	0.342	0.7169
Resíduo	12	1384.577705	115.381475		
Total	14	1463.550046			

Quadro 4 - Análise de Variância para *Cylindrotermes parvgnathus* considerando a somatória dos dados das posições base, meio e ápice de todas as árvores de *S. micranthum*.

Causas da Variação	G L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Pr > F
Tratamento	2	73620.133333	36810.066667	0.721	0.5061
Resíduo	12	612550.800000	51045.900000		
Total	14	686170.933333			

Os cupins foram representados por poucas espécies e não evidenciaram preferência por quaisquer das posições dos fustes, além de terem sido coletados esparsamente, ou seja, em determinados meses foram encontrados e na grande maioria das amostras os mesmos não foram coletados. Até mesmo a espécie *H. tenuis* que foi predominante na coleta apresentou este comportamento. Dos 180 discos analisados, apenas em 68 foi registrada a presença dos mesmos, a despeito de que, em mais de 50% desses discos terem sido observados galerias características de ataque desses organismos. É provável que os cupins tenham infestado ou visitado os discos em ocasiões diferentes às coletas.

Em função do hábito alimentar, o local onde os cupins foram encontrados nos discos variou. Aqueles que se alimentam de húmus, como *Anoplotermes* e *Grigiotermes* foram

encontrados, preferencialmente, na interface entre a madeira e solo, embora alguns tenham até penetrado superficialmente na madeira. O local dos discos onde estes cupins foram encontrados apresentava a superfície da casca envolta por solo e por serrapilheira (Figura 6 A). As espécies xilófagas foram encontradas no alburno, cerne e medula. Algumas espécies dos gêneros *Nasutitermes* e *Cylindrotermes*, da família Termitidae, constroem galerias na superfície, em forma de abrigo para protegê-los, de forma a atingirem o local onde está sua fonte de alimento (Figura 6 B). Outras, como as de Rhinotermitidae, adentram a madeira pela parte em contato com o solo. À medida que estes insetos se alimentam, aparecem galerias características do dano e, ainda que adentrem à madeira de forma diferente, internamente estes cupins causam danos semelhantes (Figura 6 C).

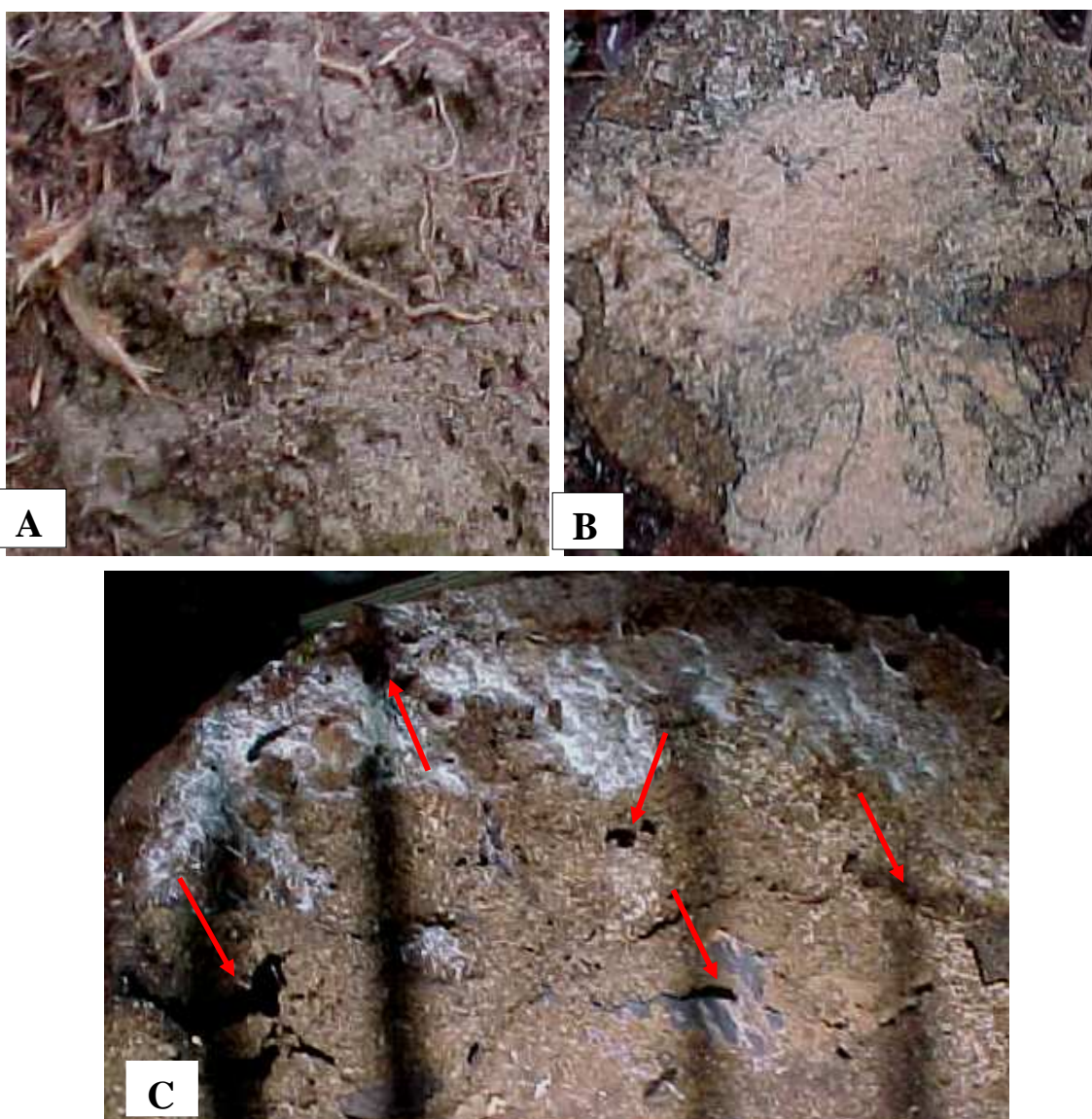


Figura 6 – Discos de *S. micranthum* com presença de cupins. A – Área da casca envolta em detritos junto com solo; B - Galerias de cupins no alburno e cerne da madeira; C – Danos feitos na casca interna, alburno, cerne e medula do disco.

A constância dos cupins ao longo das posições do fuste das árvores está registrada na Tabela 3. No geral, observa-se que a grande maioria das espécies foi acidental e que apenas *H. tenuis* foi constante na base e no meio.

Tabela 3 - Constância das espécies das famílias Rhinotermitidae e Termitidae coletadas nas posições dos fustes das árvores de *S. micranthum*, na BR 174, no período de junho de 2002 a abril de 2003.

Insetos	BASE	MEIO	APICE
Rhinotermitidae			
<i>Heterotermes tenuis</i>	W	W	Y
<i>Coptotermes testaceus</i>	Y	Z	
<i>Rhinotermes marginalis</i>	Z	Z	Z
Termitidae			
<i>Anoplotermes</i> sp.1	Z	Z	
<i>Nasutitermes similis</i>	Z	Y	Y
<i>Araujotermes parvellus</i>	Z	Z	
<i>Cornitermes weberi</i>	Z		
<i>Subulitermes baeileyi</i>	Z	Z	Z
<i>Spinitermes nigrostomus</i>	Z	Z	Z
<i>Neocapritermes angusticeps</i>	Z	Z	Z
<i>Cylindrotermes parvignathus</i>	Z	Y	Y
<i>Grigiotermes</i> sp.1	Z		Z
<i>Cyrilliotermes angulariceps</i>		Z	Z
<i>Orthognathotermes</i> sp.1		Z	
<i>Coatitermes</i> sp.1		Z	
<i>Anoplotermes</i> sp.2		Z	Z
<i>Nasutitermes surinamensis</i>			Z
<i>Planicapritermes planiceps</i>			Z

W = Espécies constantes: presente em mais de 50% das coletas;

Y = Espécies acessórias: presentes em 25 a 50% das coletas;

Z = Espécies acidentais: presentes em menos de 25% das coletas.

O tempo de ocorrência das espécies nas amostras de cada uma das posições do fuste das árvores de *S. micranthum* está representado nas Tabelas 4 a 6. Os dados ainda indicam que em todas as posições, *H. tenuis* foi a primeira espécie a atacar os discos, com o registro inicial da infestação a partir do quarto mês após a implantação do experimento, nas amostras da posição meio, mas foi nas da base que ele permaneceu até o vigésimo mês. Na seqüência da infestação foi registrada a presença de *R. marginalis*, juntamente com *N. angusticeps*, *C. weberi* e *P. planiceps*. A última a ser registrada foi *N. suriamensis*, no vigésimo mês. Muitas espécies, principalmente aquelas que não se alimentam dos constituintes da madeira, exceção a *R. marginalis*, *C. weberi*, *C. testaceus*, *P. planiceps* e *N. suriamensis*, tiveram passagem efêmera pelas amostras da madeira de cardeiro.

O que se observou ainda na análise dos dados das referidas tabelas é que as espécies não foram registradas nas amostras nos quatro primeiros meses do experimento e que, assim como observado para os besouros, os cupins foram coletados esparsamente. Também, em todos os discos das duas últimas coletas foi observado que, apesar de sinais evidentes de ataque de cupins, os mesmos já não se encontravam presentes nas amostras. A demora no ataque às amostras pode ser explicada pelo fato de que os cupins precisam que a madeira apresente certo grau de degradação. O fato de não terem sido coletados cupins nas duas últimas coletas, provavelmente deve-se à saída dos mesmos das amostras em busca de um novo substrato, com melhores condições.

Tabela 4 – Período de ocorrência das espécies das famílias Rhinotermitidae e Termitidae nas amostras da posição base das árvores de *S. micranthum*, na BR 174, no período de junho de 2002 à abril de 2003.

Insetos	Meses											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Rhinotermitidae												
<i>Heterotermes tenuis</i>			x	x	x	x	x	x	x	x		
<i>Rhinotermes marginalis</i>				x								
<i>Coptotermes testaceus</i>					x	x		x				
Termitidae												
<i>Cornitermes weberi</i>				x								
<i>Neocapritermes angusticeps</i>				x							x	
<i>Nasutitermes similis</i>								x			x	
<i>Araujotermes parvillus</i>								x				
<i>Subulitermes baeileyi</i>						x	x					
<i>Anoplotermes</i> sp1								x				
<i>Grigiotermes</i> sp1								x				
<i>Cylindrotermes parvignathus</i>										x		
<i>Spinitermes nigrostomus</i>										x		

Tabela 5 – Período de ocorrência das espécies das famílias Rhinotermitidae e Termitidae nas amostras da posição meio das árvores de *S. micranthum*, na BR 174, no período de junho de 2002 à abril de 2003.

Insetos	Meses											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Rhinotermitidae												
<i>Heterotermes tenuis</i>		x	x	x	x	x		x	x			
<i>Rhinotermes marginalis</i>				x								
<i>Coptotermes testaceus</i>					x							
Termitidae												
<i>Nasutitermes similis</i>					x	x		x	x	x		
<i>Cylindrotermes parvignathus</i>					x				x	x		
<i>Anoplotermes sp1</i>					x							
<i>Cyrrillitermes angulariceps</i>					x							
<i>Orthognathotermes sp1</i>							x					
<i>Neocapritermes angusticeps</i>							x	x				
<i>Coatitermes sp1</i>							x					
<i>Araujotermes parvillus</i>								x	x			
<i>Subulitermes baeileyi</i>								x				
<i>Anoplotermes sp2</i>									x			
<i>Spinitermes nigrostomus</i>									x			

Tabela 6 - Período de ocorrência das espécies das famílias Rhinotermitidae e Termitidae nas amostras da posição ápice das árvores de *S. micranthum*, na BR 174, no período de junho de 2002 à abril de 2003.

Insetos	Meses											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Rhinotermitidae												
<i>Heterotermes tenuis</i>			x	x	x	x						
<i>Rhinotermes marginalis</i>				x								
Termitidae												
<i>Planicapritermes planiceps</i>				x	x							
<i>Nasutitermes similis</i>					x		x		x	x		
<i>Cyrrillitermes angulariceps</i>					x							
<i>Cylindrotermes parvignathus</i>							x	x		x		
<i>Neocapritermes angusticeps</i>							x					
<i>Anoplotermes sp2</i>							x					
<i>Grigiotermes sp1</i>							x					
<i>Spinitermes nigrostomus</i>								x	x			
<i>Subulitermes baeileyi</i>								x	x			
<i>Nasutitermes surinamensis</i>											x	

As espécies das famílias Rhinotermitidae e Termitidae associadas à espécie florestal cardeiro são bastante comuns na região amazônica (Bandeira, 1989; 1993; 1998; Constantino, 1992a; 1992b; Martius, 1997; Jesus *et al.*, 1998; Matias & Abreu, 1999; Abreu *et al.*, 2002). A família Rhinotermitidae possui doze espécies distribuídas em quatro gêneros e todos ocorrem na região neotropical: *Coptotermes*, *Heterotermes*, *Rhinotermes* e *Dolichorhitermes*. A maioria das espécies desta família alimenta-se de madeira, preferencialmente bem úmida que esteja em

contato com o solo e atacada por fungos. Algumas delas são pragas importantes e constroem seus ninhos no solo, podendo também encontrá-los em troncos de árvores, postes e nas estruturas de madeiras das construções. As espécies mais importantes são: *Coptotermes gestroi* (Wasmann), *Coptotermes testaceus* (Linnaeus), *Heterotermes longiceps* (Snyder) e *Heterotermes tenuis* (Hagen) (Berti Filho *et al.*, 1993; Zorzenon & Potenza, 1998; Constantino, 2001).

Heterotermes tenuis, a espécie mais abundante neste trabalho e constante na região da base e meio, pertence à subfamília Heterotermitinae. É xilófaga verdadeira e amplamente distribuída na América do Sul, ocorrendo na maioria das regiões do Brasil. Vive em vários tipos de habitats, em madeira ou ninhos difusos no solo, mas como cupim subterrâneo (Constantino, 1999). Esta espécie é conhecida como praga de do cerne e tronco de *Eucalyptus* spp. (Raetano *et al.*, 1997; Constantino, 2002; Calderon & Constantino, 2007) e de algumas culturas agrícolas, como cana-de-açúcar (Berti Filho *et al.*, 1993; Zorzenon & Potenza, 1998). É bastante comum encontrar operários e soldados desta espécie em mourões de cercas na zona rural ou em troncos caídos em ambientes naturais não alterados por atividade humana (Berti Filho *et al.*, 1993). Também foi encontrada por Constantino (1991b; 1992a) em madeiras deterioradas e sob cascas de troncos mortos, em florestas de terra firme e de várzea, na Amazônia Ocidental e Oriental e por Apolinário (1993) em madeira, na Reserva Florestal Adolpho Ducke. Está associada à deterioração de várias espécies florestais da Amazônia. Foi registrada no estudo de durabilidade natural de madeiras em campo de apodrecimento (Jesus *et al.* 1998) pelo ataque às estacas das espécies: *Eschweilera decolorans* Sandwith, *Holopyxidium* sp., *Hymenolobium excelsum* Ducke, *H. pulcherrimum* Ducke, *Pithecelobium racemosum* Ducke, *Vochysia guianensis* Aubl. e *V. maxima* Ducke. Também foi encontrada em discos de madeiras submetidos a biodeterioração em solo de floresta primária, nas espécies: *Chimarrhis barbata* (Ducke) Bremek., *Lueheopsis rosea* (Ducke) Burret, *Osteophloeum platyspermum* (Spruce ex A. DC.), *Trattinickia burserifolia* (Mart.) Willd. e *Tachigalia* sp. (Matias & Abreu, 1999). Em Belém, Bandeira *et al.*, (1989) relataram a ocorrência desta espécie atacando madeiras de edificações, sem apresentar qualquer ameaça para as construções.

Outra espécie de cupim encontrada, *C. testaceus*, pertence à subfamília Coptotermitinae e é conhecida como “cupim de cerne”, por causa do dano que acarreta em árvores de reflorestamentos de eucalipto, quando penetra pelas raízes das árvores e constrói galerias pelo interior do tronco, destruindo o cerne e tornando as árvores ocas (Wilcken & Raetano, 1995). Apesar de ter tido baixa frequência nas coletas, esta espécie é bastante comum em florestas da região amazônica, inclusive é reportada como causadora de danos na medula de árvores (Bandeira, 1993; Apolinário & Martius, 2004). Foi considerada por Bandeira *et al.* (1989) a

segunda espécie xilófaga mais importante em Belém, Pará, com elevada incidência de ataque em assoalhos e peças de madeira, diretamente apoiados sobre piso, com alta umidade e pouco arejados. A principal via de acesso às madeiras atacadas foi efetuada por madeiras enterradas e muitas vezes, de baixa qualidade. Em florestas de terra firme da Amazônia Ocidental e Oriental, Constantino (1991b) observou esta espécie alimentando-se de madeira sã e construindo uma estrutura argilosa sobre troncos, mas que não são ninhos verdadeiros. Foi coletada por Apolinário (1993) em madeira em contato com solo na Reserva Ducke, Manaus.

No Estado do Amazonas *C. testaceus* foi registrado deteriorando, em campo de apodrecimento, estacas de *Anacardium giganteum* W. Hancock ex Engler., *Aspidosperma obscurinervium* Azambuja, *Eperua* sp., *Vochysia guianensis* (Jesus *et al.*, 1998). Em discos expostos a biodeterioração, foi encontrada em: *L. rosea*, *O. platyspermum* e *Tachigali* sp. (Matias & Abreu, 1999). Em outros Estados do Brasil é reportada como a que mais causa danos em madeiras de árvores vivas de várias espécies de *Eucalyptus*, construindo ninhos na base do tronco e algumas vezes fazendo uma grande cavidade parcialmente preenchida com argila (Nogueira & Souza, 1987; Santos *et al.*, 1990; Raetano *et al.*, 1997; Moraes *et al.*, 2002; Calderon & Constantino, 2007). Também foi registrada como praga em árvores de *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. e em *Aniba duckei* Kosterm. (Nogueira & Souza, 1987) e em *Manihot esculenta* Crantz (Bandeira, 1981).

A terceira espécie da família Rhinotermitidae, *R. marginalis*, ocorre no norte da América do Sul, principalmente na floresta Amazônica, alimentando-se de madeira sã (Constantino 1991b; 1992a) e/ou parcialmente decomposta (Constantino, 1999; Fontes & Milano, 2002). Foi encontrado por Bandeira *et al.* (1989) em edificações na cidade de Belém e por Mill (1992) em estruturas de madeiras nos Estados do Amazonas e Roraima, onde causou danos irrisórios. Também foi reportada por Martius (1997) infestando, tanto madeira sã como podre, em florestas de várzeas da Amazônia Central e por Constantino (1992a) em florestas de terra firme e de várzea, vivendo em madeira sã.

Outra família encontrada nas amostras de cardeiro foi Termitidae, que é largamente distribuída na região Neotropical. Ocorre em todo o Brasil e faz ninhos em forma de montículos, subterrâneos, arborícolas ou semi-arborícolas (Constantino, 1999).

Das 15 espécies da família Termitidae encontradas na madeira de cardeiro, 7 pertencem à subfamília Nasutitermitinae, 5 à Termitinae e 3 à Apicotermatinae. As espécies da Nasutitermitinae são: *A. parvellus*, *C. weberi*, *N. similis*, *N. surinamensis*, *S. baileyi*, *C. angulariceps* e *Coatitermes* sp.1. Da subfamília Termitinae são: *N. angusticeps*, *S. nigrostomus*, *C. parvignathus* e *P. planiceps* e *Orthognathotermes* sp.1. Da Apicotermatinae, são: *Anoplotermes* sp.1 e *Anoplotermes* sp.2, *Grigiotermes* sp.1. Os dados ratificam a

afirmação de que a subfamília Nasutitermitinae é mais abundante na região amazônica. Embora o gênero *Nasutitermes* seja predominante na região amazônica, nas amostras de *S. micranthum* sua presença foi considerada pequena, com apenas duas espécies: *N. similis* e *N. surinamensis*. A primeira foi registrada em todas as posições das árvores avaliadas e a segunda, somente no ápice (Tabela 2; Figuras 4 a 6). *N. similis* foi encontrada em estacas em campo de apodrecimento nas espécies florestais: *A. giganteum*, *A. obscurinervium*, *Diploptropis purpurea* (Rich.) Amshoff, *Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier, *Mezilaurus itauba* (Meisn.) Taub. ex Mez, *Piptadenia suaveolens* Miq., *Tachigali* sp., *V. guianensis* e *V. maxima* (Jesus *et al.*, 1998). *N. surinamensis* é relatado por Mill (1992) como pragas de peças estruturais e por Mathews (1977) no Mato Grosso, vivendo em ninhos e em troncos no chão e alimentando-se de madeira.

Cylindrotermes parvignathus é cupim de floresta e ocorre na Amazônia em madeira sobre o solo e aparentemente não constrói ninho (Constantino, 1999). Foi encontrado por Apolinário (1993) em fragmentos lenhosos na Reserva Ducke e é considerado xilófago. No estudo com estacas em campo de apodrecimento, esta espécie foi reportada por Jesus *et al.*, (1998) em *Dipteryx odorata*, *D. polyphylla* e *Eperua* sp., e em discos das espécies arbóreas: *L. rosea*, *O. platyspermum*, *T. burserifolia* e *Tachigali* sp. (Matias & Abreu, 1999). Também foi reportada por Constantino (1991a; 1992a) em floresta de terra firme e de várzea da Amazônia Ocidental e Oriental, alimentando-se de material lenhoso.

Os térmitas da subfamília Apicotermatinae, incluindo os gêneros *Anoplotermes* e *Grigiotermes* encontrados nas amostras de cardeiro, são considerados os mais primitivos dentre os Termitidae (Krishna, 1970) e a maioria se alimenta de húmus (Souza & Brown, 1994). A despeito desse hábito alimentar, já foram reportados como praga de várias culturas agrícolas (Mill, 1992; Czepak *et al.*, 1993). Laffont *et al.* 2004 observaram em três Parques Nacionais da Argentina, duas morfo-espécies de *Anoplotermes*, localizadas dentro e abaixo de galhos caídos, mas alimentando-se de húmus. Em levantamentos realizados em diferentes formações florestais na Amazônia Ocidental e Oriental, estes gêneros foram registrados em amostras de solo e madeira podre (Bandeira, 1989; Bandeira & Macambira, 1988; Constantino, 1992a; Apolinário, 1993). O gênero *Anoplotermes* também foi encontrado em toras de *C. multijuga*, *Micranda* sp. e *V. surinamensis*, estocadas no pátio de indústrias madeireiras em Manaus (Abreu *et al.*, 2002) e em campo de apodrecimento, em estacas das seguintes espécies florestais da Amazônia: *Andira parviflora* Ducke, *Buchenavia oxycarpa* (Mart.) Eichler, *Dinizia excelsa* Ducke, *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd., *Endlicheria formosa* A.C.Sm, *E. decolorans*, *Hymenolobium sericeum* Ducke, *M. huberi*, *Nectandra rubra* (Mez) C.K. Allen, *Parkia* sp., *P. racemosum*, *Qualea* sp., *Swartzia ingifolia* Ducke e *V. máxima* (Jesus *et al.*, 1998). O gênero

Grigiotermes foi encontrado em discos expostos à biodeterioração nas seguintes espécies: *L. rosea*, *O. platyspermum*, *T. burserifolia*, *Tachigali* sp.e *C. barbata* (Matias & Abreu, 1999).

As demais espécies são pouco conhecidas em madeira, mas têm seu registro em alguns trabalhos de levantamentos na Amazônia, como *N. angusticeps* (Termitinae) que teve poucos representantes nas posições base e meio das árvores (Tabela 3). É cupim de florestas de terra firme, de florestas secundárias e de pastagens da Amazônia. Normalmente seu habitat é dentro ou embaixo de toras caídas ou em ninhos epígeos abandonados de outras espécies de cupins, mas também constrói ninhos subterrâneos (Constantino, 1991a; Apolinário, 1993). Alimenta-se de madeira medianamente decomposta a muito podre e preenche os espaços vazios da madeira com terra solta (Bandeira & Macambira, 1988; Constantino, 1991a).

A espécie *P. planiceps* ocorre em boa parte da Amazônia brasileira e é encontrada em florestas, alimentando-se de madeira e aparentemente vive em troncos em decomposição sobre o solo e dentro ou sob casca de madeira morta (Constantino, 1991b; 1992a; 1999; Apolinário, 1993). De acordo com Souza & Brown (1994), em floresta de terra firme, a 80 km de Manaus, esta espécie foi observada alimentando-se de madeira e solo, possuindo, portanto o hábito alimentar intermediário.

As espécies *C. angulariceps*, *A. parvillus* e *S. baileyi* vivem no solo, em madeira podre ou em ninhos de outros cupins, mas alimentam-se de húmus; *Coatitermes* sp.1 vive em florestas e tem como alimento a madeira podre e o húmus (Constantino, 1991b; 1992a; 1999). *C. weberi* também vive em florestas; constrói ninhos subterrâneos e alimenta-se de madeira, sendo, portanto, considerado xilófago (Constantino, 1992a; Apolinário, 1993; Amelung *et al.*, 2002). *S. nigrostomus* e *Orthognathotermes* sp.1 ocorrem no solo ou em ninhos de outros cupins e e também alimentam-se de húmus (Apolinário, 1993; Constantino, 1999); o último também se alimenta de madeira podre (Mathews, 1977).

O período de tempo das espécies de cupins nas amostras de cardeiro foi diretamente relacionado com seus hábitos alimentares, uma vez que a preferência alimentar de cada uma delas depende dos diferentes estágios de decomposição em que se encontra a madeira. As espécies de cupins são agrupadas de acordo com sua preferência alimentar, que envolve madeira, madeira/solo, húmus e liteira (Bandeira, 1983; Gontijo & Domingos, 1991; Mathews, 1977; Souza & Brown, 1994). De acordo com este último autor, os que se alimentam de madeira dependem dos diferentes estágios de decomposição em que a mesma se encontra; aqueles que se alimentam de solo, ingerem partículas minerais de terra misturadas com matéria orgânica, que são distintos do grupo de liteira, que consomem as folhas decompostas no solo. O grupo dos que consome a mistura de madeira e solo é chamado intermediário.

Os cupins capturados alimentam-se de madeira, variando de sã em vários estágios de decomposição a podre e de húmus/solo. Apesar da madeira oferecer algumas desvantagens no que se refere ao baixo conteúdo de nitrogênio, dureza e no potencial tóxico variável, desenvolvido como mecanismo de defesa (Lima & Costa Leonardo, 2007), os cupins têm mecanismos digestivos para extrair a maior parte dos nutrientes disponíveis a partir de uma alimentação de baixa qualidade (Waller & La Fage, 1986).

Heterotermes tenuis, a primeira espécie registrada, iniciou o ataque a partir do quarto mês de exposição das amostras em campo e permaneceu durante 18 meses. Quando da análise das amostras atacadas por esta espécie, foi observado que o número de insetos foi diminuindo consideravelmente à medida que as amostras iam sendo deterioradas pelo tempo, inclusive não foi encontrada nos últimos quatro meses. Isto enfatiza a sua característica de ataque em madeiras recém abatidas, úmidas e pouco deterioradas, sendo por isto, chamada de xilófaga verdadeira (Bandeira & Macambira, 1988; Bandeira *et al.* 1989; Constantino, 1992a).

Outras espécies que apresentam o hábito da xilofagia são *N. similis*, *N. angusticeps* e *C. parvignathus*, as quais foram encontradas nas amostras de cardeiro a partir do oitavo e décimo meses do experimento em campo (Tabelas 4 a 6). Este comportamento está de acordo com Bandeira & Macambira (1988), quando afirmam que estas espécies se alimentam de madeira moderadamente decomposta. *Cylindrotermes parvignathus* e *N. similis* também apresentaram comportamento similar em campo de apodrecimento (Jesus *et al.*, 1998). O início do ataque destas espécies às estacas de madeiras não resistentes (vida útil menor que 2 anos), moderadamente resistentes (entre 2 e 5 anos) e altamente resistentes (maior que 8 anos) só foi observado por volta de seis meses e dois anos depois da implantação do experimento, respectivamente, quando estas apresentaram decomposição média.

Houve espécies que apesar de se alimentarem de madeira, tiveram passagem efêmera nos discos como *R. marginalis*, *C. weberi*, *C. testaceus*, *P. planiceps* e *N. surinamensis* (Tabela 4 a 6). Esta última espécie, não obstante se alimentar principalmente de madeira sã, é muito especializada, pois prefere madeira de baixa densidade (Bustamante & Martius, 1998). Talvez o fato da madeira de cardeiro apresentar densidade moderadamente pesada (INPA/CPPF, 1991; Nascimento, 2000), explique por que *N. surinamensis* não permaneceu por mais tempo no cardeiro. Isto também pode ter funcionado como barreira para as demais espécies. Outra hipótese pode estar relacionada com a existência de metabólitos secundários tipo polifenóis (taninos) com sabor adstringente.

As demais espécies que possuem o hábito de se alimentar de húmus e/ou madeira muito podre foram encontradas em períodos variáveis (Tabela 4 a 6), somente a partir do décimo mês, sendo registradas apenas na segundo mês. A exceção foi observada para *S. baileyi* e *A.*

parcellus, que permaneceram por quatro meses nas amostras da posição base e meio, respectivamente.

Como mencionado em diversas fontes literárias e observado neste trabalho, os cupins se alimentam de madeira úmida em diversos estágios de deterioração e de acordo com Lima & Costa-Leonardo (2007), os fungos têm um relevante papel neste processo. Estes organismos, tanto podem atuar na anulação das substâncias tóxicas (Highley & Kirk, 1979), como podem transformar alimentos pobres em alimentos palatáveis (La Fage & Nutting, 1978; Gilbertson, 1984). Muitos cupins parecem ser nutricionalmente dependentes dos fungos decompositores de madeira; outros mostram resposta positiva para madeira infectada por esses organismos (Sands, 1969). Segundo Martin (1979), a vantagem de consumir alimento decomposto abrange: aumento na quantidade de nitrogênio e de outros nutrientes e no conteúdo de umidade; pré-digestão de produtos de madeira; aquisição de bactérias fixadoras de nitrogênio; e desintoxicação da madeira e de extratos de plantas.

Hickin (1971) e Edwards & Mill (1986) afirmam que a destruição da madeira causada por cupins freqüentemente é precedida pelo ataque de fungos. Diante disso, os cupins são considerados pelo primeiro autor como pragas secundárias, o que não diminui sua importância, pois uma vez instalados podem destruir ou, no mínimo provocar, redução da qualidade da madeira.

O teor e a natureza dos extrativos existentes na madeira também podem interferir na sua decomposição. Estudos realizados por Farmer (1967) e Scheffer (1973) demonstram que estas substâncias lhe conferem resistência, devido às suas propriedades inseticidas e fungicidas. Ainda segundo estes autores, como estes extrativos não se distribuem uniformemente ao longo da árvore, a resistência natural é maior nas partes do cerne e próximo da base da árvore, diminuindo em direção à medula e ao topo. À medida que a árvore envelhece, ocorre diminuição da toxicidade dos extrativos e conseqüente redução da resistência ao ataque de organismos xilófagos.

Como não foram realizadas análises dos diversos constituintes da madeira de *S. micranthum*, assim como não foi determinada a idade das árvores, recomenda-se que sejam feitos estudos posteriores, englobando estas duas linhas de pesquisa para complemento das informações.

CAPÍTULO III

RELAÇÃO DA DETERIORAÇÃO DA MADEIRA DE CARDEIRO (*Scleronema micranthum*) COM A DENSIDADE E COM A RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS.

3.1. INTRODUÇÃO

As madeiras são caracterizadas em função de suas propriedades físicas e mecânicas, que contribuem com sua classificação e pela qual, são definidos seus respectivos usos (Scanavaca Junior, 2001).

As propriedades físicas são utilizadas para verificar a instabilidade dimensional da madeira, sendo a densidade básica uma das mais importantes na definição da qualidade da madeira por estar associada às características químicas, físicas e anatômicas da madeira. Sua definição está relacionada como a massa da madeira seca e seu volume saturado, ou seja, a uma umidade superior ao ponto de saturação das fibras (Panshin & Zeeuw, 1981). Como há um alto grau de correlação da densidade com a resistência mecânica em todas as espécies produtoras de madeira, sua variação compromete esta resistência, bem como a variação dimensional da madeira (variação física), conforme vários autores (Arganbright, 1971; Panshin & Zeeuw, 1981; Garcia, 1998). Por causa dessa peculiaridade, a densidade básica é propriedade física mais estudada da madeira.

As propriedades mecânicas referem-se às características de resistência e elasticidade da madeira e podem ser definidas como a expressão do seu comportamento sob a influência de uma força aplicada. Este comportamento é modificado de várias maneiras, dependendo do tipo de força exercida na madeira e as diferenças básicas na sua organização. Assim, uma vez que a madeira é altamente anisotrópica, qualquer propriedade deve se referir a uma direção particular com respeito à sua estrutura (Panshin & Zeeuw, 1981).

Neste contexto, Araújo (2002), afirma que a resistência à ruptura pela compressão paralela às fibras é uma das propriedades mecânicas que determina a resistência e a rigidez das madeiras. É dada pela força máxima de compressão, que pode atuar na direção paralela às fibras da madeira em um corpo de prova, a um teor de umidade de 12%, com área de seção transversal.

Diversos estudos têm sido realizados no Brasil sobre a densidade básica de madeiras, especialmente com *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. Estes estudos, além de ter como objetivo a determinação desta propriedade física, têm sido feitos para demonstrar a variabilidade da

densidade ao longo do tronco de árvores de uma mesma espécie e entre árvores de uma mesma população na mesma localidade e em localidade diferentes, dentre outros (Della Lucia & Vital, 1983; Barrichelo *et al.*, 1983; Mendes *et al.*, 1999; Oliveira & Silva, 2003; Serpa *et al.*, 2003).

No que concerne a variabilidade das propriedades mecânicas ao longo da árvore, poucos estudos têm sido realizados. Com a propriedade de resistência à compressão paralela às fibras, a exemplo da densidade, a maioria das pesquisas também tem sido realizada com *Pinus* e *Eucalyptus* (Muniz & Palma, 1998; Adorno & Garcia, 2003; Serpa *et al.*, 2003), embora também existam trabalhos com espécies nativas (Burger & Richten, 1991; Oliveira *et al.*, 1988; 1990; Vale *et al.*, 1992; Araújo *et al.*, 2000; Vale *et al.*, 2001).

Na Amazônia, a densidade básica e a resistência à compressão paralela às fibras de espécies florestais já são conhecidas (Paula *et al.*, 1986; INPA/CPPF, 1991; 1993; IBAMA, 1993; Nascimento, 1993; Nascimento & Garcia, 1995; Nascimento *et al.*, 1997; Barbosa & Ferreira, 2004). Com a madeira de *Scleronema micranthum* (Ducke) Dcuke, Bombacaceae, estas propriedades foram objeto de trabalhos feitos pelo INPA/CPPF (1991) e por Nascimento (2000).

Em geral, estas duas propriedades mostram-se bem correlacionadas, ou seja, madeiras que apresentam densidade alta, também apresentam propriedades mecânicas altas (Sales, 1991; Nascimento, 1993). Adorno & Garcia (2003) estudando a densidade e doze propriedades mecânicas das madeiras de *E. grandis* e *E. urophylla*, encontraram correlação positiva entre a densidade e a resistência à compressão paralela às fibras apenas para *E. grandis*. Por outro lado, Araújo (2002) encontrou correlação significativa entre estas duas propriedades, quando analisou estatisticamente, 163 espécies florestais da Amazônia.

Com relação à avaliação do efeito da biodeterioração sobre as propriedades físicas e mecânicas da madeira, os trabalhos existentes foram realizados por Venson (2000) e por Trevisan *et al.* (2007). O primeiro utilizou amostras do fuste de *P. taeda* estocadas por seis meses no piso da floresta, onde observou redução de 4,3% na densidade e 14,7% na resistência à compressão paralela às fibras da madeira. O segundo submeteu por 12 meses amostras de *E. urophylla*, *Lophanthera lactescens* Ducke, *P. elliotti*, *Melia azedarach* L. e *Inga marginata* Kunth a intempérie e também observou reduções nestas propriedades. A redução percentual da densidade variou de 5 a 14% e da compressão paralela às fibras de 20 a 42%.

Pelo exposto acima este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da deterioração da madeira de *S. micranthum* na densidade e na resistência à compressão paralela às fibras da madeira, quando exposta por 24 meses no solo de uma floresta primária.

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. Objetivo Geral

Coprrrelacionar a deterioração de amostras retiradas do lenho de cinco árvores de *Scleronema micranthum* com sua densidade básica e resistência à compressão paralela às fibras.

3.2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar a influência do tempo sobre a densidade básica e sobre a resistência à compressão paralela às fibras de madeiras de *S. micranthum* expostas no campo;
- Comparar a densidade básica e a resistência à compressão paralela às fibras da madeira sã com a madeira exposta no campo durante 12 e 24 meses.

3.3. MATERIAL E METODOS

A metodologia para obtenção das amostras dos discos de *S. micranthum* para a realização dos testes de densidade e de resistência à compressão paralela às fibras foi a mesma descrita no item 3.3 do capítulo 1.

3.3.1. DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE E DA COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS.

Para o cálculo da densidade básica e da resistência à compressão paralela às fibras, de cada um dos discos foram confeccionadas seis amostras de 2x2x3cm e 5x5x20cm, respectivamente, no sentido radial e em cada posição (Figura 1A e 1C). Estes ensaios foram realizados com amostras da madeira saudável, expostas no campo durante doze e 24 meses. A amostragem foi realizada em cinco árvores e em cada árvore foram selecionadas três posições (base, meio e ápice), perfazendo um total de 270 corpos de prova para cada um dos testes.

Na determinação da densidade básica foram considerados o volume da madeira verde e o peso seco da madeira, de acordo com as recomendações da Comissão Pan-americana de Normas Técnicas (COPANT, 1971a). Para a obtenção do volume da madeira verde, os corpos de prova ficaram submersos dentro de um recipiente com água por um período de 10 dias, tempo necessário para atingirem a saturação. Após esta etapa, cada corpo de prova saturado, com o auxílio de um suporte, foi mergulhado em um becker com água sobre uma balança (Figura 1B) e o volume da madeira verde foi obtido em função do deslocamento do líquido após a imersão do corpo de prova (Vital, 1984). Para o peso da madeira seca, o mesmo corpo

de prova foi seco em estufa a $103 \pm 5^\circ \text{C}$, até o peso permanecer constante. A precisão da balança utilizada nessa medição é de 0,001 grama. A densidade foi calculada por meio da fórmula (1):

$$Db = \frac{Ps}{Vv} \text{ g/cm}^3 \quad (1), \text{ onde}$$

Db = Densidade básica

Ps = Peso da madeira seca

Vv = Volume da madeira verde



Figura 1 – Representação das amostras de *S. micranthum* para análise (A e B) da densidade e (C e D) da resistência à compressão a paralela às fibras.

Para o ensaio da resistência à compressão paralela às fibras, cada amostra foi submetida a uma força em uma das extremidades, com velocidade constante, até o seu limite máximo de resistência, por meio da máquina Universal Instron, com capacidade de 50.000kg (Figura 1D). A velocidade de carregamento que é utilizada para determinar o limite de resistência à compressão foi calculada de acordo com as recomendações da norma ASTM (1995), baseado nas dimensões das amostras e numa velocidade constante de 0,09mm/min, conforme a equação (2), de acordo com COPANT (1971b).

$$Vc = 0,003 \text{ cm/cm de comprimento /min} \quad (2)$$

A resistência à compressão paralela às fibras foi calculada pela fórmula (3):

$$Fc = \frac{Fc_{\max}}{A_0} \text{ Kg/cm}^2 \quad (3), \text{ onde}$$

F_c = resistência à compressão paralela às fibras

$F_{c_{\max}}$ = máxima força de compressão aplicada ao corpo de prova

A_0 = área inicial da seção transversal comprimida

3.3.2. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise dos parâmetros densidade e resistência à compressão paralela às fibras inicialmente, foram calculadas por meio de análises estatísticas descritivas as medidas de posição central (média e mediana) e medidas de dispersão ou variabilidade dos dados (máximo, mínimo, desvio padrão e variância) para cada uma das posições (base, meio e ápice). Em seguida foi estimada a inferência estatística por meio da Estimação do Intervalo de Confiança da média amostral com nível de 95% de confiança, pelo teste t de Student, com limites inferiores e superiores da média para caracterizações destas duas variáveis, para cada uma das posições (base, meio e ápice).

Na etapa seguinte foi feita a análise de variância (ANOVA) com a finalidade de comparar as médias entre as amostras nas três posições (base, meio e ápice), entre os três períodos de tempo analisados (Zero, 12 e 24 meses) e as interações (posição e período de tempo). Posteriormente, foi realizado, para cada parâmetro, o ajuste de modelo linear entre os períodos de tempo e as posições, assim como para cada uma das posições, por meio da Regressão Linear Simples, com nível de 95% de confiança pelo teste t.

Todas estas análises foram feitas por meio do Programa Estatístico MiniTab.

3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes à análise da estatística descritiva onde estão distribuídas as classes de frequência da densidade, assim como as medidas de posição e dispersão representados nas Figuras 2 a 5. Ressalta-se que existe uma classe que se sobressai, cujos dados são da madeira não submetida à deterioração e que são superiores a $0,55 \text{ g/cm}^3$. Verifica-se também que a distribuição da densidade em todas as figuras apresenta assimetria negativa, ou seja, se dispersa para os valores menores, uma vez que houve decréscimo em função do tempo de exposição das amostras. Observa-se ainda que os valores da média e da mediana são, aproximadamente, iguais e que apenas no ápice a mediana é maior que a média. O intervalo de confiança da média está compreendido entre $0,45 \text{ g/cm}^3$ e $0,50 \text{ g/cm}^3$ e o da mediana entre $0,46 \text{ g/cm}^3$ e $0,52 \text{ g/cm}^3$.

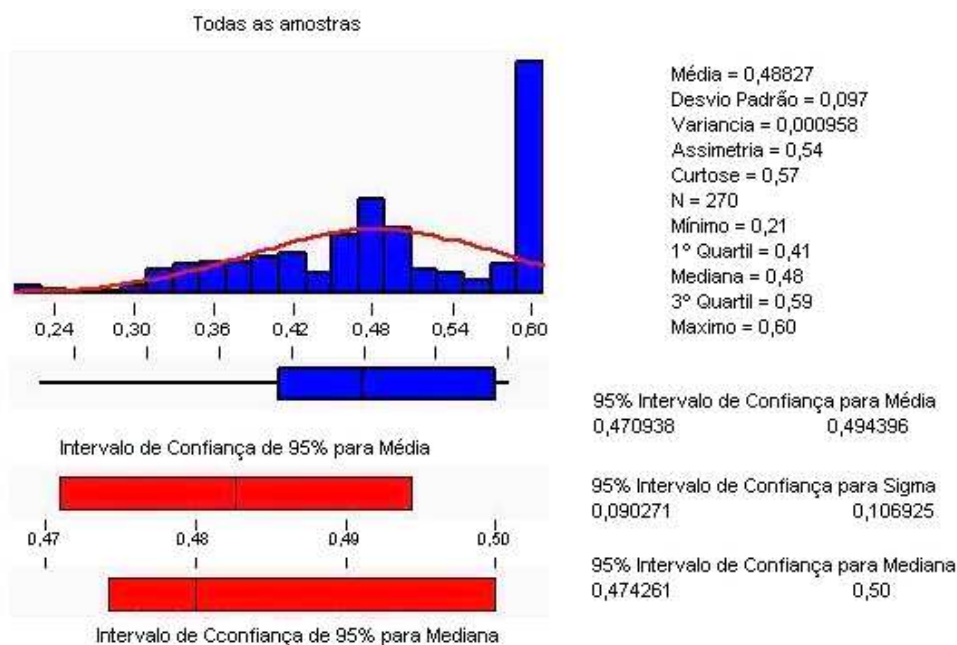


Figura 2 - Distribuição das classes de densidade considerando todas as amostras de *S. micranthum*.

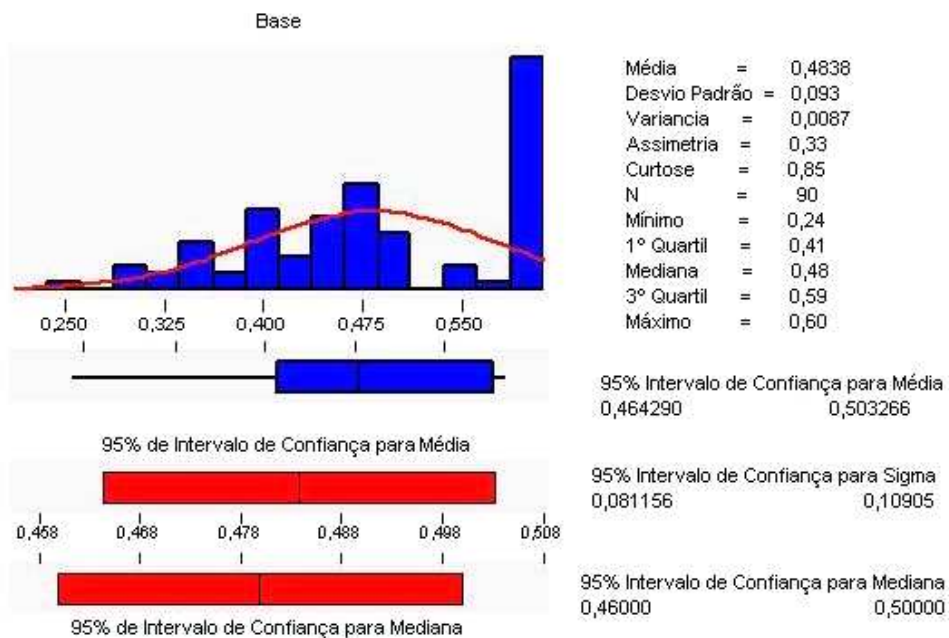


Figura 3 - Distribuição das classes de densidade na posição base das árvores de *S. micranthum*.

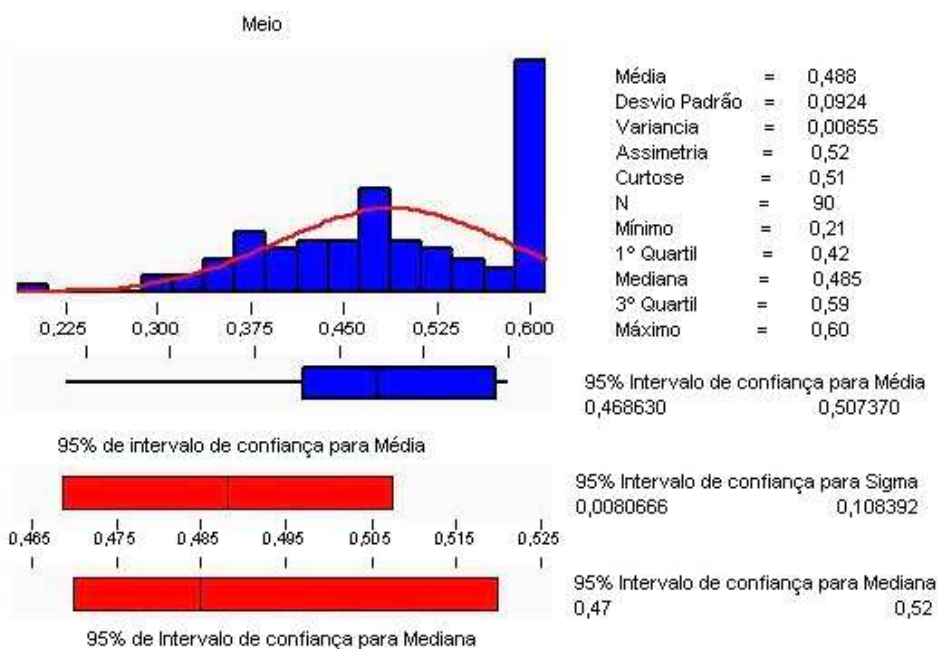


Figura 4 - Distribuição das classes de densidade na posição meio das árvores de *S. micranthum*.

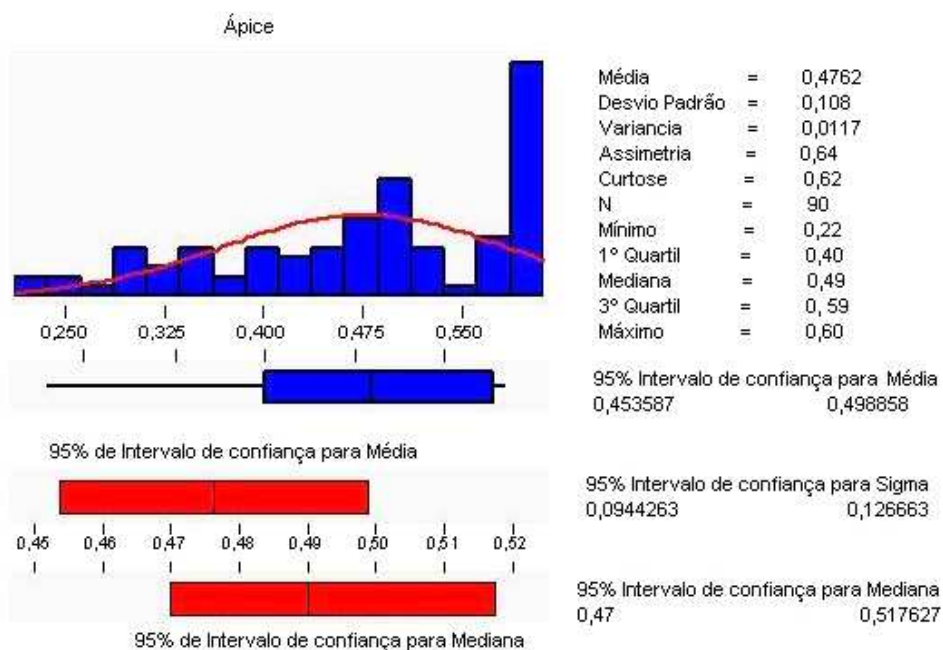


Figura 5 - Distribuição das classes de densidade na posição ápice das árvores de *S. micranthum*.

Nas Figuras 6 a 9 estão representados os dados referentes à análise descritiva da resistência à compressão paralela às fibras, onde também se nota comportamento semelhante ao observado para a densidade em relação à assimetria negativa. Com base nos desvios padrões

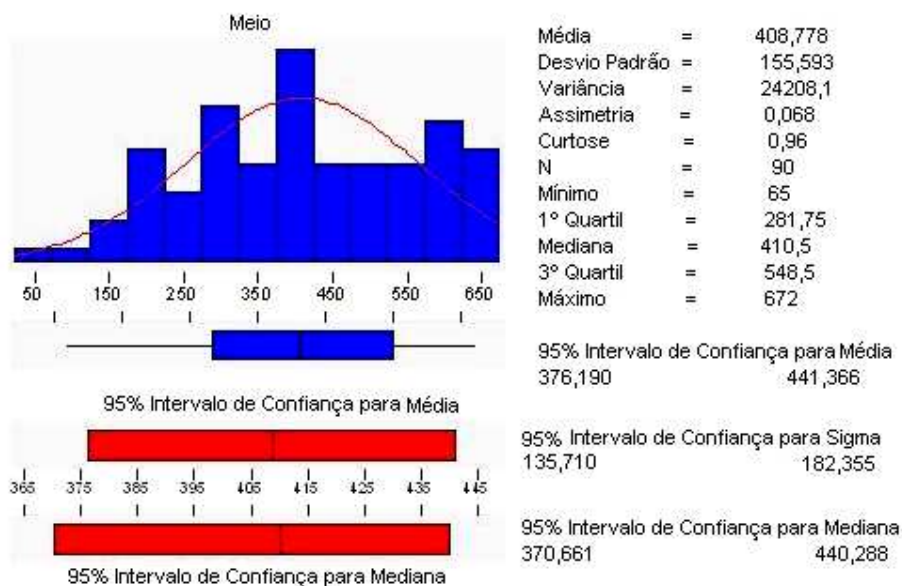


Figura 8 - Distribuição das classes de resistência à compressão paralela às fibras considerando as amostras da posição meio das árvores de *S. micranthum*.

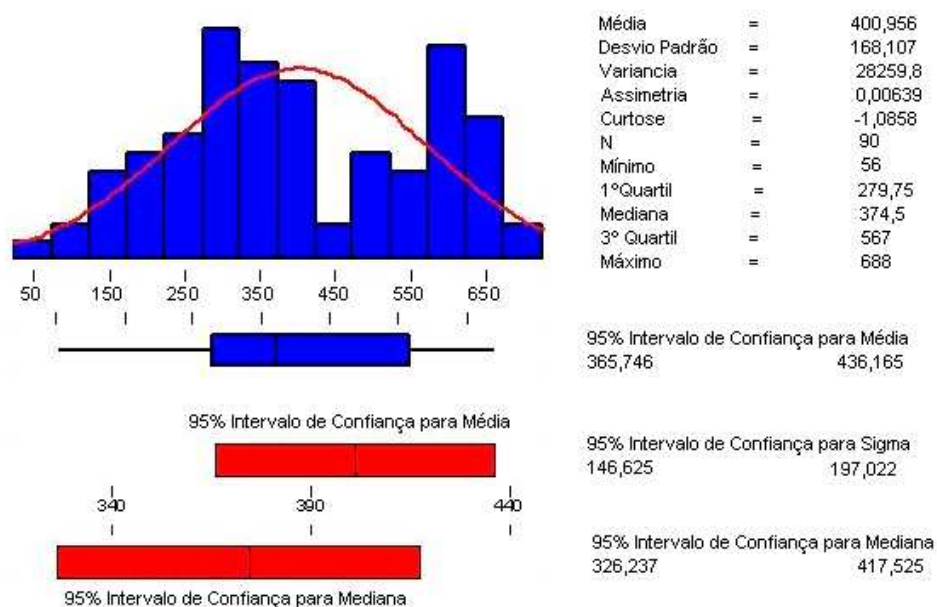


Figura 9 - Distribuição das classes de resistência à compressão paralela às fibras considerando as amostras da posição ápice das árvores de *S. micranthum*.

Nas Tabela 1 estão registrados os valores médios da densidade dos corpos de prova da madeira de *S. micranthum*, nas três posições em relação a cada um dos períodos de tempo avaliados, assim como a redução percentual. Pode-se observar que as médias destes parâmetros entre as posições do fuste da madeira ficaram próximas umas das outras, muito embora a amostragem tenha sido realizada de partes diferentes e também de cinco árvores. De acordo com o desvio padrão em cada uma das posições versus período de tempo, as maiores variações

em relação à média foram observadas no último período de avaliação. A redução percentual foi observada à medida que aumentou o tempo de exposição das amostras à intempérie. O valor de maior redução na densidade ocorreu no ápice (29,96%) no tempo compreendido entre o período de 12 e 24 meses de exposição das amostras no campo.

As mesmas medidas, porém da resistência à compressão paralela à fibras estão dispostas na Tabela 2, onde se observa semelhante tendência para média e para a redução percentual. Por meio do desvio padrão pode-se constatar que neste parâmetro houve uma dispersão maior dos dados dentro de cada uma das posições e em cada período analisado. Com relação à redução percentual, no ápice ocorreu o menor valor (40,37%), no mesmo intervalo de exposição.

Tabela 1 - Valores médios da densidade básica (\pm desvio padrão) e redução percentual dos corpos de prova da madeira de *S. micranthum*, nas três posições em relação aos três períodos de tempo.

Tempo \ Posição	0 Mês	12 Meses	Redução ⁽¹⁾ (%)	24 Meses	Redução ⁽²⁾ (%)	N
Base	0,59 \pm 0,0064	0,484 \pm 0,028	17,966	0,378 \pm 0,048	21,901	90
Meio	0,589 \pm 0,0036	0,494 \pm 0,028	16,129	0,381 \pm 0,052	22,874	90
Ápice	0,589 \pm 0,0069	0,494 \pm 0,025	16,129	0,346 \pm 0,064	29,960	90
Posições Agrupadas	0,589 \pm 0,0057	0,491 \pm 0,027	16,638	0,368 \pm 0,057	25,051	270

(1) Redução percentual entre os períodos de Zero e 12 meses.

(2) Redução percentual entre os períodos de 12 meses e 24 meses.

Tabela 2 – Valores médios da resistência à compressão paralela às fibras (\pm desvio padrão) e redução percentual dos corpos de prova da madeira de *S. micranthum* nas três posições em relação aos três períodos de tempo.

Tempo \ Posição	0 Mês	12 Meses	Redução ⁽¹⁾ (%)	24 Meses	Redução ⁽²⁾ (%)	N
Base	598 \pm 49	399 \pm 42	33,23	252 \pm 103	58,58	90
Meio	588 \pm 52	395 \pm 63	32,94	243 \pm 76	62,04	90
Ápice	603 \pm 49	350 \pm 87	41,95	249 \pm 89	40,37	90
Posições Agrupadas	596 \pm 159	381 \pm 156	36,07	248 \pm 168	53,61	270

(1) Redução percentual entre os períodos de Zero e 12 meses.

(2) Redução percentual entre os períodos de 12 meses e 24 meses.

Baseado na ANOVA (Quadro 1) pode-se comprovar que existe diferença significativa nos valores da densidade entre os períodos de tempo de exposição das amostras no campo ($p < 0,001$) e entre o tempo versus posição ($p = 0,01$), mas não existe diferença entre as posições. Por outro lado, os dados da compressão paralela às fibras, esta análise (Quadro 2) indica que houve diferença significativa apenas entre os períodos de tempo de exposição das amostras no campo ($p < 0,001$).

Quadro 1 – Análise de Variância considerando os dados da densidade nas posições base, meio e ápice e nos períodos de tempo (0, 12 e 24 meses).

Fonte da variação	GL	SQ	MQ	F	P
Posição	2	0,00641	0,00320	2,50	0,084
Tempo	2	2,21953	1,10976	865,91	0,000
Posição X Tempo	4	0,01724	0,00431	3,36	0,010
Dentro	261	0,33450	0,00128		
Total	269	2,57768			

Quadro 2 – Análise de Variância considerando os dados da resistência à compressão paralela às fibras nas posições base, meio e ápice e nos períodos de tempo (0, 12 e 24 meses).

Fonte da variação	GL	SQ	MQ	F	P
Posição	2	10370	5185	1,03	0,358
Tempo	2	5558527	2779263	552,38	0,000
Posição X Tempo	4	37876	9469	1,88	0,114
Dentro	261	1313200	5031		
Total	269	6919973			

A análise de variância da regressão dos valores da densidade e da resistência à compressão paralela às fibras estão dispostos nos Quadros 3 e 4. Estas análises comprovam que os dados podem ser estimados pelo modelo linear simples, ajustando a relação entre os parâmetros densidade e resistência e o período de tempo.

Quadro 3 – Análise de Variância da Regressão considerando os dados da densidade das amostras de *S. micrantum*.

Todas as Amostras Juntas					
Fonte da variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	1	2,2111	2,2111	1616,62	0,000
Erro residual	268	0,3666	0,0014		
Total	269	2,5777			
Amostras da Base					
Regressão	1	0,67841	0,67841	648,14	0,000
Erro residual	88	0,09211	0,00105		
Total	89	0,77052			
Amostras do Meio					
Regressão	1	0,65521	0,65521	543,82	0,000
Erro residual	88	0,10603	0,00120		
Total	89	0,76124			
Amostras do Ápice					
Regressão	1	0,88817	0,88817	516,41	0,000
Erro residual	88	0,15135	0,00172		
Total	89	1,03952			

Quadro 4 – Análise de Variância da Regressão considerando os dados da resistência à compressão paralela às fibras das amostras de *S. micrantum*.

Todas as Amostras Juntas					
Fonte da variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	1	5457339	5457339	999,95	0,000
Erro residual	268	1462635	5458		
Total	269	6919973			
Amostras da Base					
Regressão	1	1796778	1796778	356,84	0,000
Erro residual	88	443096	5035		
Total	89	2239874			
Amostras do Meio					
Regressão	1	1783995	1783995	423,60	0,000
Erro residual	88	370610	4211		
Total	89	2154606			
Amostras do Ápice					
Regressão	1	1877263	1877263	258,99	0,000
Erro residual	88	637861	7248		
Total	89	2515124			

As diferenças significativas existentes entre os valores da densidade e da resistência à compressão paralela às fibras em relação aos períodos de tempo podem ser observadas nas Figuras 10 a 17. Estes dados enfatizam a relação do tempo em que amostras ficaram expostas à intempérie/deterioração com a redução dos valores destas variáveis.

Na Figura 10, onde estão reunidos os dados da densidade de todas as posições em relação aos períodos de tempo, pode-se afirmar que a equação da regressão, $Y_i = 0,5935 - 0,00924X_i$ explica que na ausência de deterioração, a densidade média dos corpos de prova da madeira saudável é estimada em $0,5935 \text{ g/cm}^3$ e a cada mês de exposição das amostras no campo, há uma perda de $0,00924 \text{ g/cm}^3$. Este mesmo raciocínio pode ser estendido para as posições, separadamente. Em relação à variação deste parâmetro nas posições observa-se similaridade dos valores obtidos entre as posições no fuste das árvores (Figuras 11, 12 e 13). As maiores variações nos valores foram observadas nos corpos de prova que permaneceram no último período de tempo no solo da floresta. Verifica-se ainda que em todas as posições existem valores bem deslocados da reta, principalmente quando se analisam todos os dados juntos, mas isto é função da posição ápice, que apresentou menores valores. A menor perda gradual da densidade verificou-se no ápice, de $0,0101 \text{ g/cm}^3$ e também no tempo de 24 meses foram observados vários valores de densidade variando entre $0,22 \text{ g/cm}^3$ e $0,30 \text{ g/cm}^3$,

mas foi na posição meio que foi registrada a menor densidade no tempo de 24 meses, de $0,21g/cm^3$, enfatizando que estes fatores não estão relacionados.

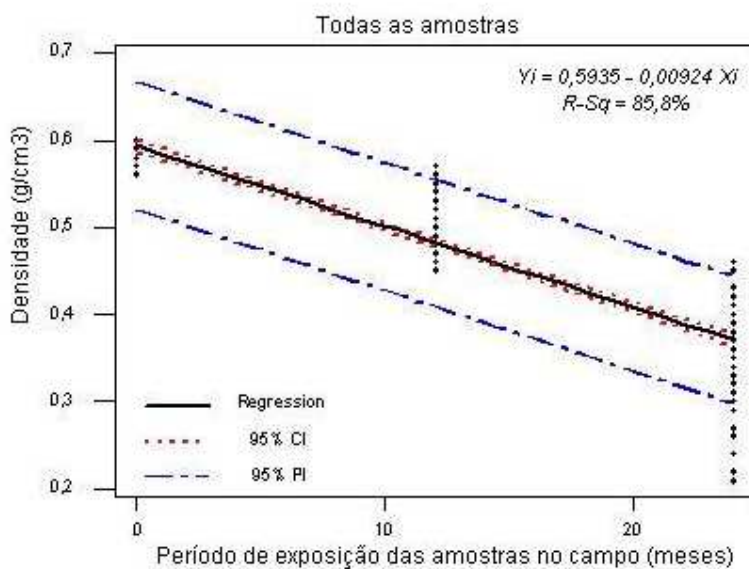


Figura 10 - Comportamento da densidade de todas as amostras de *S. micranthum*, da madeira sã e ao longo de vinte e quatro meses de exposição no campo.

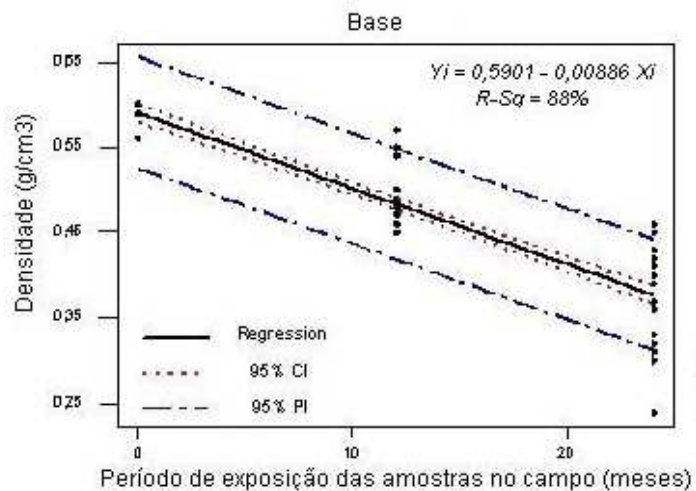


Figura 11 - Comportamento da densidade das amostras de *S. micranthum*, na posição base da madeira sã e ao longo de vinte e quatro meses de exposição no campo.

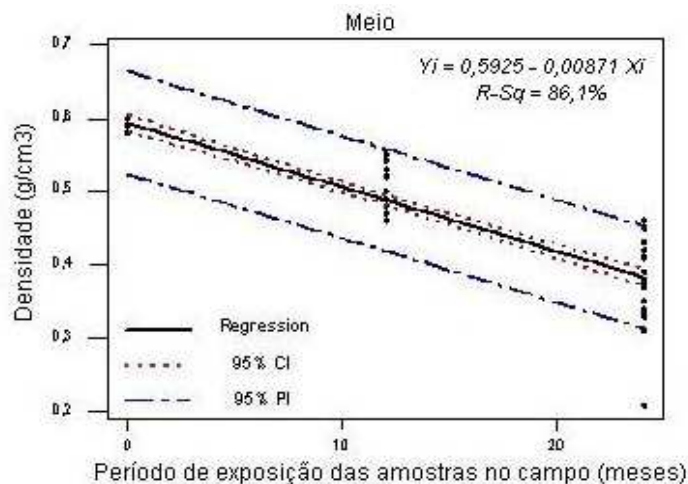


Figura 12 - Comportamento da densidade das amostras de *S. micranthum*, na posição meio da madeira sã e ao longo de vinte quatro meses de exposição no campo.

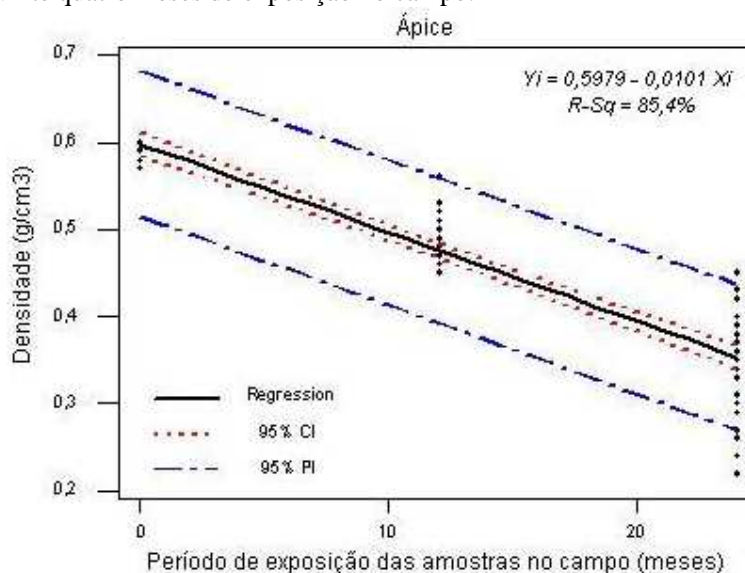


Figura 13 - Comportamento da densidade das amostras de *S. micranthum*, na posição ápice da madeira sã e ao longo de vinte quatro meses de exposição no campo.

Quanto a regressão da compressão paralela às fibras (Figura 14), a equação $Y = 582,744 - 14,5102X$ significa que sem qualquer deterioração, a compressão paralela média dos corpos de prova da madeira saudável é estimada em $582,744 \text{ Kgf/cm}^2$ e a cada mês de exposição das amostras no campo, há uma perda de $14,5102 \text{ Kgf/cm}^2$. Nota-se que a variação deste parâmetro entre as posições das árvores e quanto aos valores deslocados (Figuras 15, 16 e 17) apresentou a mesma tendência da densidade. Neste caso, não houve diferença na perda gradual da resistência entre as posições. Como a ANOVA não detectou diferença significativa entre as posições ao longo do fuste, pode-se adotar o modelo com todas as amostras.

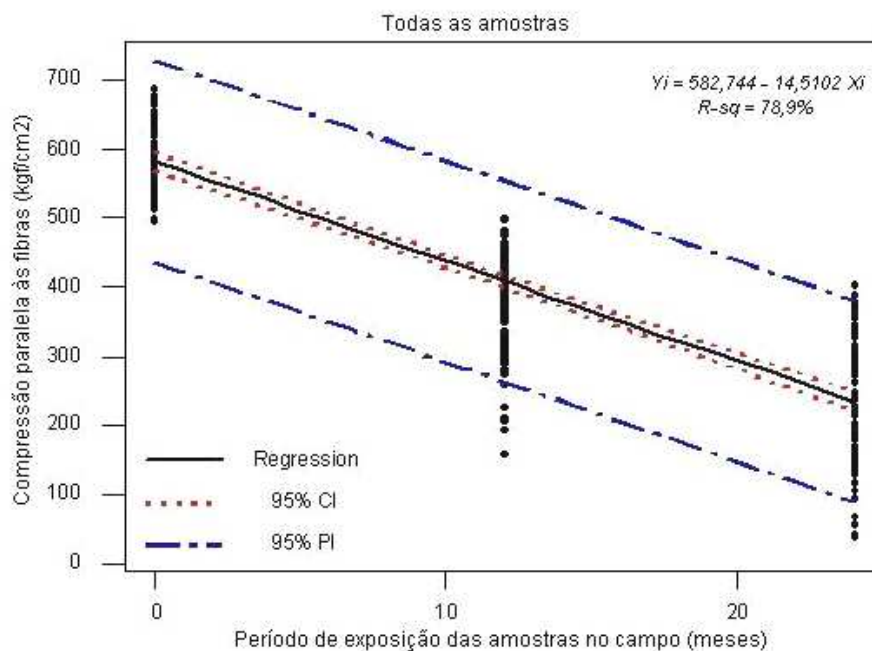


Figura 14 - Comportamento da compressão paralela às fibras de todas as amostras de *S. micranthum*, da madeira sã e ao longo de vinte e quatro meses de exposição no campo.

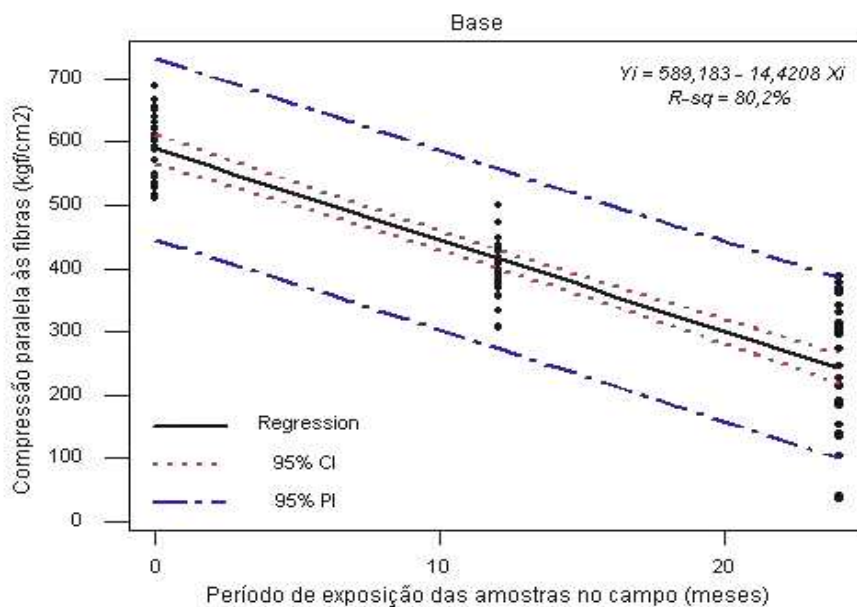


Figura 15 -. Comportamento da compressão paralela às fibras das amostras de *S. micranthum*, na posição base da madeira sã e ao longo de vinte e quatro meses de exposição no campo.

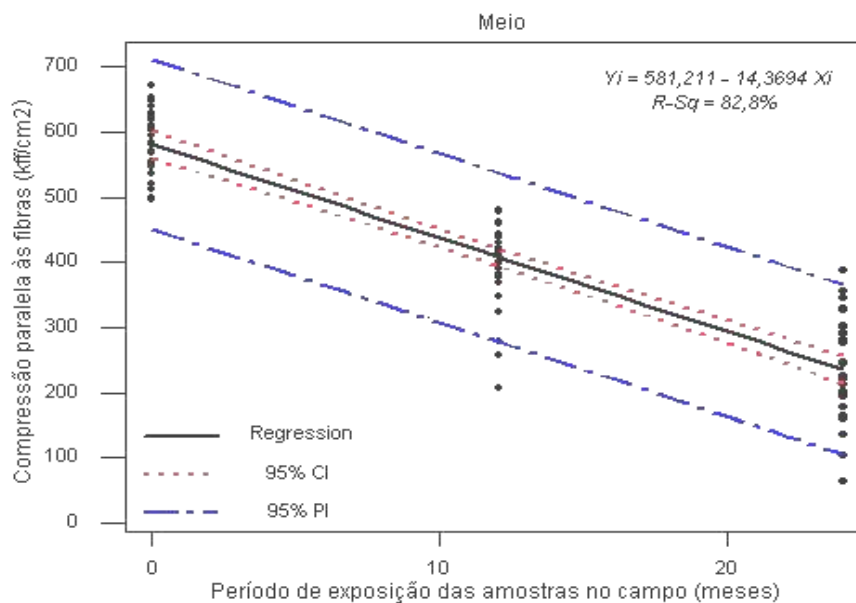


Figura 16 -. Comportamento da compressão paralela às fibras das amostras de *S. micranthum*, na posição meio da madeira sã e ao longo de vinte quatro meses de exposição no campo.

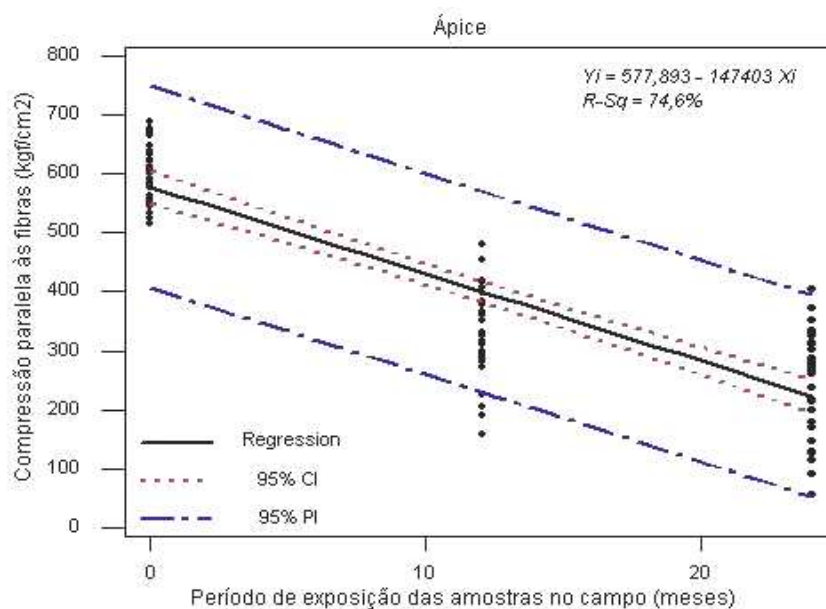


Figura 17 - Comportamento da compressão paralela às fibras das amostras de *S. micranthum*, na posição ápice da madeira sã e ao longo de vinte quatro meses de exposição no campo.

Ainda de acordo com as Figuras 10 a 17, muitos valores da densidade e da resistência à compressão paralela às fibras situaram-se fora da reta que ajusta os dados e também do intervalo de confiança do modelo. O coeficiente de determinação encontrado em todas as análises indica que a redução nos valores da densidade e da resistência à compressão paralela às fibras não é totalmente explicada pela variação do tempo. Pode-se inferir que existem outros fatores que podem estar influenciando estas variáveis, como o ataque de organismos xilófagos,

como bactérias, fungos e insetos e também fatores abióticos e os inerentes à árvore, como, por exemplo, arranjo e dimensão dos elementos anatômicos, quantidade de massa lenhosa, dentre outros.

As variáveis analisadas apresentaram certa uniformidade ao longo do fuste em relação ao tempo de exposição (Figuras 2 a 17). A variação um pouco maior foi observada dentro de cada uma das posições e em cada tempo separadamente (Tabela 1 e 2). A uniformidade da densidade ao longo do fuste também foi detectada por Nascimento (2000) e por Oliveira (2006) quando avaliaram esta madeira em seu estado saudável, no sentido base-topo. Estas autoras observaram que a densidade variou de 0,52 a 0,63 g/cm³ e que a mesma apresentou menor variabilidade ao longo do fuste (CV entre 6,28 e 12,39%) e que esta variabilidade está de acordo com o modelo “densidade decrescente com a altura da árvore”, proposto por Panshim & Zeew (1981). A mesma tendência foi observada por Nascimento (2000) quando avaliou a densidade de outra espécie da região amazônica, *Qualea paraensis* Ducke.

Para compressão paralela às fibras, Nascimento (2000) também observou que esta espécie apresentou uniformidade ao longo do fuste, mas somente a partir da posição 50% e que as variações apresentadas nas posições anteriores podem estar relacionadas com a presença de canais resiníferos, muito embora estes canais não tenham influenciado a densidade básica. De acordo com Panshin & Zeeuw (1981) os canais resiníferos são canais intercelulares, localizados no sentido longitudinal e transversal que, quando submetidos a qualquer esforço mecânico, devido à sua estrutura, apresentam um pequeno decréscimo.

O tempo de exposição das amostras de *S. micranthum* em campo ocasionou a redução na densidade e na resistência à compressão paralela às fibras. Foi observado que a redução percentual da densidade foi menor que a da resistência à compressão paralela às fibras. Este resultado está de acordo com os observados por Venson (2000) e por Trevisan *et al.* (2007), quando observaram comprometimento destas propriedades em amostras de *P. taeda*, *E. urophylla*, *P. elliotti*, *L. lactescens*, *M. azedarach* e *I. marginata* quando expostas a intempérie.

Ao avaliar a densidade de corpos de prova da madeira de *Cyrilla racemiflora* L., divididas em quatro classes crescentes de deterioração, em floresta tropical de Porto Rico, Torres (1994) observou que, a densidade apresentou redução significativa somente nas amostras da classe quatro. Esta classe representava toras desprovidas de casca e de galho, em contato com o solo, com o alborno e o cerne intensa e moderadamente deteriorados, respectivamente. Como ele observou que a densidade na região do cerne dos corpos de prova foi mais alta que na região do alborno, região periférica da tora, ele afirma que o uso da densidade como indicador de deterioração de madeira foi incerto.

As análises de regressão indicaram que o tempo não foi totalmente responsável pela redução da densidade e da compressão paralela às fibras da madeira e que estas variáveis não apresentaram variação significativa ao longo do fuste. Os fatores inerentes à árvore são os que influenciam em menor proporção a densidade, uma vez que, em geral, comprimento e diâmetro de estruturas como elementos fibrosos também decrescem no sentido base-topo com pequenas irregularidades (Nascimento, 2000). Portanto, a deterioração por organismos xilófagos juntamente com os fatores abióticos provavelmente, também contribuiu com a redução da densidade e da resistência à compressão paralela às fibras de cardeiro.

De acordo com os resultados das Tabelas 2 e 3 houve redução média de mais de 20% na densidade e aproximadamente 63% na resistência à compressão paralela às fibras na madeira de *S. micranthum*. Com base neste comportamento e nos resultados da análise da intensidade da infestação pode-se inferir que as amostras da madeira de cardeiro, além de terem sido atacadas por cupins e besouros, foram colonizadas por fungos emboloradores, manchadores e apodrecedores.

Embora as amostras tenham sido atacadas por insetos e estes tenham causado danos com a construção de galerias, tais organismos não são mencionados na literatura como participantes do processo da redução das propriedades físicas e mecânicas da madeira, uma vez que seu ataque é restrito à casca, à região subcortical e ao alburno, regiões da madeira consideradas de baixa resistência à biodeterioração e, portanto, pouco utilizadas comercialmente (Oliveira *et al*, 1986). Esta afirmação talvez esteja baseada na existência de poucas pesquisas sobre a deterioração de madeira provocada por insetos e sua relação com estas propriedades (Torres, 1994).

A despeito disto, o dano causado em madeiras por insetos facilita a decomposição por microorganismos, contribui com a perda de material por lixiviação e facilita a aeração da madeira, permitindo a respiração aeróbica. Os insetos criam uma heterogeneidade espacial dentro da madeira, permitindo a entrada de microorganismos e afetando a distribuição dos nutrientes pela translocação e defecação (Torres, 1994).

Neste contexto, as coleobrocas das famílias Curculionidae (principalmente Scolytinae e Platypodinae) e algumas espécies de Cerambycidae têm papel fundamental no processo de deterioração, pois perfuram galerias para nidificação em várias partes do tronco, imediatamente após a derrubada de árvores ou em árvores debilitadas. Essas galerias podem ser consideradas portas de entrada para fungos biodeterioradores, sendo sítios potenciais para desenvolvimento de organismos, simbioses ou não, responsáveis pela aceleração da deterioração do material (Beaver, 1988; Furniss & Carolin, 1977). Os cupins, embora demorem um pouco a infestar árvores recém-abatidas, conforme observado, também são importantes no processo da

decomposição, pois contribuem com a reciclagem de nutrientes por meio da mineralização dos recursos celulósicos (Costa-Leonardo, 2002).

É do conhecimento que fatores bióticos e abióticos influenciam na ocorrência dos organismos xilófagos, bem como, na atuação destes no processo de decomposição da madeira. Nesse contexto, Cavalcante (1985) afirma que a madeira exposta a ambientes distintos responde de maneira diferente, já que cada um destes ambientes apresenta suas peculiaridades relacionadas à disponibilidade de alimento, competição, predadores naturais, umidade, insolação, aeração, temperatura, solo, dentre outros. Todos estes fatores atuando em conjunto nesta matéria orgânica são determinantes para a sua durabilidade.

De um modo geral, o ataque de fungos ocorre quando a madeira apresenta umidade acima de 20%, mas o ideal para colonização é que as madeiras apresentem umidade abaixo do ponto de saturação das fibras, sendo, por isso, seu ataque comum em toras recém-cortadas, peças recém-serradas ou madeiras expostas em ambiente com alta umidade. Neste ponto, as paredes celulares se encontram completamente saturadas e o lúmen celular isento de água livre (Galvão & Jankowsky, 1985).

Assim como foi mencionado para os fungos, dentre os componentes abiótico, a temperatura e a umidade, também, são importantes para os insetos (Browne, 1961; Wood, 1982). Temperaturas muito altas ou muito baixas, tais como aquelas encontradas durante a estação seca tropical ou no inverno rigoroso nas regiões de clima temperado, reduzem a atividade dos besouros ou pode, em alguns casos, causar a mortalidade destes (Wood, 1982).

Com relação aos besouros da ambrosia, a umidade é um dos principais fatores que influenciam a população e a atividade destes insetos, pois determina o início e duração do vôo (Browne, 1961). A influência deste fator pode ser de forma direta, influenciando na sobrevivência dos besouros e, indireta, afetando a resistência da árvore hospedeira (Hicks Junior, 1980). Aliado a isto, este fator é de fundamental importância para o desenvolvimento e a sobrevivência dos fungos dos quais estes besouros se alimentam. Portanto, a sobrevivência destes insetos está diretamente ligada a dos fungos (Rudinsky, 1962).

De acordo com Oliveira *et al.* (1986), no geral, brocas ou besouros têm seus hábitos alimentares estreitamente relacionados com o teor de umidade da madeira. Em geral, o ataque desses insetos a árvores recém abatidas e restos de exploração, é favorecido pela alta umidade apresentada por estes substratos, geralmente acima de 30%.

A pluviosidade também influencia a dinâmica populacional dos besouros, afetando-os de maneira direta e indireta (Hicks Jr., 1980), mas também pode influenciar de maneira controversa (Flechtmann *et al.*, 1995; Dorval & Peres Filho, 2001) para a subfamília Scolytinae. No Estado de São Paulo, os primeiros autores constataram que os picos de captura

destes coleópteros coincidiram com as chuvas de maiores intensidades. O contrário foi observado pelos autores seguintes no Estado de Mato Grosso, quando registraram menor atividade nos períodos de maior precipitação pluviométrica.

Outro fator climático relevante é o vento, pois ele atua na dispersão de substâncias atrativas (caimônios e feromônios) aos insetos (Gagne & Kearby, 1978; Moeck, 1981). Os escolitíneos, para localizar novos hospedeiros ou para fins de acasalamento, são capazes de voar contra o vento, quando está em baixa velocidade em direção à fonte atrativa (Beaver, 1977). Outros fatores abióticos como a topografia, textura, fertilidade, densidade vegetal e pH do solo, também podem influenciar na distribuição e na dinâmica populacional dos escolitíneos (Hicks Jr., 1980).

A análise de todos os fatores supramencionados é de fundamental importância para o entendimento dos mecanismos que regem o processo da deterioração que envolve a relação entre fatores intrínsecos e extrínsecos à madeira. Assim, a elucidação das relações entre os diversos tipos de organismos que habitam esta matéria-prima e suas implicações constitui um pré-requisito para desenvolver indicadores significativos para monitorar e manejar as florestas e seus produtos (Schwarze *et al.*, 2000). Aliado a isto, os estudos da decomposição da madeira em campo podem nortear o uso desse material em lugares úmidos e com sombra, fornecendo subsídios apropriados à sua melhor utilização.

A madeira é o principal produto das florestas tropicais e a despeito disto, poucos estudos têm sido realizados sobre as questões que envolvem a sua decomposição (Torres, 1994). A maioria dos estudos de decomposição de matéria orgânica é baseada em serrapilheira. Contudo a serrapilheira e a madeira diferem, tanto em composição química como em dureza e estas diferenças afetam os organismos, bem como os processos que envolvem a sua decomposição.

4. CONSIDERAÇÕES GERAIS

As amostras da madeira de *Scleronema micranthum* que ficaram expostas ao longo de 24 meses no campo foram deterioradas pela ação do tempo e por organismos xilófagos. Os organismos responsáveis pela deterioração foram os besouros, cupins e também as bactérias e os fungos que, embora não tenham sido identificados, foram considerados quando da análise da deterioração dos discos.

Em função desta exposição e da deterioração, ocasionada pelo conjunto de fatores abióticos e bióticos, as duas propriedades das amostras analisadas, foram afetadas ao longo do tempo, até o ponto em que, ao final de 24 meses, a compressão paralela às fibras sofreu redução de mais de 60% e a densidade, próximo de 30%.

Quando madeiras ficam expostas à intempérie estão sujeitas a deterioração por fatores bióticos e abióticos. Portanto, embora o foco principal deste trabalho tenha sido avaliar a influência da deterioração de amostras da madeira de cardeiro, com ênfase em besouros e cupins, não se pode separar e tampouco responsabilizar um fator ou um grupo de organismo pela deterioração da madeira em função de que todos esses fatores atuam em conjunto. Neste processo, em cada estágio de deterioração existe um grupo ou grupos de organismos trabalhando em conjunto e, dependente de qualquer um dos componentes dos fatores abióticos.

Os besouros xilófagos, como é caso dos representantes da família Cerambycidae e os xilomicetofagos, subfamílias Scolytinae e Platypodinae (Curculionidae), foram os primeiros insetos a infestar as amostras da madeira de *S. micranthum*, atraídos por substâncias emanadas da fermentação que ocorre imediatamente após o abate ou mesmo por outros mecanismos que envolvem as condições favoráveis do hospedeiro para sua sobrevivência. Já os cupins, como não dependem de substâncias atrativas e possuem hábitos variados, passando por xilófagos, intermediários e comedores de húmus, foram encontrados nas amostras analisadas a partir do quarto mês do início da deterioração.

Para que haja melhor aproveitamento da madeira de *S. micranthum*, é necessário que, tão logo o abate da árvore, as toras sejam transportadas, para evitar o ataque imediato dos besouros das famílias Curculionidae e Cerambycidae e posteriormente dos cupins das famílias Rhinotermitidae e Termitidae. Após este procedimento, será necessária a secagem das toras para evitar o completo desenvolvimento desses insetos até a afase adulta ou mesmo o advento de novas gerações. Se não for possível a remoção imediata da área de exploração e para que não haja muita perda na qualidade e na resistência da madeira desta espécie, é aconselhável até seis meses de exposição em campo.

5. CONCLUSÃO GERAL

- O total de coleópteros encontrados na madeira de *Scleronema micranthum* é de 4.229, distribuído em seis famílias, com predominância para Curculionidae com 4.007 espécimes; o de térmitas é de 21.751, representado por duas famílias, com destaque para Rhinotermitidae, com 14.393 indivíduos;
- Dentro da família Curculionidae, a subfamília Scolytinae predomina na coleta, com 3.633 espécimes e 16 espécies, dos quais, *Xyleborus affinis*, *X. ferrugineus*, *Xyleborus* sp.1 e *Xyleborus* sp.2 possuem maior número de indivíduos;
- *Heterotermes tenuis* representa 87,4% (12.580) do total da família Rhinotermitidae e 57,84% do total de térmitas coletados;
- Entre as posições base, meio e ápice do fuste de *S. micranthum* não existe diferença entre as espécies de insetos coletadas;
- *Heterotermes tenuis* é a primeira espécie a infestar a madeira de cardeiro, quatro meses após a derrubada das árvores;
- As espécies de besouros e térmitas nas árvores e ao longo do fuste são categorizadas, principalmente, entre acessórias e acidentais;
- As larvas dos besouros concentram seu ataque na região da casca e subcortical dos discos; os cupins preferem o alburno, cerne e medula;
- A presença dos besouros nos discos de *S. micranthum* é verificada do segundo ao décimo oitavo mês, e os cupins, a partir do quarto mês do início da deterioração das amostras;
- Os valores da densidade e da resistência à compressão paralela às fibras da madeira são, bem como dos corpos de prova deteriorados pelo tempo apresentam uniformidade ao longo das posições dos fustes avaliadas;
- Os corpos de prova de *S. micranthum* quando submetidos à deterioração por 24 meses, apresentam redução percentual variando 21,9% a 29,9% na densidade e de 40,37% a 62,04% na resistência à compressão paralela às fibras;
- Existe diferença significativa nos valores da densidade e da resistência à compressão paralela às fibras em função do tempo de exposição das amostras no campo;
- A relação dos parâmetros densidade e resistência à compressão paralela às fibras, com os períodos de tempo de deterioração é representada por uma equação da reta.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, R.L.S.; Dietrich, C.R.R.C. 1989. Ocorrência de besouros (Insecta: Coleoptera) em madeiras úmidas. In: 3º Encontro Brasileiro em Madeira e em Estruturas de Madeira. São Carlos. São Paulo.
- Abreu, R.L.S. 1992. Estudos sobre a ocorrência de Scolytidae e Platypodidae em madeiras da Amazônia. *Acta Amaz.*, 22(3): 413-20.
- Abreu, R.L.S.; Bandeira, A.G. 1992. Besouros xilomicetófagos economicamente importantes da região de Balbina, Estado do Amazonas. *Rev. Árv.*, 16(3):346-356.
- Abreu, R.L.S.; Fonseca, C.R.V.; Marques, E.N. 1997. Análise das principais espécies de Scolytidae coletadas em floresta primária no Estado do Amazonas. *An. Soc. Entomol. Brasil*, 26(3):527-535.
- Abreu, R.L.; Sales-Campos, C.; Hanada, R.E.; Vasconcellos, F.J.; Freitas, J.A. 2002. Avaliação de danos por insetos em toras estocadas em indústrias madeireiras de Manaus, Amazonas, Brasil. *Rev. Árv.*, 26(6):789-796.
- Adorno, M.F.C.; Garcia, J.N. 2003. Correlações lineares entre as principais características tecnológicas da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*. *Sci. For.*, 63:44-53.
- Ahmad, M. 1950. The phylogeny of termite genera based on imago-worker mandibles. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 95(2):43-86.
- Amelung W.; Martius, C.; Bandeira, A.G.; Garcia, M.V.B.; Zech, W. 2002. Lignin characteristics and density fractions of termite nests in an Amazonian rain forest – indicators of termite feeding guilds. *Soil Biol. Bioch.*, 34:3676-372.
- American Society for Testing and Materials (ASTM). 1995. *Annual book of ASTM*. Philadelphia, PA. 984p.
- Anderson, D. M.; Gordon, R. D.; Kingsolver, J. M.; Spilman, T. J.; White, R. E.; Whitehead, D. R. 1996. *Chaves Ilustradas para coleópteros adultos e larvas (Coleoptera) encontrados associados com madeiras em portos de entrada*. Tradução Amauri M. J. Rodrigues. MA/SDA/DDIV. Brasília. 24p.
- Andrade, E.N. 1928. *Contribuição para o estudo da Entomologia florestal paulista*. Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo. 10p.
- Apolinário, F.B. 1993. *Composição faunística e hábito de nidificação de térmitas (Insecta: Coleoptera) em floresta de terra firme da Amazônia Central*. Dissertação. INPA/UFAM. 72p.

- Apolinário, F.B.; Martius, C. 2004. Ecological role of termites (Insecta, Isoptera) in the trunks in central Amazonian rain forests. *For. Ecol. Manang*, 194(1-3):23-28.
- Araújo, R.L. 1970. Termites of the Neotropical region. In: Krishna, K.; Weesner, F.M.; *Biology of termites*. Vol. 2. Academic Press, New York . p.527-576.
- Araújo, R.L. 1980. Térmitas prejudiciais às madeiras. In: Mariconi, F.A.M.; Zamith, A.P.L.; Araújo, R.L.; Oliveira, F.A.M.; Pinchin, R. (eds.). *Inseticidas e seu emprego no combate às pragas*. Editora Nobel, São Paulo. p.100-123.
- Araújo, L.V.C.; Rodriguez, L.C.E.; Paes, J.B. 2000. Características físico-químicas e energéticas da madeira de nim indiano. *Sci. For.*, 57:153-159.
- Araújo, H.J.B. 2002. *Agrupamento das espécies de madeiras ocorrentes em pequenas áreas sob manejo florestal do projeto de colonização Pedro Peixoto (AC) por similaridade das propriedades físicas e mecânicas*. Tese. ESALQ/USP. Piracicaba, São Paulo. 162p.
- Arganbright, D.G. 1971. Influence of extractives on bending strength of redwood (*Sequoia sempervirens*). *Wood and Fiber*, 2(4):367-372.
- Arnett Junior R. H.; Downie, N. M.; Jaques, H. E. 1980. *How to know the beetles*. 2th. ed. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. 416p.
- Atkinson, T.H.; Equihua-Matinez, A. 1986. Biology of bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Solytidae and Platypodidae) of a tropical rain forest in southeastern Mexico with an annotated checklist of species. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 79(3):414:422.
- Bandeira, A.G. 1981 Ocorrência de cupins (Insecta, Isoptera) como pragas de mandioca em Bujaru, Pará. *Acta Amaz.*, 11(3):149-152.
- Bandeira, A.G. 1983. *Estrutura ecológica de comunidades de cupins (Insecta, Isoptera) na Zona Bragantina, Estado do Pará*. Manaus. Tese. INPA/UFAM, Manaus. 123p.
- Bandeira, A.G. 1989. Análise da termitofauna (Insecta: Isoptera) de uma floresta primária e de uma pastagem na Amazônia Oriental, Brasil. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Zool.*, 5(2):225-241.
- Bandeira, A.G. 1993. Nota sobre *Coptotermes* (Isoptera: Rhinotermitidae) praga em floresta nativa da Amazônia, Brasil. *Rev. Bras. Ent.* 37(1):189-191.
- Bandeira, A.G. 1998. Danos causados por cupins na Amazônia Brasileira. In: Fontes, L.R.; Berti Filho, E. (Eds.). *Cupins: o desafio do conhecimento*. FEALQ, Piracicaba. p. 75-85.
- Bandeira, A.G.; Macambira, M.L.J. 1988. Térmitas de Carajás, Estado do Pará, Brasil: Composição faunística, distribuição e hábito alimentar. *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi, sér. Zool.*, 4(2):175-190.
- Bandeira, A.G.; Canello, E.M. 1992. Four new species of termites (Isoptera, Termitidae) from the Island of Maracá, Roraima, Brasil. *Rev. Bras. Ent.*, 36(2):423-435.

- Bandeira, A. G.; Gomes, J.I.; Lisboa, P.L.B.; Souza P.C.S. 1989. *Insetos pragas de madeiras de edificações em Belém – Pará*. EMBRAPA/CPATU. Boletim de Pesquisa nr. 1. 24p.
- Bandeira, A.G.; Miranda. C.S; Vasconcellos, A. 1998. Danos causados por cupins em João Pessoa, Paraíba – Brasil. In: Fontes, L.R; Berti Filho, E. (Eds.). *Cupins: o desafio do conhecimento*. FEALQ, Piracicaba. p. 87-98.
- Barbosa, A.P.; Nascimento, C.S.; Morais, J.W. 2007. Estudos de propriedades antitermíticas de extratos brutos de madeira e casca de espécies florestais da Amazônia Central, Brasil. *Acta Amazonica*, 37(2):213–218.
- Barbosa, R.I.; Ferreira, C.A.C. 2004. Densidade básica da madeira de um ecossistema de “campina” em Roraima, Amazônia Brasileira. *Acta Amazonica*, 34(4):587-591.
- Barrichelo, L.E.G., Brito, J.O., Migliorini, A.J. 1983. Estudo da variação longitudinal da densidade básica de *Eucalyptus* spp. *Silvicultura*, 8(28):726-731.
- Bastos, T.X.; Rocha, E.J.P.; Rolim, P.A.M.; Diniz, T.D.A.S.; Santos, E.C.R.; Nobre, R.A.A.; Cutrim, E.M.S.; Mendonça, R.L.D. 1986. The climate of the Brazilian Amazon region for agricultural purpose: a state-of-the-art. In: Proceedings of the 1st Symposium of the Humid Tropics held in Belém, Pará, 1984. Volume 1. Climate and Soil. EMBRAPA-CPATU. Documento 36:19-36.
- Batra, L.R. 1967. Ambrosia fungi: a taxonomic revision, and nutritional studies of some species. *Mycologia*, 59(6):976-1017.
- Beaver, R.A. 1972. Biological studies of Brazilian Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera). I. *Camptocerus* Dejean. *Bull. Ent. Res.*, 62:247-256.
- Beaver, R.A. 1976. Biological studies of Brazilian Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera). V. The tribe Xylebprini. *Z. Ang. Ent.*, 80(1):15-30.
- Beaver, R.A. 1977. Bark and ambrosia beetles in tropical forests. In: *Biotrop Special Publication 2*, Bogor, p. 133-149.
- Beaver, R.A. 1979. Host specificity of temperate and tropical animals. *Nature*, 281(5727):139-141.
- Beaver, R.A. 1988. Biological studies of ambrosia beetle of the Seychelles (Col, Scolytidae and Platypodidae). *A. Ang. Entomol.*, 105(1):62-73.
- Becker, G. 1975. *Coptotermes* in the heartwood of living trees in Central and West Africa. *Mat. und Org.*, 10(3):149-154.
- Berkov, A. 1999. Host utilization of the Brazil nut family (Lecythidaceae) by sympatric wood-boring species of *Palame* (Coleoptera, Cerambycidae, Laminanae, Acanthocinini). *Biol. Jour. Linn. Soc.*, 67(2):181-198.
- Berti Filho, E. 1979. *Coleópteros de importância florestal*. 1. Scolytidae. IPEF, nr.19, p. 39-43.

- Berti Filho, E.; Mariconi, F.A.M.; Wilcken, C.F.; Dietrich, C.R.R.C.; Costa, V.A.; Chaves, L.E.E.; Cerignoni, J.A. 1993. *Manual de pragas em florestas*. Cupins ou térmitas. IPEF/SIF. 56p.
- Berti Filho, E.; Cerignoni, J.A.; Souza Jr., C.N. 1995. Primeiro registro de *Phorocantha semipunctata* (Fabricius 1775) (Coleoptera, Cerambycidae) no Estado de São Paulo. *Rev. Agric.*, 70(1):16-16.
- Bletchly, J.D. 1967. *Insects and marine borer damage to timber and woodwork: recognition prevention and eradication*. Her Majesty's Stationery Office, London. p. 33-39.
- Bodenheimer, F.S. 1955. *Precis d'ecologie animale*. Payot, Paris. 315p.
- Bright, D.E.; Peck, S.B. 1998. Scolytidae from the Galapagos Islands, Ecuador, with descriptions of four new species, new distribution records, and a key to species (Coleoptera: Scolytidae). *Koleop. Rund.*, 68:233-252.
- Bright, D.E.; Torres, J.A. 2006: Studies on West Indian Scolytidae (Coleoptera). 4 A review of the Scolytidae of Puerto Rico, U.S.A. with descriptions of one new genus, fourteen new species and notes on new synonymy (Coleoptera: Scolytidae). *Koleop. Rund.* 76:389-428.
- Britton, E. B. 1979. *The insects of Australia*. Coleoptera. Melbourne. University Press, Canberra. p. 495-621.
- Browne, F.G. 1961. The Biology of Malayan Scolytidae and Platypodidae. *Malay. For. Rec.*, 22:255 p.
- Burger, L.M.; Richter, H.G. 1991. *Anatomia da madeira*. Editora Nobel, São Paulo. 154p.
- Burgos-Solorio A.; Equihua Martinez, A. 2007. Platypodidae y Scolytidae (Coleoptera) de Jalisco, México. *Dugesiana* 14(2):59-82.
- Bustamante, N.C.R.; Martius, C. 1998. Nutritional preferences of wood-feeding termites inhabiting floodplain forest of the Amazon River, Brazil. *Acta Amaz.*, 28(3):301-307.
- Calderon, R.A.; Constantino, R. 2007. A survey of the termite fauna (Isoptera) of a eucalypt plantation in Central Brasil. *Neotr. Entomol.* 36(3):391-395.
- Cardias, M.F.; Jesus, M.A.; Franklin, E. 1985. *Biodeterioração de toras in situ*. CNPQ/INPA/CPPE, Série Técnica nº12. 19p.
- Carrano-Moreira, A.F.; Pedrosa-Macedo J.H. 1994. Levantamento e análise faunística da família Scolytidae. (Coleoptera) em comunidades florestais no Estado do Paraná. *An. Soc. Entomol Bras.*, 23(1):115-126.
- Cavalcante, M. S. 1985. Métodos para aumentar a durabilidade da madeira. *Bol. ABPM*, São Paulo, 36:159-170.

- Chandra, A. 1981. Bioecology of wood destroying *Xyleborus* and their control. (Insecta: Scolytidae). *Indian J. For.*, 4:286-289.
- Chemsak, J.A.; Linsley, E.G.; Noguera, F.A. 1992. *Listados Faunísticos de México*. II. Los Cerambycidae y Disteniidae de Norteamérica, Centroamérica y las Indias Occidentales (Coleoptera). Disponível em: <http://biblio68.ibiologia.unam.mx/FullText/lf2.html>. Acessado em 12/03/ 2008.
- COPANT. 1971a. Maderas: método de determinación del peso específico aparente. COPANT, 30:1-4.
- COPANT. 1971b. Maderas: método de determinación de la compresión axial, o paralela al grano. COPANT, 30: 1- 8.
- Constantino, R. 1991a. Notes on *Neocapritermes* Holmgren, with description of two new species from the Amazon Basin (Isoptera, Termitidae, Termitinae). *Goeld. Zool.*, 7: 1-12.
- Constantino, R. 1991b. Termites (Isoptera) from the lower Japurá River, Amazonas State, Brazil. *Bol. Museu Para. Emílio Goeldi, Sér. Zool.*, 7(2):189-224.
- Constantino, R. 1992a. Abundance and diversity of termites (Insecta: Isoptera) in two sites of Primary Rain Forest in Brazilian Amazonia. *Biotropica*, 24(3):420-430.
- Constantino, R. 1992b. Cupins (Insecta: Isoptera) da Amazônia Brasileira: distribuição geográfica e esforço de coleta. *Rev. Bras. Biol.*, 52(3): 401-413.
- Constantino, R. 1999. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. *Pap. Avulsos Zool.*, 40(25):387-448.
- Constantino, R. 2001. Key to the soldiers of South American *Heterotermes* with a new species from Brazil (Isoptera: Rhinotermitidae). *Insect Syst. Evol.*, 31(4):463-472.
- Constantino, R. 2002. The pest termites of South America: Taxonomy, distribution and status. *J. Appl. Entomol.* 126(7-8):355-365.
- Constantino, R. 2004. Introdução ao estudo dos cupins. (s.n.) <http://www.unb.br/ib/zoo/docente/constant/cupins/cupins.htm>. (Acessado dia 05/05/2004).
- Costa, E.C.; Moura, J.B.; Marques, E.N. 1988. Observações sobre madeira cortada e mantida no ecossistema florestal. *Rev. Centro Cien. Rurais*, 18(3-4):239-247.
- Costa-Leonardo, A.M. 2002. *Cupins-praga: morfologia, biologia e controle*. Editora Edifurb, Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau. 128p.
- Costa-Leonardo, A.M.; Barsoti, R.C. 1998. Swarming and incipient colonies of *Coptotermes havilandi* (Isoptera, Rhinotermitidae). *Sociobiology*, 31(1):131-142
- Cowling, E.B.; Merrill, W. 1966. Nitrogen in wood and its role in wood deterioration. *Can. J. Bot.*, 44(11):1539-1554.

- Czepak, C.; Ferreira, E. Nogueira, S.B. 1993. Identificação e quantificação de cupins rizófagos na cultura de arroz sequeiro. *Pesq. Agrop. Bras.*, 28(8):871-875.
- Dall'Oglio, O.T.; Peres Filho, O. 1997. Levantamento e flutuação populacional de coleobrocas em plantios homogêneos de seringueira em Itiquira – MT, Brasil. *Sci. For.*, 51:45-58.
- Della Lucia, R.M.; Vital, B.R. 1983. Propriedades físicas da madeira de três regiões do tronco de *Eucalyptus saligna* Sm. *Rev. Árv.*, 7(1):71-75.
- Delobel, A.; Tran, M. 1993. *Les Coléoptères des denrées alimentaires antreposées dans les régions chaudes*. Orstom. Paris. 410p.
- Déon, G. 1989. *Manual de preservação das madeiras em clima tropical*. Trad. Antônio C. Mascarenhas. Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Série Técnica 3. 116p.
- Dorval, A.; Peres Filho, O. 2001. Levantamento e flutuação populacional de coleópteros em vegetação do cerrado da Baixada Cuiabana, MT. *Ciênc. Flor.*, 11(2):171-182.
- Dourojeani, M.J. 1965. Lós Gorgojos de ambrosia de las familias Scolytidae y Platypodidae (Coleoptera) en el Peru. *Anales Científicos*, 3(1):9-32.
- Edwards, R.; Mill, A.E. 1986. *Termites in Buildings: Their biology and control*. Rentokil Ltda, Felcourt. 231p.
- Farmer, R.H. 1967. *Chemistry in the utilization of wood*. Pergamon Press, Oxford. Vol. 9. 193p.
- Feist, W.C. 1983. Weathering and protection of wood. *Proceeding of American Wood-Preservers Association*. Bethesda. p. 1-11.
- Ferraz, J.; Ohata, S; Sales, P.C. 1998. Distribuição dos solos ao longo de dois transectos em floresta primária ao norte de Manaus (AM). In: Higuchi, N; Campos, M.A.A.; Sampaio, P.T.B.; Santos, J. (Eds). *Pesquisas Florestais para a Conservação da Floresta e Reabilitação de áreas degradadas da Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. p. 111-143.
- Fisher, R.C.; Thompson, G.H.; Webb, W.E. 1953 Ambrosia beetles in forest and sawmill: Their biology, economic importance and control. *For. Abstr.*, pt. I, 14:381-389.
- Flechtmann, C.A.H.; Couto, H.T.Z.; Gaspareto, C.L.; Berti Filho, E. 1995. Manual de pragas em florestas - Scolytidae em reflorestamentos com pinheiros tropicais. Piracicaba: IPEF. 201p.
- Flechtmann, C.A.H.; Ottati, A.L.T. 1996. Scolytidae em área de mata nativa de cerrado em Selvíria/MS. *An. Soc. Entomol. Bra.*, 25(2):285-288.

- Fontes, L.R. 1987. Morphology of the alate and worker mandibles of the soil-feeding nasute (Isoptera: Termitidae, Nasutitermitinae) from the Neotropical region. *Rev. Bras. Zool.*, 3(8):503-531.
- Fontes, L.R. 1995a. Sistemática geral de cupins. In: Berti Filho, E.; Fontes, L.R. (Eds.). *Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins*. FEALQ. Piracicaba, São Paulo. p.11-18.
- Fontes, L.R. 1995b. Termitas (Isoptera) que causan infestación en Brasil. In: Berti Filho, E.; Fontes, L.R. (eds.). *Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins*. FEALQ. Piracicaba, São Paulo. p. 163-164.
- Fontes, L.R.; Araújo, R.L. 1999. The termites. In: Mariconi, F.A.M. (Ed.). *Insects and others house invaders*. FEALQ. Piracicaba, São Paulo. p. 35-90.
- Fontes, L.R.; Milano, S. 2002. Termites as an urban problem in South America. *Sociobiology*, 40(1):103-151.
- Fougerousse, M. 1958. Les alteration fungiques dès bois frais em Afrique Tropicale et plus particulièrement de l'llomba et du limba. *Bois For. Trop.*, 60:41-56.
- Freitas, J.A.; Vasconcellos, F.J.; Silva, N.B.; Loureiro, A.A. 1992. Madeiras da Amazônia que apresentam raios largos. *Acta Amaz.*, 22(11):91-161.
- Furniss, R. L.; Carolin, V.M. 1977. *Western forest insects*. USDA, Washington. 654p.
- Galileo, M.H.M.; Martins, U. 2003. Cerambycidae (Coleoptera) da Colômbia. V. Lamiinae com unhas tarsais divergentes. *Iheringia, Ser. Zool.*, 93(2):167-176.
- Galvão, A. P. M.; Jankowsky, I. P. 1985. *Secagem racional da madeira*. Ed. Nobel. São Paulo 111p.
- Gagne, J. A.; Kearby, W. H. 1978. Host selection by *Xyleborus celsus* (Coleoptera: Scolytidae) in Missouri. *Can. Ent.*, 110(10):1009-1013.
- Garcia, S.L.R. 1998. *Importância de características de crescimento, de qualidade da madeira e da polpa na diversidade genética de clones de eucalipto*. Dissertação. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG. 103p.
- Gilbertson, R.L. 1984. Relationships between insects and wood-rotting basidiomycetes. In: Wheeler, Q.; Blackwell, M. (Eds.). *Fungus-Insects relationships*. Columbia University Press, New York. p. 130-165.
- Giro, C.G. 2003. *Xyleborus affinis* (Eichh) (Coleoptera: Scolytidae) atacando plantações de cana de açúcar en la Provincia de Santiago de Cuba. *Fitossanidad*, 7(1):61.
- Gomes, J. I.; Bandeira, A.G. 1984. Durabilidade natural de madeiras amazônicas em contato com o solo. *Boletim ABPM* n° 15, 6p.

- Gontijo, T.A.; Domingos, D.J. 1991. Guild distribution of some termites from cerrado vegetation in south-east Brazil. *J. Trop. Ecol.*, 7:523-529.
- Gray, D.R.; Borden, J.H. 1985. Ambrosia beetle attack on logs before and after processing through a dry land sorting area. *For. Chron.*, 61:299-302.
- Haack, R.A.; Slansky Junior, F. 1987. Nutritional ecology of wood-feeding Coleoptera. In: Slansky Junior, F.; Rodrigues, J.G. (Eds). *Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates*. John Wiley & Sons, New York. p. 449-486.
- Hanks, L.M. 1999. Influence of the larval host plant on reproductive strategies of cerambycid beetles. *Ann. Rev. Entomol.*, 44:483-505.
- Haubold, V.L. 1951. Distribution of the Carabidae (Coleoptera) of Boulder County, Colorado. *Am. Mid. Natur.*, 45(3):683-710.
- Hickin, N.E. 1971. *Termites: a world problem*. Hutchinson & Co., Ltd., London. 233p.
- Hickin, N.E.; Edwards, R. 1976. *The insect factor in wood decay*. Associated Business Programmes. London. 383p.
- Hicks Jr., R.R. 1980. *The southern pine beetle*. Chapter 4: Climatic, site and stand factors. Disponível em: <http://www.bugwood.org/barkbeetles/spb/spbbook/Chapt4.html#1>. Acessado em: junho de 2008.
- Highley, T.L.; Kirk, K. 1979. Mechanisms of wood decay and the unique features of heartrots. *Phytopathology*, 69(10):1151-1157.
- Higuchi, N.; Santos, J; Vieira, G.; Ribeiro, R.J.; Sakurai, S.; Ishizuka, M.; Sakai, T.; Tanaka, N.; Saito, S. 1998. Análise estrutural da floresta primária da bacia do rio Cuieiras, ZF-2, Manaus-Am, Brasil. In: Higuchi, N; Campos, M.A.A.; Sampaio, P.T.B.; Santos, J. (Eds). *Pesquisas Florestais para a Conservação da Floresta e Reabilitação de áreas degradadas da Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. p. 51-82.
- Hueck, K. 1972. *As florestas da América do Sul*. Polígono, São Paulo. 466p.
- Hulcr, J.; Mogia, M.; Isua, B.; Novotny, V. 2007. Host specificity of ambrosia and bark beetles (Col., Curculionidae: Scolytinae and Platypidinae) in a New Guinea rainforest. *Ecol. Entomol.*, 32(6):762-772.
- IBAMA. 1993. *Amostragem e propriedades físico-mecânicas de madeiras amazônicas*. IBAMA, Brasília, 107p.
- INPA/CPPF. 1991. *Catálogo de Madeiras da Amazônia: Características Tecnológicas*. Área da Hidrelétrica da Balbina. Manaus. 163p.
- INPA/CPPF. 1993. *Catálogo de Madeiras do Amapá: Características Tecnológicas*. Manaus. 58p.

- Jaenike, J. 1990. Host specialisation in phytophagous insects. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 21:243-273.
- Jesus, M.A.; Morais, J.W.; Abreu, R.L.S.; Córdias, M.F. 1998. Durabilidade natural de 46 espécies de madeira amazônica em contato com o solo em ambiente florestal. *Sc. For.*, 54:81-92.
- Kaarik, A. 1974. Decomposition of wood. In: Dickinson C.H.; Pugh G.J.F. (Eds.) *Biology of Plant Litter Decomposition*. Academic Press, London. p. 129–174.
- Kollmann, F.E.P.; Côté, W. 1968. *Principles of wood science and technology*. I. Solid wood. Springer-Verlag New York Inc., Berlin. 592p.
- Krishna, K. 1970. Taxonomy, phylogeny and distribution of termites. In: Krishna, K.; Weesner, F.M. (Eds.) *Biology of termites*. Vol. 2. Academic Press, New York. p.127-152.
- La Fage, J.P.; Nutting, W.L. 1978. Nutrient dynamics of termites. In: Brian, M.V. (Ed.). *Production ecology of ants and termites*. Cambridge University Press, Cambridge. p. 165-232.
- Laffont, E.R.; Torales, G.J.; Coronel, J.M.; Arbino, M.O.; Godoy, M.C. 2004. Termite (Insecta, Isopetra) fauna from National Parks of the northeast region of Argentina. *Sci. Agric.*, 61(6):665-670.
- Lai, P.Y.; Tamashiro, M.; Yates, J.R.; Su, N.Y.; Fuji, J.K.; Ebesu, R.H. 1983. Living plants in Hawaii attacked by *Coptotermes formosanus*. *Proc. Hawaii. Entomol. Soc.*, 24(2-3):283-286.
- Lara, F.; Shenefelt, R.D. 1965. Some Scolytidae and Platypodidae associated with cacao in Costa Rica. *Turrialba*, 15(3):169-177.
- Larson, P.R.; Kretschmann, D.E.; Clark III, A. Isebrands, J.G. 2001. *Formation and properties of juvenile wood in southern pines: a synopsis*. USDA, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison. 42p.
- Lawrence, J.F.; Britton, E.B. 1991. Coleoptera. In: CSIRO (Eds.) *The insects of Austrália*, vol. 2. Cornell University Press, New York, p. 543-683.
- Lawrence, J.F.; Newton, Jr. A.F. 1995. Families and subfamilies of coleoptera (with selected genera, notes, references and date on family-group names). *Muzeum i Instytut Zoologii PAN*, Warszawa. 1006p.
- Lima, J.T.; Costa-Leonardo, A.M. 2007. Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Coleoptera). *Biota Neotr.*, 7(2):243-250.
- Lindgren, B.S.; Fraser, R.G. 1994. Control of ambrosia beetles damage by mass trapping at a dryland log sorting area in British Columbia. *For. Chron.*, 70(2):159-163.

- Loureiro, A.; Silva, M.F.; Alencar, J.C. 1979. *Essências madeireiras da Amazônia*. Vol. 1. INPA, Manaus. 245p.
- Lunz, A.M. 2001. *Degradação da madeira de seis essências arbóreas causada por Scolytidae (Coleoptera)*. Dissertação. UFRRJ/IF, Rio de Janeiro, 160p.
- Lunz, A.M.; Carvalho, A.G. 2002. Degradação da madeira de seis essências arbóreas dispostas perpendicularmente ao solo causada por Scolytidae (Coleoptera). *Neotr. Entomol.*, 31(3):351-357.
- Mady, F.T.M. 2000. *Conhecendo a madeira*. Informações sobre 90 espécies comerciais. Ed. Manaus: SEBRAE/AM. Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico. 212p.
- Macedo, N. 1976. Estudo das principais pragas das ordens Lepidoptera e Coleoptera dos eucaliptais do Estado de São Paulo. Dissertação. ESALQ/USP, Piracicaba, 87p.
- Marques, E.N. 1989. Índices faunísticos e grau de infestação por Scolytidae em madeira de *Pinus* spp. Tese. UFPR, Curitiba, 103p.
- Martin, M.M. 1979. Biochemical implications of insects mycophagy. *Biol. Rev.* 54(1):1-21.
- Matias, E.O.; Abreu, R.L.S. 1999. Estudo da sucessão de Coleoptera (besouros) e Isoptera (cupins) em madeiras de Presidente Figueiredo, Amazonas. Anais. *VIII Jornada de Iniciação Científica do PIBIC/INPA/CNPq*. Manaus, p. 52-55.
- Martius, C. 1997. The termites. In: Junk, (Ed). The Central Amazon Floodplain. *Ecol. Studies*, 126:361-371.
- Mathews, A.G.A. 1977. *Studies on termites from the Mato Grosso State, Brazil*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. 267 p.
- McLean, J.A. 1985. Ambrosia beetles: a multimillion dollar degrade problem of saw logs in Coastal British Columbia. *For. Chron.* 61(4):295-298.
- McLean, J.A.; Borden, J.H. 1977. Attack by *Gnathotrichus sulcatus* (Coleoptera: Scolytidae) on stumps and felled trees baited with sulcatol and ethanol. *Can. Entomol.*, 109(4):675-686.
- Mendes, L.M.; Silva, J.R.M.; Trugilho, P.F.; Lima, J.T. 1999. Variação da densidade da madeira de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schlttdl. no sentido longitudinal dos caules. *Rev. Cerne*, 5(1):102-111.
- Mill, A.E. 1983. Generic keys to the soldier caste of New World Termitidae (Isoptera: Insecta). *Syst. Entomol.*, 8(2):179-190.
- Mill, A.E. 1992. Termites as agricultural pests in Amazonia, Brazil. *Outlook Agric.*, 21(1):41-46.

- Moeck, H. A. 1981. Ethanol induces attack on trees of spruce beetles, *Dendroctonus rufipennis* (Coleoptera: Scolytidae). *Can. Ent.*, 113(5):939-942.
- Mohali, S; Encinas, O. 2001. Association of *Diplodia muticola* with blue stain of caribbean pine in Venezuela. *For. Path.*, 31(3):187-189.
- Monné, M.A. 2001. Catalogue of the Neotropical Cerambycidae with known host plant -- Part III: Subfamily Lamiinae, tribes Acanthocinini to Apomecynini. *Publicações Avulsas do Museu Nacional*, nr. 92, 1 - 94.
- Monné, M.A. 2002. Catalogue of the Neotropical Cerambycidae with known host plant - Part IV: Subfamily Lamiinae, tribes Batocerini to Xenofreini. *Publicações Avulsas do Museu Nacional*, nr. 94: 1-92.
- Monné, M.A. 2004. Catalogue of the Neotropical Cerambycidae (Coleoptera) with know host plant – Part VI: Host Plant Index. *Publicações Avulsas do Museu Nacional*, nr. 100: 1-95.
- Monné, M.A; Hovore, F.T. 2005. *Checklist of the Cerambycidae of the Western Hemisphere*. Electronic Version 2005 (atualizada em janeiro de 2006).
- Moraes, G.J.; Berti Filho, E. 1974. Coleobrocas que ocorrem em essências florestais. *Boletim IPEF*, (9):27-42.
- Moraes, J.C.; Zanetti, R.; Amaral-Castro, N.R.; Zanuncio, J.C.; Andrade, H.B. 2002. Effect of *Eucalyptus* species and soil type on infestation levels of heartwood termites (Insecta: Isoptera) in reforested areas in Brazil. *Sociobiology*, 39(2):145-143.
- Moreno, L.L.; Pérez, M.R.; Zorrilla, M.A. 2003. Lista de Escolitideos (Coleoptera) de Cuba y suas plantas hospedantes. *Fitossanidad*, 7(1):17-21.
- Muniz, G.I.B.; Palma, H.A.L. 1998. Variação das propriedades mecânicas da madeira de *Pinus elliotii*. In: Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira. Anais. Florianópolis (SC). p. 215-228.
- Nascimento, C.C. 1993. *Variabilidade da densidade básica e de propriedades mecânicas de madeiras da Amazônia*. Dissertação. ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo. 129p.
- Nascimento, C.C. 2000. *Variabilidade e desenvolvimento de modelos para estimar propriedades de madeira de quatro espécies arbóreas da Amazônia*. Tese. INPA/UFAM, Manaus, Amazonas. 192p.
- Nascimento, C.C.; Garcia, J.N. 1995. Variabilidade da densidade básica e das propriedades mecânicas de 87 espécies de madeiras da Amazônia originária de quatro regiões. In: Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira. Anais, Belo Horizonte.
- Nascimento, C.C.; Garcia, J.N.; Diaz, M.P. 1997. Agrupamento de espécies madeireiras da Amazônia em função da densidade básica e das propriedades mecânicas. *Mad. y Bosq.*, 3(1):33-52.

- Nickle, D.A.; Collins, M.S. 1992. The termites of Panama. In: Quintero, D.; Aiello, A. (eds.). *Insects of Panama and Mesoamerica, selected studies*. Oxford University Press, London. p 208-241.
- Nogueira, S.B.; Souza, A.J. 1987. "Cupins de cerne" *Coptotermes testaceus* (Isoptera, Rhinotermitidae) uma praga séria para eucaliptos nos cerrados. *Bras. Flor.*, 6:9-35.
- Oliveira, L.B. 2006. *Avaliação da qualidade da madeira da espécie florestal Scleronema micranthum Ducke através de metodologia destrutiva e não destrutiva*. Dissertação. UFAM, Manaus, Amazonas. 62p.
- Oliveira, A.M.F.; Lélis, A.T.; Lepage, E.S.; Lopes, G.A.C.; Oliveira, L.C.S.; Cañedo, M.D.; Milano, S. 1986. Agentes destruidores de madeira. In: Lepage, E.S. (ed.) *Manual de Preservação de madeiras*. Vol. 1. IPT, São Paulo. p. 99-278.
- Oliveira, J.T.S.; Della Lucia, R.M.; Vital, B.R. 1988. Estudo das propriedades físicas e tecnológicas da madeira da pindaíba (*Xylopia sericea* St. Hil). III – Propriedades mecânicas. *Rev. Árv.*, 12(2):129-133.
- _____. 1990. Estudo das propriedades físicas e tecnológicas da madeira da pindaíba (*Xylopia sericea* St. Hil). IV – Densidade, umidade e secagem da madeira. *Rev. Árv.*, 14(2):139-154.
- Oliveira, J.T.S.; Silva, J.C. 2003. Variação radial da retratabilidade e densidade básica da madeira de *Eucalypts saligna* Sm. *Rev. Árv.*, 27(3):381-385.
- Orbay, L.; McLean, J.A.; Sauder, B.J.; Cottell, P.L. 1994. Economic losses resulting from ambrosia beetle infestation of sawlogs in coastal British Columbia, Canada. *Can. J. For. Res.* 24(6): 1266-1276.
- Paine, T.D.; Raffa, K.F.; Harrington, T.C. 1997. Interactions among Scolytid bark beetles, their associated fungi, and live host conifers, *An. Rev. Entomol.* 42:179-206.
- Panshin, A.J.; Zeeuw, C. 1981. *Textbook of wood technology*. 4 ed. Mc-Graw Hill, New York. 722p.
- Parkin, G. 1942. Fungi associated with typical truewood decays observed in Victorian forest trees. *Austral. For.* 6 (2): 82–86.
- Paula, E.V.C.M.; Cabral, M.T.F.; Nascimento, C.C.; Rocha, L.S. 1986. Propriedades mecânicas de trinta e nove espécies de madeiras do Amazonas. In: 2º Encontro Brasileiro em Madeira e em Estruturas de Madeira. São Carlos. São Paulo. p. 23-45.
- Pedrosa-Macedo, J.H. 1984. Riscos da não utilização de resíduos florestais. In: Curso de Atualização sobre Sistemas de Exploração e Transporte Florestal. 5, 1984. Anais. FUPEF, Curitiba. p. 40-49.
- Pedrosa-Macedo, J.H.; Schonherr, J. 1985. *Manual dos Scolytidae nos reflorestamentos brasileiros*. UFPR/DSM/LPF. 71p.

- Pedrosa-Macedo, J.H.; Berti Filho, E.; Santos, H.R.; Costa, E.C.; Marques, E.N.; Peres Filho, O.; Muelles, J.A.; Fava, H.H.P.; Rocha, M.P.; Pietrowski, V.; Nascimento, E.N.; Silva, L.K.F. 1993. *Manual de pragas em florestas*. Pragas florestais do Sul do Brasil. Vol 2. IPEF/SIF. 112p. il.
- RADAM, 1978. Programa de Integração Nacional. Levantamento de Recursos Naturais. vol.18 (Manaus) – RADAM (projeto) DNPM, Ministério das Minas e Energia. 626p.
- Raetano, C.G.; Wilcken, C.F.; Crocomo, W.B. 1997. Controle de cupins em florestas de eucalipto com o inseticida fipronil (Regent 20 G) aplicado em cobertura. *Rev. Árv.*, 21(2):289-293.
- Reichardt, H.1965. Scolytoidea (Coleoptera) 5: Notes on Neotropical Platypodidae, mainly from Central America. *Psyche*, 72:159-166.
- Reyes-Castillo, P.; Halffter, G. 1984. La estructura social de los Passalidae (Col., Lamell.). *Fol. Entomol. Mex.*, 61: 49-72.
- Ribeiro, G.T.; Zanuncio, J.C., Couto, L.; Zanuncio Jr, J.S. 2001. Ocorrência da broca-do-eucalipto, *Phoracantha semipunctata* Fab. (Coleoptera: Cerambycidae) nos Estados de Minas Gerais, Paraná e Espírito Santo. *Rev. Árv.*, 25(3):393-396.
- Rondón, A.; Guevara, Y. 1984. Algunos aspectos relacionados con la muerte regresiva del aguacate (*Persea americana* Mill) *Agron. Trop.*, 34(1-3):119-129.
- Rudinsky, J.A. 1962. Ecology of Scolytidae. *Ann. Rev. Entomol.*, 7:327-348.
- Saint-Germain, M; Drapeau, P; Buddle, C.M. 2007. Occurrence patterns of aspen-feeding wood-borers (Coleoptera: Cerambycidae) along the wood decay gradient: active selection for specific host types or neutral mechanisms. *Ecol. Entomol.*, 32:712-721.
- Sales, A. 1991. Característica de resistência mecânica de espécies de eucalipto do Estado de São Paulo. Dissertação. EESC/USP, São Carlos, São Paulo. 204p.
- Sales-Campos, C.; Abreu, R.L.S.; Vianez, B.F. 2000. Condições de uso e processamento de madeiras nas indústrias madeireiras de Manaus, Amazonas, Brasil. *Acta Amaz.*, 30(2):319-331.
- Sands, W.A. 1969. The association of termites and fungi. In: Krishna, K.; Weesner, F.M. (Eds.) *Biology of termites*. Vol. 1. Academic Press, New York, p. 495-524.
- Santos, G.P.; Zanuncio, J.C.; Anjos, N.; Zanuncio, T.V. 1990. Danos em povoamentos de *Eucalyptus grandis* pelo cupim de cerne *Coptotermes testaceus* Linneé, 1785 (Isoptera: Rhinotermitidae). *Rev. Árv.*, 14(2):155-163.
- Saunders, J.L.; Norris, D.M.; Knoke, J.K. 1967. Insect-host tissue interrelations between *Xyleborus ferrugineus* (Coleoptera: Scolytidae) and *Theobroma cacao* in Costa Rica. *Ann Ent. Soc. Am.*, 60(2):419-423.

- Scanavaca Jr., L. 2001. *Caracterização silvicultural, botânica e tecnológica de Eucalyptus urophylla S.T. Blake e de seu potencial para utilização em serraria*. Dissertação. ESALQ/USP. Piracicaba, São Paulo. 108p.
- Serpa, P.N.; Vital, B.R.; Della Lucia, R.M.; Pimenta, A.S. 2003. Avaliação de algumas propriedades da madeira de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Pinus elliotti*. *Rev. Árv.*, 27(5):723-733.
- Scheffer, T.C. 1973. Microbiological degradation and the causal organisms. In: Nicholas, D.D. (Ed.) *Wood deterioration and its prevention by preservative treatments*. Vol. 1. Syracuse University Press, Syracuse. p. 31-106.
- Schedl, K.E. 1962. Scolytidae und Platypodidae Afrikas. II. Familie Scolytidae. *Rev. Ent. Moçamb.*, 5(1):1-594.
- Shibata, E. 1987. Oviposition schedules, survivorship curves, and mortality factors within tree of two cerambycid beetles (Coleoptera: Cerambycidae) the Japanese pine sawyer *Monochamus alternatus* Hope and sugi bark borer *Semanotus japonicus* Lacordaire. *Res. Popul. Ecol.*, 29(2):174-177.
- Shore, T.L. 1991. *Ambrosia beetles*. Forest Insects and Disease Survey, Canada. 4p.
- Schuster, J.C.; Schuster, L.B. 1997. The evolution of social behavior in Passalidae. In: Choe, J.; Crespi, B. (Eds.). *The evolution of social behavior in Insects and Arachnids*. Cambridge University Press, Cambridge. p. 260-269.
- Schwarze, E.W.M.R., Engels, J.; Mattheck, C. 2000. *Fungal Strategies of Wood Decay in Trees*. Springer, New York. 185p.
- Sgai, D.R. 2001. *Fatores que afetam o tratamento para preservação de madeiras*. Dissertação. UNICAMP, Campinas, São Paulo. 100p.
- Silva, J.C.; Matos, J.L.M.; Oliveira, J.T.S.; Evangelista, W.V. 2005. Influência da idade e da posição ao longo do tronco na composição química da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill. *Rev. Árv.*, 29(3):455-460.
- Silveira Neto, S.; Nakano, O.; Barbin, D.; Villa Nova, N. A. 1976. *Manual de ecologia dos insetos*. Ed. Agronômica Ceres Ltda, São Paulo. 419p.
- Souza, O.F.F.; Brown, V.K. 1994. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termites communities. *J. Trop. Ecol.*, 10(2):197-206.
- Souza, N.J.; Marques, E.N.; Corrêa, R.M. 1997. Avaliação do grau de infestação de insetos em madeira estocada no município de São Mateus do Sul, PR. *Rev. Ciênc. Agrar.*, 16(2):63-68.

- Torres, J.A. 1994. Wood decomposition of *Cyrilla racemiflora* in a Tropical Montane Forest. *Biotropica*, 26(2):124-140.
- Trevisan, H.; Marques, F.M. T.; Carvalho, A. G.; Lelis, R. C. C. 2007. Avaliação de propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais em função da deterioração em dois ambientes. *Rev. Árv.*, 31(1):93-101.
- Trevisan, H.; Marques, F.M. T.; Carvalho, A. G. 2008. Degradação natural de toras de cinco espécies florestais em dois ambientes. *Rev. Flor.*, 38(1):36-41.
- Triplehorn, C.A.; Johnson, N.F. 2005. *Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects*. (7th ed). Thomson Brooks/Cole, Belmont, CA. 864p.
- Vale, A.T.; Martins, I.S.; Araújo, W.L.O. 1992. Estudo da densidade básica de três espécies do Cerrado. *Rev. Árv.*, 16(2):209-217.
- Vale, A.T.; Costa, A.F.; Gonzalez, J.C.; Nogueira, M. 2001. Relação entre a densidade básica da madeira, o rendimento e a qualidade do carvão vegetal de espécies do cerrado. *Rev. Árv.*, 25(1):89-95.
- Venson, I. 2000. Avaliação das propriedades da madeira de *Pinus taeda* L. submetida à ação de agentes biodegradadores. Monografia. UFPR. Curitiba. 51p.
- Vital, B.R. 1984. Métodos de determinação da densidade da madeira. *Soc. Invest. Flor.*, Viçosa. Boletim Técnico nr. 1. 19p.
- Waller, D.A.; La Fage, J.P. 1986. Nutritional ecology of termites. In: Slansky Junior, F.; Rodriguez, J.G. (Eds.). *Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates*. John Willey & Sons, New York, p.487-532.
- Wilcken, C.F.; Raetano, C.G. 1995. Controle de cupins em florestas. In: Berti-Filho, E.; Fontes, L.R. (Eds.). *Alguns aspectos atuais de controle de biologia de cupins*. FEALQ, Piracicaba. p. 141-154.
- Wilcken, C. F.; Berti Filho, E.; Ottati, A.L.T.; Firmino, D.C.; Couto, E.B. 2002. Ocorrência de *Phoracantha recurva* Newman (Coleoptera: Cerambycidae) em eucalipto no Estado de São Paulo, Brasil. *Sci. For.*, 62:13-24.
- Wood, S.L. 1982. The bark and ambrosia beetles of north and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph. *G. B. Nat. Mem.*, 6. 1360p.
- Wood, S.L. 1993. Revision of the genera of Platypodidae. *G. B. Nat. Mem.*, 53(3):259-281.
- Wood, S.L.; Stevens, G.C.; Lezama, H.J. 1991a. Los Scolytidae de costa Rica: clave de generos y de la subfamilia Hylesininae (Coleoptera). *Rev. Biol. Trop.*, 39(1):125-148.
- Wood, S.L.; Stevens, G.C.; Lezama, H.J. 1991b. Scolytidae (Coleoptera) de Costa Rica. II. Clave para subfamilia Scolytinae, tribus: Scolitini, Ctenophorini, Micracini, Ipini, Dryocoetini, Xyleborini y Cryphalini. *Rev. Biol. Trop.*, 39(2):279-306.

- Wood, S.L.; Stevens, G.C.; Lezama, H.J. 1992. Los Scolytidae da Costa Rica: clave de gêneros y de la subfamilia Hylesininae (Coleoptera). *Rev. Biol. Trop.*, 40(3):247-286.
- Zani Filho, J.; Kageyama, P.Y.; Berti Filho, E. 1984. Avaliação do ataque de *Platypus* sp. em procedências e progênes de *E. urophylla*. *Boletim IPEF*, 28:33-39.
- Zanuncio, J.C.; Sossai, M.F.; Couto, L.; Pinto, R. 2002. Occurrence of *Euplatypus parallelus*, *Euplatypus* sp. (Col.:Euplatypodidae) and *Xyleborus affinis* (Col.: Scolytidae) in *Pinus* sp. in Ribas do Rio Pardo, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Rev. Árv.*, 26(3):387-389.
- Zanuncio, J.C.; Sossai, M.F.; Flechtmann, C.A.H.; Zanuncio, T.V.; Guimarães, E.M. Espindula, M.C. 2005. Plants of a *Eucalyptus* clone damaged by Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera). *Pesq. Agrop. Bras.*, 40(5):513-515.
- Zorzenon, F.J.; Potenza, M.R. 1998. Cupins: pragas em áreas urbanas. *Bol. Técn. Inst. Biol.*, n. 10. 40p.