



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**“COLEÓPTEROS DAS FAMÍLIAS BOSTRICHIDAE E CURCULIONIDAE
(SCOLYTINAE) ASSOCIADOS A *Banisteriopsis caapi* (SPRUCE EX
GRISEBACH)**

REBECA CRISTINA PENA

ARARAS

2013



**EM AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
RURAL UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO**

**“COLEÓPTEROS DAS FAMÍLIAS BOSTRICHIDAE E CURCULIONIDAE
(SCOLYTINAE) ASSOCIADOS A *BANISTERIOPSIS CAAPI* (SPRUCE EX
GRISEBACH)”**

REBECA CRISTINA PENA

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS ALBERTO HECTOR
FLECHTMANN

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. LAERTE MACHADO

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Agroecologia e Desenvolvimento Rural
como requisito parcial à obtenção do
título de MESTRE EM
AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL

ARARAS
2013

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

P397cf

Pena, Rebeca Cristina.

Coleópteros das famílias bostrichidae e curculionidae (Scolytinae) associados a *Banisteriopsis caapi* (Spruce ex Grisebach) / Rebeca Cristina Pena. -- São Carlos : UFSCar, 2013.

147 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2013.

1. Inseto. 2. Scolytinae. 3. Bostrichidae. 4. *Banisteriopsis caapi*. 5. Mariri. I. Título.

CDD: 595.7 (20^a)

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
DE

REBECA CRISTINA PENA

APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL, DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SÃO CARLOS, **EM 27 DE MAIO 2013.**

BANCA EXAMINADORA:

PROF. DR. CARLOS A. HECTOR FLECHTMANN
ORIENTADOR
FEIS/UNESP

PROF. DR. ROGÉRIO GOULARTE MOURA
ESALQ/USP

PROF. DR. MARCELO NIVERT SCHLINDWEIN
UFSCar/ SOROCABA

Aos meus pais

Exemplos de vida, integridade, dignidade e simplicidade,
Meus eternos educadores, que com amor e esforço sempre me
auxiliaram e apoiaram.

Dedico.

Quero expressar minha gratidão

Ao Mestre

Pelo dom da vida, por ouvir meu coração, guiar meus passos, e colocar em meu caminho pessoas preciosas a quem chamo de amigos.

À minha mãe Maria Luiza e ao meu filho Yuri Podolsky, por estarem sempre ao meu lado, me apoiando e torcendo por mim. Ao meu companheiro Almir de Andrade pela paciência e carinho.

Ao meu orientador Carlos Flechtmann, por sua paciência, compreensão, e dedicação, que apesar da distância esteve sempre presente, orientando, ensinando e aconselhando. Seus apontamentos e advertências me fizeram aprofundar meus estudos e crescer. Por dispor sua equipe em meu auxílio na identificação dos insetos, e pela colaboração preciosa no patrocínio de nosso artigo.

À turma do laboratório do Depto de Fitossanidade - FEIS/UNESP, Ilha Solteira, especialmente a Silvia Tanabe e Fabiana Garcia, que identificaram os besouros durante a experiência, me ensinaram algumas diferença entre as espécies, e me consolaram nos momentos difíceis.

Ao meu co-orientador Laerte Machado pelos estudos e conversas, por não me deixar desistir, e ceder o laboratório do Instituto Biológico para as primeiras análises.

À Direção da União do Vegetal, pela confiança em permitir o desenvolvimento dessa pesquisa junto aos seus plantios, e ao Coordenador da Comissão Científica da UDV, Luiz Fernando Milanez e Diretor do Departamento do plantio Henrique Cattannio pelo apoio.

Ao mestre central da 3^a região Victor Luiz Martins, e a direção do núcleo Lupunamanta, Flávio Gordon, (Representante), Henrique Sales Gentil e Antônio Cristovão pelo auxílio financeiro.

Ao grande amigo Reinaldo Pereira, presidente do N. Lupunamanta, quem me incentivou e apoiou no desenvolvimento desse trabalho, e vem me ensinando a respeito do plantio de mariri em florestas.

A toda irmandade do núcleo Lupunamanta, pela amizade e companheirismo nessa caminhada, em especial a Gilson de Morais, Milton Villas Boas, Josué Menezes e equipe do plantio pela participação nos trabalhos de campo.

À Unidade Beneficente Estrela da manhã, pelo recurso financeiro cedido quando precisei. Em especial pelo atendimento da equipe médica composta pelos amigos Dr. Gabriel Travainne, Dr. José Carlos Di Miguelli e das amigas terapeutas Nilza Helena Mazzoni e Regina Villas Boas, que garantiram o equilíbrio de minha saúde me recebendo em seus consultórios inúmeras vezes durante esse período.

Às pessoas de outras regiões brasileiras que gentilmente prestaram auxílio dando informações que complementam as pesquisas: Antenor José Gugelmin Neves e Elionei Francisco (UDV Campo Grande), Antúlio Lima de Sousa (UDV Rio Branco), Carlos Gonçalves Miranda Junior (UDV Governador Valadares), Eilonei Francisco de Souza (UDV Campo Grande), Euclides Silami Garcia (UDV Lagoa da Prata), Luciano Pinheiro de Sousa (UDV Itapecerica da Serra), Francisco Morita Filho (UDV Jundiaí/SP), Walter Antônio Pereira Abrahão e Ivo Jucksch (UDV Ubá/MG), Jackson Brum (UDV Joaçaba/SC), Amanda Oliveira Andrade (UDV Crato/CE), e Vitor Geraldo Freitas Cruz (CICLUJUR Benevides, quilombola Santa Isabel do Pará).

À Beatriz Labate por divulgar a pesquisa em seu site.

Aos amigos José Francisco, Nabila Dias, Alexandre Bueno, Tatiana Steiner e Maria Fernanda Marcal pelo auxílio nas multimídias e fotos.

À amiga Maria Cristina, Paulo Monteleone e família por me hospedarem carinhosamente em sua casa em Araras, durante a temporada de aulas.

Aos coordenadores, professores e secretárias da UFSCar pelo carinho, compreensão e atenção que prestam aos seus mestrandos.

A toda a minha turma, pelos bons momentos de estudos e festejos que passamos juntos.

À BUNKER Ltda, pela doação de um estereoscópio e uma máquina fotográfica.

Enfim, a todos que me apoiaram nessa etapa importante de minha vida.
“A União é a Vitória”

“Glória a Deus nas Alturas e Paz na Terra aos Homens de Boa Vontade”

SUMÁRIO

SUMÁRIO	8
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. O CIPÓ MARIRI.....	5
2.1.1. Classificação botânica	5
2.1.2. Biogeografia.....	8
2.1.3. Fenologia do mariri	9
2.1.4. Cultivo do mariri	11
2.1.5. Importância biológica do mariri	12
2.1.6. Histórico do mariri, uso e distribuição	13
2.2 - OS INSETOS.....	16
2.2.1. Importância dos coleópteros em florestas	16
2.2.2. Curculionidae- Scolytinae	23
2.2.2.a. Caracterização taxonômica.....	23
2.2.2.b. Ciclo biológico e organização social	25
2.2.2.c. Hábitos alimentares	29
2.2.2.d. Relação simbiótica com fungos	30
2.2.2.e. Especificidade hospedeira	32
2.2.2.f. Fatores que Influenciam no vôo.....	33
2.2.2.g. Atração hospedeira	36
2.2.2.h. Danos e importância	37
2.2.2.i. Controle.....	43
2.2.2.j. Monitoramento	54
2.2.3. Bostrichidae	59
3. OBJETIVOS	64
4. MATERIAL E METODOS	65
4.1. Área do Estudo	65
4.2. Dados das coletas dos insetos	75

4.3. Dados do tamanho dos cipós segundo seus diâmetros.....	77
4.4. Dados meteorológicos	78
4.5. Determinação da taxa de volatilização	78
4.6. Contatos com plantios de outras regiões	79
4.7. Delineamento experimental e análise de dados	80
5. RESULTADOS.....	81
5.1. Análises quantitativas e qualitativas	81
5.2 - Temperatura do ar e precipitação.....	88
5.3 – Taxas de volatilização do etanol	92
5.4 – Tamanho dos orifícios.....	93
5.5 – Pesquisa de âmbito nacional	97
6. DISCUSSÃO	100
7. CONCLUSÕES	109
8. REFERÊNCIAS.....	111

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição de área e nº de pés de mariri no Brasil, Censo UDV (2002).....	16
Tabela 2 - Total de espécies de Scolytinae, Platypodinae (Curculionidae) e Bostrichidae capturados em armadilhas de impacto de vôo iscadas com etanol. Centro Espírita Beneficente União do Vegetal, Campinas/SP, de fevereiro de 2010 a fevereiro de 2011.	81
Tabela 3 - Média ± desvio padrão de espécimes de Scolytinae e Bostrichidae capturados semanalmente com armadilhas de impacto de vôo iscadas com etanol em setores com distintos tipos de vegetação. Centro Espírita Beneficente União do Vegetal, Campinas/SP, de fevereiro de 2010 a fevereiro de 2011.....	84
Tabela 4 - Média ± desvio padrão de espécimes de Scolytinae e Bostrichidae capturados semanalmente com armadilhas de impacto de vôo iscadas com etanol em setores com distintos tipos de vegetação. Centro Espírita Beneficente União do Vegetal, Campinas/SP, de fevereiro de 2010 a fevereiro de 2011.....	85
Tabela 5 - Distribuição dos índices de diversidade de Shannon e equitabilidade para espécies de Scolytinae capturados semanalmente com armadilhas de impacto de vôo iscadas com etanol em setores com distintos tipos de vegetação. Centro Espírita Beneficente União do Vegetal, Campinas/SP, de fevereiro de 2010 a fevereiro de 2011.	86
Tabela 6 - Médias ± desvio padrão dos dados climáticos semanais e número de espécies de Scolytinae e Bostrichidae interceptados em armadilhas com etanol. As médias seguidas pela mesma letra dentro das linhas não são significativamente diferentes (Teste de Tukey, P<0.05). Os besouros foram detransformados em $\sqrt{(x+0,5)}$. Campinas/SP, fevereiro de 2010 até fevereiro de 2011.....	90

Tabela 7 - Dados de volatilização do etanol com duas amostras em cada setor.	
A primeira pesagem (05/02/2010 a 12/02/2010) totalizou 170h40', e a	
segunda pesagem (01/07/2010 a 08/07/2010) totalizou 169h20'.....	92
Tabela 8 - Relatos de danos ocorridos no Brasil por Coleoptera em	
<i>Banisteriopsis caapi</i> , nas variedades caupuri (C) e tucunacá (T), até o ano de	
2012. Legenda: # cipós – número de cipós atacados, e ? - nº desconhecido..	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Acima mariri caupuri vindos de Belém/PA. Foto: Maria Fernanda. À direita mariri caupuri vindo de Manaus/AM. Foto: Josué Menezes. Abaixo mariri tucunacá. Foto: Sérgio Polignano.....	7
Figura 2 - Flor do mariri - Foto:Sergio Polignano.....	8
Figura 3 - Localização dos quatro setores no Centro Espírita Beneficente União do Vegetal em Campinas/SP. Foto: Google Maps.....	66
Figura 4 - A) Setor 1 no Centro Espírita Beneficente União do Vegetal em Campinas/SP, em 1982 - Foto do Departamento de Memória e Documentação do núcleo. B) Mesmo setor em 2010. Foto: Maria Fernanda.....	68
Figura 5 - Setor 1 com a localização dos pés de mariri, no Centro Espírita Beneficente União do Vegetal em Campinas/SP, onde os cinzas representam os pés de mariri da variedade caupuri e os pretos representam a variedade tucunacá. O branco mostra o posicionamento e o número das armadilhas.....	69
Figura 6 - Setor 2 com a localização dos pés de mariri, no Centro Espírita Beneficente União do Vegetal em Campinas/SP, onde os pretos representam os pés de mariri da variedade caupuri e os cinzasl representam a variedade tucunacá. O branco mostra o posicionamento e o número das armadilhas.....	71
Figura 7 - Setor 3 com a localização dos pés de mariri, no Centro Espírita Beneficente União do Vegetal em Campinas/SP, onde os pretos representam os pés de mariri da variedade caupuri e os cinzas representam a variedade	

tucunacá. O branco mostra o posicionamento e o número das armadilhas no setor.....	73
Figura 8 - Setor 4 com a localização dos pés de mariri, no Centro Espírita Beneficente União do Vegetal em Campinas/SP, onde os pretos representam os pés de mariri da variedade caupuri e os cinzas representam a variedade tucunacá. O branco mostra o posicionamento e número das armadilhas no setor.....	74
Figura 9 - Armadilha modelo ESALQ-84 iscada com etanol.....	75
Figura 10 - A) armadilha modelo ESALQ-84. B) Isca de vidro com conta-gotas embutido na tampa, onde o etanol é exalado.....	76
Figura 11 - Similaridade (Mountford) existente entre setores, com distintos tipos de vegetação, para espécies de Scolytinae capturados semanalmente com armadilhas de impacto de vôo. Centro Espírita Beneficente União do Vegetal, Campinas/SP, de fevereiro de 2010 a fevereiro de 2011.....	87
Figura 12 - Dados de precipitação média e Temperatura máxima, média e mínima, no período de março de 2010 a fevereiro de 2011, obtidos pela CEPAGRI – Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura, FEAGRI/UNICAMP.....	88
Figura 13 - Dados de precipitação média e umidade relativa do ar de Campinas no período de março de 2010 a fevereiro de 2011, obtidos pela CEPAGRI – Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura, FEAGRI/UNICAMP.....	89
Figura 14 - Número total de espécies selecionadas de Coleoptera: Curculionidae (Scolytinae) e Bostrichidae, capturadas semanalmente em armadilhas de intercepção de vôo, iscadas com etanol. Campinas/SP, de fevereiro de 2010 até fevereiro de 2011.....	91
Figura 15 - Número total de espécies selecionadas de Bostrichidae e Scolytinae (Curculionidae) capturadas semanalmente em armadilhas de intercepção de vôo, iscadas com etanol. Campinas/SP, de fevereiro de 2010 até fevereiro de 2011.....	91
Figura 16 - Média (+ SE) número de orifícios de besouros encontrados em cipós <i>B.caapi</i> em diferentes alturas do tronco (A) nos quatro locais do estudo,	

- (B) em cipós caupuri e tucunacá, e (C) em diferentes diâmetros do tronco de *B.caapi*. As médias seguidas pela mesma letra dentro de cada tratamento não são significamente diferentes (teste de Tukey, $P < 0.05$). Campinas/SP, de fevereiro de 2010 até fevereiro de 2011..... 94
Figura 17 - Média (+ SE) número de orifícios encontrados em diferentes variedades de *B.caapi* (A) em diferentes alturas do tronco, e (B) em diferentes diâmetros de haste nos cipós. Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada tratamento não são significativamente diferentes (teste de Tukey, $P < 0.05$). Campinas/SP, de fevereiro de 2010 até fevereiro de 2011..... 95
Figura 18 - Média (+ SE) número de orifícios de Bostrichidae e Scolytinae encontrados em cipós *B. caapi* (A) em diferentes setores da floresta, e (B) em diferentes alturas na haste do cipó. Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada tratamento não são significativamente diferentes (Teste de Tukey, $P < 0.05$). Campinas/SP, de fevereiro de 2010 até fevereiro de 2011..... 96

**“COLEÓPTEROS DAS FAMÍLIAS BOSTRICHIDAE E CURCULIONIDAE
(SCOLYTINAE) ASSOCIADOS A *Banisteriopsis caapi* (SPRUCE EX
GRISEBACH)**

Autor: REBECA CRISTINA PENA

Orientador: Prof. Dr. CARLOS ALBERTO HECTOR FLECHTMANN

Co-orientador: Prof. Dr. LAERTE MACHADO

RESUMO – O estudo foi realizado com populações de insetos da ordem Coleoptera, mais precisamente das famílias Curculionidae (Scolytinae) e Bostrichidae em um plantio de *Banisteriopsis caapi* (Spruce ex Griseb.) Morton, cipó pertencente à família Malpighiaceae, conhecido por mariri. O cipó, nativo da região amazônica, é um componente da bebida Ayahuasca, usada por tribos indígenas na Amazônia, e mais recentemente por movimentos religiosos no Brasil e exterior. Esta planta é rica em alcalóides β-carbolina, compostos secundários de interesse na medicina humana. O estudo foi desenvolvido em um cultivo do cipó pertencente ao Centro Espírita Beneficente União do Vegetal (UDV), localizado em Campinas/SP. A área é composta por quatro setores, dos quais dois ficam em uma zona mais urbanizada, reflorestada com frutíferas. Os outros dois setores ficam em uma área composta por fragmentos florestais em distintos estágios de regeneração. Para isso foram usadas 32 armadilhas de intercepção de vôo, oito em cada setor, modelo ESALQ-84, iscadas com etanol, com inspeções semanais durante o período de 12 de fevereiro de 2010 a 18 de fevereiro de 2011, totalizando 55 coletas, onde se determinou a flutuação sazonal desses besouros e padrões de ataque nos cipós. Obteve-se um total de 68 espécies, sendo Scolytinae a subfamília mais representativa, com 90,2% das espécies coletadas, seguida da família Bostrichidae com 9,4 % e Platypodinae com 0,4%. Nenhum besouro vivo foi encontrado dentro dos

cipós durante a pesquisa. O setor de reflorestamento, especialmente na região de borda, foi o mais atacado pelos besouros. Os ataques se concentraram na parte mais baixa dos caules, e em cipós com maior diâmetro de haste. Dentre as duas variedades cultivadas, o cipó tucunacá foi mais atacado que o caupuri. Também foi feita uma pesquisa nacional em plantios de cipó mariri em outras regiões, onde foram encontrados besouros da família Cerambycidae.

Palavras-chave – Scolytinae, Bostrichidae, *Banisteriopsis caapi*, cipó mariri

**COLEOPTERA FAMILIES BOSTRICHIDAE AND CURCULIONIDAE
(SCOLYTINAE) ASSOCIATED WITH *Banisteriopsis caapi* (SPRUCE EX
GRISEBACH) IN BRAZIL**

author: REBECA CRISTINA PENA

adviser: Prof. Dr. CARLOS ALBERTO HECTOR FLECHTMANN

co-adviser: Prof. Dr. LAERTE MACHADO

ABSTRACT - A study on the population behavior of insects of the order Coleoptera was performed, more precisely with the families Curculionidae (Scolytinae) and Bostrichidae, in a plantation of *Banisteriopsis caapi* (Spruce ex Griseb.) Morton, a Malpighiaceae vine known as mariri. The liana, native from the Amazon region, is the component of the beverage Ayahuasca used by the indigenous tribes in the Amazon, and more recently by religious movements in Brazil and abroad. This plant is rich in β-carboline alkaloids, secondary compounds of interest in human medicine. The study was conducted in a plantation belonging to the Centro Espírita Beneficente União do Vegetal (UDV), in Campinas city, state of São Paulo, Brazil. The area consists of four sectors, two of which are in a more urbanized area, reforested with fruit trees. The other two sectors are in an area composed of forest fragments in different stages of succession. For this study, 32 flight intercept traps were used, eight in each sector, baited with ethanol, with weekly inspections during the period from February 12, 2010, to February 18, 2011. A total of 55 samples were collected, by means of which we determined the seasonal fluctuation of these beetles and attack patterns in the lianas. A total of 68 species were identified, where Scolytinae were the dominant group, with 90.2% of the species, followed by Bostrichidae with 9.4%, and Platypodinae, with 0.4%. No beetle was found alive inside the lianas during the study. The reforested sectors, especially in the border region, were the most attacked by beetles. The attacks were concentrated in the lower part of the stems, and in lianas with larger diameter.

The variety of liana named tucunacá was more attacked than the second variety, caupuri. A national survey in plantations of mariri was also performed, where beetles of the family Cerambicidae were also found.

Keys-words: Scolytinae, Bostrichidae, *Banisteriopsis caapi*, liana mariri

1. INTRODUÇÃO

Banisteriopsis caapi (Spruce ex Grisebach) é uma planta trepadeira que cresce na Colômbia Amazônica, Equador, Peru e Brasil (OTT, 1994), propagando-se através de suas sementes aladas em forma de sâmaras, que são deslocadas pelo vento (JOLY 1991; SOUZA e LORENZI, 2005), ou através de seus ramos que, ao atingirem o solo, são capazes de enraizar, formando novas plantas (PUTZ, 1984; ENGEL et al., 1998).

Também conhecido como cipó mariri, jagube, caapi, cabi, uni, (NARANJO, 1979), é um dos componentes da bebida conhecida como "Ayahuasca", ou Hoasca (LUNA, 1996), que é preparada com as partes lenhosas do cipó e as folhas do arbusto *Psychotria viridis* (Ruiz & Pavón) (CALLAWAY et al., 2005). Ayahuasca vem sendo utilizada há milhares de anos por culturas no Peru, Equador e numerosas tribos da Amazônia, em sua etnomedicina e xamanismo (NARANJO, 1979). Mais recentemente, foi adotada por movimentos religiosos sincréticos brasileiros, que são responsáveis pelo cultivo do cipó além de sua distribuição (McKENNA, 2004).

O "Centro Espírita Beneficente União do Vegetal" (UDV) é considerado o maior (OTT, 1994) e mais bem organizado movimento religioso responsável por cultivo de mariri no Brasil (McKENNA et al., 1998; CORRÊA, 2011). Atualmente a UDV possui uma Sede Geral (Brasília/DF), e 155 filiais que cultivam o cipó nas regiões sudeste, nordeste e centro-oeste do Brasil onde se encontram na categoria de planta semi-domesticada (CORRÊA, 2011).

Em 2006, uma filial localizada em Campinas/SP registrou ataque de insetos conhecidos por brocas, que causaram degeneração e morte a alguns cipós (VILLAS BOAS, 2011).

Apesar do fato de ser cultivada em várias regiões do Brasil, há pouco conhecimento da fauna de insetos associados ao cipó *B. caapi*, estando limitado a um único relato de *Trialeurodes abitiloneus* (Haldeman) (Aleyrodidae) atacando folhas (MALUMPHY et al., 2010).

Há relatos na literatura de ataques de insetos para outras espécies de *Banisteriopsis*, como Phlaeothripidae (Thysanoptera) (ALVES SILVA 2011), Chrysomelidae (Coleoptera) (FLOWEES e JANZEN, 1997), Lycaenidae, Lepdoptera (DINIZ e MORAIS, 1995), Arctiidae e Riodinidae (Lepidoptera) (DINIZ et al. 2001), espécies que se alimentam de folhas, e Curculionidae espécies se alimentam de brotos de flores (CLARK, 1990; TOREZAN-SILINGARDI, 2011).

Entre os besouros considerados importantes brocas florestais no Brasil destacam-se as famílias Cerambycidae, Bostrichidae e Curculionidae. Na família Curculionidae estão inseridas as principais pragas primárias, conhecidas por gorgulhos (LIMA, 1953; ARNETT, 1968; BOOTH et al., 1990), subdividindo-se em diversas subfamílias, tribos e subtribos (GUÉRIN, 1953; BORROR e DeLONG, 1969; BOOTH et al., 1990). Dentre elas, a subfamília Scolytinae é considerada uma das mais importantes para o setor florestal (ZANUNCIO et al., 2005), sendo responsável por 60% da morte de árvores em todo o mundo (ATKINSON e EQUIHUA, 1986; WOOD, 1986).

A subfamília Scolytinae possui cerca de 6000 espécies (WOOD, 1982), muito semelhantes morfológicamente, mas se diferem em sua ecologia e adaptações bioquímicas para hospedar plantas (BYERS, 2004). Algumas espécies, como os besouros da casca “bark beetles”, vivem sob a casca da madeira de árvores e arbustos, ramos, galhos e raízes, alimentando-se diretamente de tecido vascular no floema (WOOD, 1982; BYERS, 1989). São considerados de importância primária e atacam principalmente espécies de pinheiros em regiões de clima temperado na América do Norte, América Central e Europa (PAYNE, 1980; THATCHER et al., 1980) trazendo prejuízos de milhões de dólares (ATKINSON e EQUIHUA, 1986; FLECHTMANN et al., 1995). As espécies que predominam as regiões tropicais são denominados besouros da ambrosia “ambrosia beetles”, e possuem hábito xilomicetófago, isto é, se alimentam de fungos simbióticos que são transportados por bolsas de origem ectodérmicas chamadas micângias, localizadas no corpo dos insetos. Esses fungos simbóticos, quando introduzidos para cultivo em suas galerias,

se ramificam em todas as direções até vários centímetros no caule, conforme as condições de umidade (BATRA, 1963; WOOD, 1982; BYERS, 2004).

Embora os besouros da ambrosia consigam colonizar uma ampla gama de hospedeiros, eles causam danos menores, quando comparados aos besouros da casca, sendo assim considerados de importância secundária (DIXON e WOODRUFF, 1982; WOOD, 1982; ATKINSON E EQUIHUA, 1986; BOOTH et al., 1990; FLECHTMANN et al., 1995).

Geralmente os besouros da ambrosia fazem parte da sucessão normal dos ecossistemas florestais, atacando e acelerando a morte preferencialmente de plantas com alguma alteração fisiológica, como estresse hídrico, deficiência nutricional, que tenham sido lesionadas pelo fogo, ou que estejam em processo de senescênciia (BROWNE, 1962; SILVA et al., 1968; BEAVER, 1976; WOOD, 1982). No entanto, existem espécies como as da subtribo Xyleborina, dos gêneros *Xyleborus* e *Xylosandrus*, que podem esporadicamente atacar plantas sadias, broqueando praticamente quaisquer estruturas (LIMA, 1953; BEAVER, 1976; WOOD, 1982; BEAVER, 1988; HILL, 1997).

Até o momento não há relatos da introdução no Brasil das espécies de besouros da casca (FLECHTMANN et al., 1995), mas há registros de espécies de besouros da ambrosia da tribo Xyleborina em diversas plantações de frutíferas (SILVA et al., 1968; COUTURIER e TANCHIVA, 1991; MACEDO et al., 1993; CARVALHO et al., 1999), palmeiras, coqueiros (Arecaceae) e seringueiras (*Hevea brasiliensis*) (BEAVER, 1976; BOOTH et al., 1990). Também há adaptações de besouros da ambrosia nativos em árvores de reflorestamento consideradas exóticas, como pinheiros e eucaliptos, desde que estas foram introduzidas no país, ocasionando danos na madeira cortada (FLECHTMAN, 2000; FLECHTMANN e OTTATI, 1996).

Os coleópteros da família Bostrichidae possuem larvas e adultos xilófagos, de importância secundária para o setor florestal, por se desenvolverem em material seco (HILL, 1997), se alimentando de plantas recentemente cortadas e parcialmente estacionadas (BAKER, 1972). Eventualmente broqueiam galhos e troncos de plantas vivas, causando prejuízos. Porém sua galeria facilita a entrada de outros patógenos e

organismos degradadores (LIMA, 1953). Acredita-se que com a gradual diminuição das áreas de vegetação nativa, local preferencial de desenvolvimento desses besouros, eles se adaptem a outras plantas, podendo se transformar em pragas (CARVALHO, 1984).

Por permanecerem a maior parte do seu ciclo dentro do caule, protegidos sob a casca, os métodos de controle para besouros xilófagos baseiam-se em medidas preventivas, como as práticas culturais que propiciem maior resistência da planta (BELANGER, 1980; THATCHER et al., 1980; FLECHTMANN et al., 1995; SHORE et al., 2006).

O monitoramento de Scolytinae e Bostrichidae vem sendo feita através de armadilhas de intercepção de vôo (BERTI FILHO e FLECHTMANN, 1986), e o atrativo principal é o etanol (FLECHTMANN, 2000), um semioquímico comumente usado por ser um cairomônio atraente para uma ampla variedade de besouros da ambrosia e da casca (MOECK, 1970; SAMANIEGO e GARA, 1970; MONTGOMERY e WARGO, 1983; PHILLIPS et al., 1988; BYERS, 1992; FLECHTMANN et al., 1995; FLECHTMANN, 2000).

Considerando-se que alguns cipós mariri tiveram danos de besouros xilófagos em seus caules, e a expansão de cultivo em todo Brasil, o presente estudo visa contribuir para o conhecimento dessas coleobrocas associadas a essa cultura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O CIPÓ MARIRI

2.1.1. Classificação botânica

O cipó *Banisteriopsis caapi* pertence à ordem Polygalales (Cronquist, 1968), família Malpighiaceae, gênero *Banisteriopsis* (C. B. Robins ex Small), espécie *Banisteriopsis caapi* (Spruce ex Griseb.) Morton.

A família Malpighiaceae é composta por aproximadamente 66 gêneros e 1200 espécies (ANDERSON, 1990 a), que podem ser árvores, arbustos, cipós e ervas perenes (JUDD et al., 1999).

A morfologia floral dentro dessa família é bastante homogênea. As flores são bissexuais e bilaterais, apresentando na corola cinco pétalas distintas, usualmente ungüiculadas, e o cálice possui cinco sépalas, caracterizadas principalmente pela presença de glândulas produtoras de óleo na face abaxial (JUDD et al., 1999). Essa presença de glândulas produtoras de óleo nas flores ocorre apenas nas espécies nas Américas, fato importante que indica uma co-evolução com espécies de abelhas, principalmente Apidae, tribo Centridini (ANDERSON, 1979; 1990 a). O ovário é súpero, formado por três carpelos; os estiletes são normalmente distintos, e os estigmas apresentam morfologia variável. A placentação é axial, e há apenas um óvulo por lóculo. Entretanto, androceu e gineceu apresentam uma diversidade considerável dentro da família (ANDERSON, 1979).

A semente em Malpighiaceae apresenta embrião reto a curvo, com endosperma ausente na maturidade (JUDD et al., 1999). Seus frutos em espécies nativas das Américas podem variar de deiscentes a indeiscentes, carnosos a secos, os quais podem ser alados ou não, glabros ou pilosos, possuindo três ou várias sementes (ANDERSON, 1979).

As folhas caracterizam-se por serem usualmente opostas, simples, inteiras, ocasionalmente lobadas, com venação pinada, sempre com duas ou mais glândulas no pecíolo ou na face abaxial do limbo, e normalmente com estípulas presentes (JUDD et al., 1999). As folhas, assim como seus frutos, possuem características extremamente diversas, sendo comumente utilizados para a delimitação dos táxons dentro da família, definindo tribos e gêneros (BARROSO et al., 1999).

O gênero *Banisteriopsis* encontra-se dentro da subfamília Malpighioideae, tribo Banisterieae, subtribo Banisteriinae (JUDD et al., 1999), sendo este um dos maiores gêneros da família Malpighiaceae com aproximadamente 100 espécies (ANDERSON e GATES, 1975). Ele apresenta alguns problemas nomenclaturais devido à complexidade de seus caracteres morfológicos, que tornam as espécies difíceis de serem distinguidas entre si (JUDD et al., 1999, GATES, 1982).

Plantas deste gênero são caracterizadas por possuírem frutos esquizocápicos, os quais formam três samarídeos presos ao tórus, cada uma com uma ala dorsal bem desenvolvida, e espessamento na margem superior (BARROSO et al., 1999), além de estípulas interpeciolares, pedicelos sésseis, dez estames férteis e três estiletes com estigmas terminais e tricomomas em forma de T e em forma de Y (GATES, 1982).

A espécie *Banisteriopsis caapi* foi descrita pelo botânico inglês Richard Spruce em 1851 como *Banisteria caapi* (Schultes, 1968), sendo depois transferido para o gênero *Banisteriopsis* pelo taxonomista Morton em 1931 (GATES, 1982). Caracteriza-se por ser uma trepadeira vigorosa, com longos ramos lenhosos, cilíndricos e com nítidas fissuras ou nós (os xilopódios), que se ramificam repetidamente (JOLY, 1991; SOUZA e LORENZI, 2005).

Existem pelo menos duas variedades que são de química e morfologia caúlricular distintas, e a UDV refere-se a elas como tucunacá e caupuri (CATTANIO et al., 2011). Cipós tucunacá têm uma haste lisa, enquanto caupuri geralmente possuem xilopódios (nós) (CALLAWAY, 1999). Em Campinas as mudas de cipós da variedade caupuri vindas de Belém/PA, possuem nós

salientes enquanto as mudas de caupuri vindo de Manaus/AM não possuem nós (Figura 1) (REINALDO, 2010).¹



Figura 1 - Acima mariri caupuri vindos de Belém/PA. Foto: Maria Fernanda. Abaixo mariri tucunacá. Foto: Sérgio Polignano. À direita mariri caupuri vindo de Manaus/AM. Foto: Josué Menezes.

As folhas têm disposição opostas cruzada, e podem ter 8 a 20 cm de comprimento e 3 a 9 cm de largura, de coloração verde, formato oval afinando nas pontas, limbo simples e inteiro liso na parte superior e pilosa na parte inferior; nervação perinérvea, com nervuras proeminentes na face inferior, presença de pecíolo com nectários foliares, e ausência de bainha (JOLY, 1991; CORRÊA, 1991; SOUZA e LORENZI, 2005).

¹ PEREIRA, R. Produtor e consultor agrícola, presidente do Núcleo da UDV onde se realizou a pesquisa. Foi o primeiro responsável pelo plantio de mariri em Campinas, e atualmente é vice-coordenador do plantio regional. Comunicação pessoal, 2010.

Sua inflorescência é axilar, composta por grupo de quatro flores arranjadas em umbelas, menores que as folhas, com pedicelos serício-pilosos e flores diclamídeas hermafroditas. O cálice é pentâmero, com um par de glândulas na base. A corola é pálida rósea ou pálida amarelada, formada por cinco pétalas todas unguiculadas. O androceu é formado por 20 estames férteis, com filetes de 4 mm de comprimento, conectados na base, sendo os três estames posteriores maiores que os demais. Os conectivos são dilatados. O gineceu apresenta ovário tricarpelar súpero, revestido de pilosidade branca com até 4 mm de diâmetro, onde os estiletes são longos e com estigmas capitados (CORRÊA, 1991).



Figura 2 - Flor do mariri - Foto:Sergio Polignano.

Os frutículos samaroídeos apresentam três carpelos, glabros ou pilosos e fibrosos, com a semente localizada na base da sâmara (JOLY 1991; CORRÊA, 1991; SOUZA e LORENZI, 2005).

2.1.2. Biogeografia

As malpigiáceas estão distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais de ambos os hemisférios, estendendo-se desde o Texas (Estados Unidos) e

Bahamas até o norte da Argentina (ANDERSON, 1979, 1981), não havendo a ocorrência de nenhum gênero ou espécie comum a ambos os hemisférios (ANDERSON, 1990 b). No Brasil são descritos 32 gêneros com cerca de 300 espécies dessa família, distribuídas em diversas formações vegetais como florestas, cerrados, campos rupestres e caatingas (BARROSO et al., 1991).

O gênero *Banisteriopsis*, considerado um dos maiores em Malpighiaceae, apresenta aproximadamente 100 espécies. Muito embora ocorram algumas espécies no subtrópico do México, Paraguai e Argentina, a maior diversidade de espécies encontra-se nos trópicos, sendo dois terços delas exclusivas do Brasil, especialmente dos cerrados do Planalto Central brasileiro (GATES, 1982). Mendonça et al. (1998) colocaram as Malpighiaceae entre as dez famílias mais bem representadas desse bioma.

A delimitação do centro de origem de *Banisteriopsis caapi* ainda é uma incógnita (CORRÊA, 2011). Uma vez que é amplamente cultivada, é difícil de estabelecer a sua origem natural (OTT, 1994; GATES, 1982). Ocorre naturalmente na região amazônica, desde Orinoco (Venezuela) até o Brasil, e a oeste no Equador, do litoral até regiões andinas próximas a Quito (NARANJO, 1979).

2.1.3. Fenologia do mariri

A época da florada e frutificação do mariri varia conforme a região e condições climáticas, podendo ser de dezembro até agosto (CORRÊA, 1991). Em Campinas, a variedade caupuri tem sua florada de abril a junho, e a variedade tucunacá entre junho e setembro, enquanto a frutificação ocorre de dois a três meses após a florada. A primeira florada do mariri geralmente ocorre após esta atingir a idade de cinco anos, dependendo das condições ambientais onde é plantada (PEREIRA, R)².

² PEREIRA, R. Produtor e consultor agrícola, presidente do Núcleo da UDV onde se realizou o experimento. Foi o primeiro responsável pelo plantio de mariri em Campinas, e atualmente é vice-coordenador do plantio regional. Comunicação pessoal, 2010.

As lianas ou cipós são plantas geralmente intolerantes à sombra (PEÑALOSA, 1985). Desta forma, a germinação é favorecida em clareiras e nas bordas de formações florestais, onde há maior incidência de luz (HORA e SOARES, 2002).

Durante o seu desenvolvimento, o mariri necessita de árvores para sua sustentação, e para tal lança brotos até conseguir alcançar um suporte adequado para se fixar. Quando atinge a copa destas, começa a se ramificar e distribuir-se para copas de árvores vizinhas (SCHNITZER e BONGERS, 2002; PUTZ, 1984; GENTRY, 1991; GERWING et al., 2006).

Ramificações que não encontram suporte atingem o solo, e emitem novos ramos que são capazes de enraizar a partir dos xilopódios (nós), podendo eventualmente formar novas plantas (PUTZ, 1984; ENGEL et al., 1998). Esses nós se configuram como órgãos de reserva e de resistência (GATES, 1982; BARROSO et al., 1991) que conferem às plantas uma grande capacidade de rebrota, e uma hábil estratégia de adaptação e sobrevivência (GENTRY, 1978).

O crescimento em diâmetro do caule das lianas é muito lento quando comparado com o de árvores, podendo estar relacionado com a variação da luz disponível (PUTZ, 1990). Segundo Cattanio (2010)³, em Alta Floresta/RO já foram encontrados cipós com diâmetros de 70 cm, medidos a um metro do solo. No Pará foi colhido um cipó junto a uma castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) de mais de 40 metros de comprimento, que chegou a pesar cerca de uma tonelada.

Em Campinas/SP geralmente cipós de 15 anos podem atingir um diâmetro médio de 10 a 20 cm, medidos a um metro do solo. Já se colheu um cipó que pesou 700 kg (PENA, R.)⁴.

³ CATTANIO, J.H. Agrônomo, professor da Universidade Federal do Pará. Responsável pelo Departamento Nacional do Plantio da UDV. Comunicação pessoal, 2010.

⁴ PENA, R. Mariri colhido em um preparo do chá Hoasca no núcleo Lupunamanta em outubro de 2010, medido e pesado pela autora.

2.1.4. Cultivo do mariri

Geralmente a prática de cultivo do cipó mariri pela UDV, tanto em áreas extra-amazônicas como na própria região amazônica são realizadas em Sistemas Agroflorestais (SAFs), privilegiando a interação com outras espécies (CORRÊA, 2011), sem o uso de fertilizantes inorgânicos ou inseticidas sintéticos, preservando a melhoria da paisagem e do ambiente (CONDÉ, 2011).

A propagação das mudas pode ser realizada por via sexuada ou vegetativa (CORRÊA, 2011)

Na propagação sexuada, as sementes do mariri são colhidas quando atingirem uma coloração marrom, selecionando-se as de melhor aspecto. É aconselhável que o plantio seja feito até 15 dias após a sua colheita, pois o poder germinativo das sementes diminui após 30 dias e cessa após 60 dias (CATTANIO, 2010)².

As sementes podem ser colocadas em pequenas caixas ou bandejas próprias para a produção de hortaliças, sendo colocadas com suas alas membranosas para fora ou deitadas, e depois cobertas com leve camada de solo. As plantas germinam após cerca de 20 dias, e quando atingem de 5 a 15 cm faz-se uma repicagem, transferindo as mudas mais vigorosas para saquinhos de papel ou plástico onde continuarão se desenvolvendo dentro do viveiro. Também podem ser semeadas de duas a três sementes diretamente em sacos plásticos, sem a necessidade da repicagem, mas fazendo-se o desbaste para deixar apenas uma se desenvolver. Podem também ser semeadas diretamente no chão no interior da mata e depois ser transferida para o local definitivo (MANUAL DO PLANTIO, 1995)⁵.

A propagação vegetativa ou assexuada é de grande importância quando se deseja multiplicar qualidades específicas de um indivíduo, pois elas são geneticamente idênticas à planta-mãe (PAIVA e GOMES, 2001). No cipó mariri

⁵ Manual Elaborado pelos responsáveis pelo Departamento do Plantio do Núcleo Lupunamanta onde foi realizado o experimento (não publicado).

ela pode ser feita através de estacas que se destacam do ramo original, ou através das gemas ou nós. As melhores estacas geralmente apresentam entre 1,0 e 2,0 cm de diâmetro e 10 cm de comprimento, dando-se preferência a ramos jovens. Elas podem ser colocadas em sacos plásticos, caixas ou canteiros com terra de boa qualidade (MANUAL DO PLANTIO, 1995)³.

As mudas, tanto aquelas provenientes via semente quanto as oriundas via estaquia, são mantidas em viveiro, recebendo em torno de 50% de luminosidade e irrigação duas vezes ao dia. Ao irem para o campo, as mudas de mariri deverão ser plantadas a uma distância de 1 metro da árvore que lhes servirá de suporte, e ao crescerem podem ser conduzidas através de um tutor feito de bambu (MANUAL DO PLANTIO, 1995)³.

Após a primeira florada a planta já pode ser colhida e usada como matéria prima para a produção de chá.

O cipó é colhido subindo-se na árvore hospedeira, cortando e desenrolando o mesmo de cima para baixo, sem causar danos à parte vegetativa da árvore e do cipó. O corte é feito em diagonal, observando-se uma altura mínima de 30 cm do solo, a fim de que fique garantida a regeneração natural da planta (IBAMA, 2001).

2.1.5. Importância biológica do mariri

Na natureza os cipós são importantes na dinâmica de ciclagem de nutrientes e formação da serrapilheira, por causa de seu rápido crescimento e alta biomassa de folhas, onde se concentra a maior parte dos nutrientes (PUTZ, 1983; 1984). Sua folhagem também ajuda a manter a estabilidade do microclima na estação fria e seca, quando grande parte das árvores do dossel, usada para sua sustentação, perde as folhas (MORELLATO, 1996). Adicionalmente, os cipós auxiliam na formação de uma faixa tampão que protege a floresta dos efeitos de borda (RANNEY et al., 1981).

Essas plantas contribuem para maior riqueza na diversidade florística, sendo usadas em paisagismo (GENTRY e DODSON, 1987). Além disto, fornecem alimento e habitat para uma fauna diversa, especialmente de

primatas tropicais, que usam essa estrutura de redes naturais como caminho entre as copas das árvores (EMMONS e GENTRY, 1983; PUTZ, 1984;).

2.1.6. Histórico do mariri, uso e distribuição

Evidências arqueológicas, vasos de cerâmica, estatuetas antropomórficas e outros artefatos, mostram que o uso de *B. caapi* se estabeleceu nessa região por volta de 1500 a 2000 a.C.(NARANJO, 1979; 1986).

Em 1851 o botânico inglês Richard Spruce deparou-se com a utilização de um chá pelos índios da tribo dos Tucanos no rio Uaupés, e coletou espécimes floridas do cipó, e posteriormente fez sua descrição. Sete anos depois, de volta à Amazônia, ele encontrou o mesmo cipó sendo usado pelos índios Guahibo no Alto Orinoco da Colômbia e da Venezuela, e descobriu nesse mesmo ano que os índios da tribo Záparo dos Andes do Peru também preparavam o mesmo chá, chamando-o de ayahuasca (SCHULTES, 1982).

Ayahuasca é uma bebida feita por um processo de decocção com a união do cipó (*Banisteriopsis caapi*) e com as folhas *Psychotria viridis* Ruiz & Pavon (Rubiaceae) (CALLAWAY et al. 2005).

O nome ayahuasca é termo de origem quéchua, onde “aya” significa morto, espírito, alma, e “huasca” (ou “waska”) significa cipó, corda; cipó da alma, liana dos espíritos (LUNA, 1996). Furst (1980), entretanto, traduz este termo como ‘escada ao superior’, ou ‘a trepadeira par do xamã’. Além de Ayahuasca, o chá também é conhecido como natem, caapi, raminó, kamarampi, pildé, yagé, hoasca, daime, vegetal, etc. (LUNA, 2002).

Originalmente, a bebida era utilizada por grupos indígenas associados ao xamanismo e por vegetalistas curandeiros que praticavam a medicina popular à base de extratos vegetais (PIRES et al., 2010). Para as culturas indígenas é um chá sagrado, ingerido em rituais religiosos pelo líder espiritual (xamã), ou por pessoas escolhidas por ele, com três finalidades básicas: caça, guerra e cura (GENTIL, 2002).

O uso do chá por comunidades religiosas foi criado após o início do ciclo da borracha em 1930, período de urbanização da região norte do país e de grande interação entre seringueiros e indígenas de tribos xamânicas (CHAUÍ, 2000). Para esses povos, os benefícios primordiais do chá são espirituais e psicológicos (BRITO, 2002; SANTOS et al., 2007), e deve ser utilizado como veículo de concentração mental (SOARES E MOURA, 2011). Seus cultos estão relacionados à doutrina cristã, possuindo influências de práticas religiosas, tais como catolicismo, xamanismo indígena e religiões afro-brasileiras (LABATE e ARAUJO, 2002; LABATE, 2004).

Além do lado religioso e antropológico, o chá vem despertando interesse farmacológico na ação de seus alcalóides nos seres humanos (RIBA et al., 2001; RIBA et al., 2003; CALLAWAY et al., 1999; SANTOS et al., 2007).

O cipó mariri contém alcalóides β -carbolinas inibidores da mono-amino oxidase (MAO), enzima responsável pela metabolização de monoaminas, como serotonina, dopamina, adrenalina e noradrenalina. Seus princípios ativos de maior concentração são: harmina, também conhecida como banisterina, harmalina e tetra-hidro-harmina (THH). Já o arbusto *Psychotria viridis* contém em sua composição o alcalóide N, N-dimetiltriptamina (DMT), que age sobre os receptores da serotonina (OTT, 1994; MCKENNA et al., 1998; CALLAWAY et al., 2005). O DMT não é ativo quando ingerido oralmente, mas é catalizado na presença do inibidor de MAO, resultante da ação das β -carbolinas. O DMT, quando potencializado pelas β -carbolinas, resulta em um efeito psicotrópico controlado que dura de 4 a 6 horas (BRITO, 2002; RIBA et al., 2003).

O chá Ayahuasca pode apresentar potencial terapêutico, pelo fato de apresentar histórico positivo de recuperação no tratamento de indivíduos usuários de álcool e outras substâncias abusivas (McKENNA, 2004).

Existe também a possibilidade do chá atuar regularizando os índices de serotonina em condições de defasagem da modulação em longo prazo. Cogita-se também que possa ter efeitos imuno-modulatórios significantes. Há relatos inclusive de remissão de cânceres e outros problemas sérios relacionados, através do uso regular do chá (McKENNA, 2004). Também vem sendo

estudado o uso do chá e seus constituintes no tratamento da depressão e mal de Parkinson (PIO-CORREA, 1969; COISSI, 2008; SAMOYLENKO, 2010).

Atualmente esta bebida é amplamente utilizada em toda a Amazônia, incluindo países como Venezuela, Peru, Equador, Colômbia, Bolívia e Brasil, somando mais de 70 grupos indígenas, curandeiros, xamãs, mestiços e camponeses (LUNA, 1986).

As principais instituições brasileiras que disseminam o cultivo e o uso do mariri e seu chá incluem a UDV (União do Vegetal), a CEFLURIS (Santo Daime), Barquinha, Alto Santo e Natureza Divina (LABATE e ARAUJO, 2002).

A UDV possui hoje mais de 160 núcleos e 17 mil sócios distribuídos em cinco países, Estados Unidos, Reino Unido, Suíça, Espanha e Portugal. Segundo dados do censo do plantio de 2002, a UDV possuía no Brasil cerca de 97000 pés de mariri (ALTO FALANTE, 2011)⁶. Em 2008 calcula-se que houve um crescimento de 5%. Os cipós estão distribuídos numa área aproximada de 1500 ha, segundo censo fornecido pela UDV (Tabela 1) (CATTANIO, 2010)⁷.

Para administrar o plantio de mariri, a UDV possui um Departamento Nacional do Plantio, ligado às coordenadorias regionais e locais, cujos princípios básicos são: integrar as atividades entre os núcleos com planejamento e supervisão visando a auto-suficiência, promover a capacitação técnica das equipes no manejo sustentável, identificar as melhores áreas de plantio, implantar um banco de matrizes, e divulgar a legislação relacionada ao plantio e transporte desses vegetais (ALTO FALANTE, 2011)⁸.

⁶ Jornal Alto Falante Edição Histórica 50 anos da União do Vegetal. Distribuição interna aos associados.

⁷ CATTANIO, J. H. Agrônomo, professor da Universidade Federal do Pará Responsável pelo Departamento do Plantio Nacional da UDV. Comunicação pessoal, 2010.

⁸ Jornal Alto Falante Edição Histórica 50 anos da União do Vegetal. Distribuição interna aos associados.

Tabela 1 - Distribuição de área e nº de pés de mariri no Brasil, Censo UDV (2002).

regiões	pés mariri	área (ha)
Norte	68922	957,42
Nordeste	9090	83,50
Centro-Oeste	9674	241,90
Sudeste	6841	49,60
Sul	2272	140,60
Total	96799	1473

2.2 - OS INSETOS

2.2.1. Importância dos coleópteros em florestas

A ordem Coleoptera é a mais diversa da classe dos insetos, compreendendo aproximadamente 360000 espécies descritas, representando cerca de 40% dos insetos e 30% dos animais já descritos (LAWRENCE e NEWTON, 1995). Esses besouros são encontrados em quase todas as partes do planeta e possuem tamanhos e hábitos variados (BORROR e DeLONG, 1969).

Em ambientes florestais naturais, os coleópteros desempenham uma diversidade de papéis ecológicos, atuando como polinizadores, acelerando a decomposição e ciclagem de nutrientes, e mantendo complexas relações interespecíficas com outros organismos (CARPANETO et al., 2006; COULSON et al., 2006; BUCSA e TAUSAN, 2010). Entretanto, em muitas ocasiões as atividades biológicas destes entram em conflito com interesses humanos, resultando em danos de ordem econômica (HILL, 1997; COULSON et al., 2006; COLEMAN et al., 2008; XI et al., 2010).

Entre as pragas florestais os coleópteros, tanto os insetos adultos quanto suas larvas estão entre os mais importantes, por possuírem peças bucais bem desenvolvidas, podendo danificar qualquer estrutura vegetal, de folhas, frutos, sementes, raízes, troncos e madeira serrada (HILL, 1997). Dentre os grupos mais importantes em florestas destacam-se as famílias Chrysomelidae, Buprestidae, Scarabaeidae, Cerambycidae, Bostrichidae e Curculionidae (OHMART e EDWARDS, 1991; SANTANA, 2003).

A família Buprestidae possui cerca de 400 gêneros e 15000 espécies (BOOTH et al., 1990). Eles são conhecidos pelo seu vôo rápido, e por suas múltiplas cores metálicas, possuindo tamanhos variados, desde espécies minúsculas, até insetos de 8 cm (MAES et al., 1993; HILL, 1997). As peças do corpo são intimamente ligadas entre si, e apresentam tegumento rígido característico (GUÉRIN, 1953). Todas as espécies são fitófagas, sendo os adultos encontrados freqüentemente alimentando-se de pólen de flores e folhas (ARNETT, 1968). A larvas são xilófagas e se alimentam de substâncias caulinulares de plantas vivas ou mortas, preferindo as fisiologicamente estressadas (BORROR e DeLONG, 1969; BOOTH et al., 1990; MAES et al., 1993; HILL, 1997). As menores espécies, com grande número de representantes no Brasil, encontram-se nos gêneros *Agrilus* Curti, *Pachyschelus* Solier, *Taphrocerus* Solier (LIMA, 1953). A espécie *Agrilus planipennis* Fairmaire, originária da Ásia, conhecida como besouro esmeralda, é uma praga florestal altamente invasiva, tendo potencial de se espalhar rapidamente e matar árvores hospedeiras da espécie *Fraxinus* sp.. Entrou nos EUA em 2002, e já infesta 14 estados desse país, além de duas províncias canadenses. O custo para tratamento, remoção, e substituição de mais de 17 milhões de árvores atinge US\$ 10 bilhões (KOVACS et al. 2010).

No Brasil o gênero *Agrilus* é o que apresenta maior número de espécies (BORROR e DeLONG, 1969). Foi registrado em diversas árvores como candiúva (*Trema micrantha*) e saguaragi (*Colubrina glandulosa*). O gênero *Pachyschelus* foi encontrado em amendoeira-da-praia (*Terminalia catappa*), açoita-cavalo (*Luehea divaricata* e *L. grandiflora*) e árvore-leiteira (*Sapium aucuparium*), e as larvas de *Taphrocerus cocois* minam as folhas de butiazeiro

(*Attalea* spp.), coqueiro da Bahia (*Cocos* spp.) e palmeira-de-dendê (*Diplothemium* spp.) (SILVA et al., 1968). Em São Paulo as larvas de *Conognatha amoena* (Kirby), *C. magnifica* (Castelnau & Gory) e *C. pretiosissima* (Chevrolat) são brocas de várias mirtáceas. As espécies *Colobogaster cyanitarsis* Castelnau & Gory e *C. quadridentata* Fabr. broqueiam figueiras bravas ou do mato e espécies cultivadas de *Ficus* spp., podendo causar a morte dessas plantas (LIMA, 1936; LIMA, 1953; SILVA et al., 1968). O gênero *Lampetis*, de besouros desfolhadores, vem apresentando uma importância crescente em plantios novos de eucaliptos (NADAI et al., 2005).

Os besouros da família Cerambycidae são muito diversificados, com cerca de 4000 gêneros, e mais de 35000 espécies (LIMA, 1953; GUÉRIN, 1953; BOOTH et al., 1990; CARPANETTO et al., 2006). Estes se caracterizam por possuírem antenas alongadas, que podem exceder quatro vezes o comprimento do corpo em machos adultos, sendo alguns muito coloridos e brilhantes. Possuem mandíbulas robustas, e em muitas espécies um alto grau de polifagia, tanto na fase adulta, quando podem se alimentar de raízes, pôlem de flores, frutos e folhas, quanto na fase larval, onde são brocas de raízes e caules. As larvas preferem árvores recém-cortadas, enfraquecidas ou mortas nas mais variadas fases de decomposição, sendo que poucas espécies atacam plantas saudáveis. Devido também ao seu porte, muitas espécies causam consideráveis danos à madeireira (BORROR e DeLONG, 1969; HILL, 1997; GAMA e SOUTO, 2001). As espécies do gênero *Oncideres* spp. são denominadas de “serradoras” por produzirem uma incisão nos galhos das plantas amputando-as, onde depois depositam seus ovos (BORROR e DeLONG, 1969; CARRERA, 1980).

Na Europa e Ásia *Hylotrupes bajulus* ataca pinheiros (*Picea* e *Abies*), e *Phoracantha* spp. causam danos em *Eucalyptus* tanto em países desse continente como na Austrália e EUA. No leste da África *Oemida* spp. são as maiores pragas de *Cupressus*, e *Macrotoma* spp. (HILL, 1997).

No Brasil entre as principais espécies destacam-se as do gênero *Oncideres*: *O. dejani* Thomson, *O. impluviata* Germ. e *O. saga* Dalman, *O. vermiculata* Thomson, *O. amputator* Fabr, *O. vermiculata* Thomson, *O.*

amputator Fabr e *O. ulcerosa* Germ., broqueando várias essências florestais nativas e exóticas, como *Ficus*, *Eucalyptus*, *Acacia*, *Cedrela* e diversas frutíferas, especialmente em Myrtaceae. A larva de *Macropophora accentifer* Oliver, vulgarmente conhecida pelo nome de arlequim pequeno, broqueia a região subcortical de várias espécies de árvores na Bahia, Rio de Janeiro e São Paulo, como a amoreira (*Morus alba*), cedro (*Cedrella fissilis*), figueira branca (*Ficus pohliana*), guaraiúva (*Ecclinusa ramiflora*), leiteiro (*Sapium aucuparium*), mamoninho (*Esenbeckia sp.*) e sangue de drago (*Croton urucurana*). Outros gêneros como *Callichroma*, *Eburodacrys*, *Oxymerus*, *Trachyderes*, *Alphus*, *Parandra* e *Colaspis*, possuem espécies de insetos que atacam uma gama de árvores frutíferas no Brasil (LIMA, 1953; SILVA et al., 1968). O gênero *Migdolus* Westwood, que parece ser natural do cerrado brasileiro, tem aumentado significativamente sua população após a derrubada da mata nativa e introdução de monocultivos, principalmente eucalipto, cana de açúcar e café (BENTO, 1995). A espécie australiana *Phoracantha semipunctata* Fabr. foi referida atacando *Eucalyptus* spp., no Rio Grande do Sul (SILVA et al., 1968). Essa espécie que já causou enormes danos econômicos à cultura do eucalipto em outros países como Portugal foi detectada em 1994 em plantios de *Corymbia citriodora* (Hook), em São Paulo (BERTI FILHO et al., 1995). A partir dessa data houve uma grande expansão dessa praga no sudeste e nordeste brasileiro. Em março de 2001 foi encontrada uma nova espécie, *Phoracantha recurva* Newman, esta registrada para o estado de São Paulo (WILCKEN et al., 2002).

Chrysomelidae compreende um grupo de besouros caracterizado pela grande variação no formato, cores e desenhos de seus corpos, possuindo cerca de 2000 gêneros e 37000 espécies (BOOTH et al., 1990). Esta família é considerada próxima a Cerambycidae, por possuírem estrutura tarsal semelhantes, sendo suas antenas um pouco menores que o corpo, e seu formato menor e mais oval que os cerambícídeos. A coloração é variável, de amarelo pálido para escuro, ou dorsalmente metálico e vistoso (BORROR e DeLONG, 1969). Possuem movimentos lentos, e algumas espécies emitem um líquido viscoso e colorido quando tocados (GUÉRIN, 1953). Tanto adultos

como larvas são fitófagos, apresentando hábitos alimentares variados. Algumas larvas alimentam-se de folhas de plantas herbáceas ou lenhosas, vivendo em sua superfície; outras vivem dentro das folhas, minando-as, enquanto algumas espécies cavam galerias em raízes e caules (ARNETT, 1968; BORROR e DeLONG, 1969; BOOTH et al., 1990).

Dentre as espécies que causam danos florestais encontram-se *Aphthona* spp., *Colaspisoma* spp. e *Dactylispa* spp. na Ásia e África, e *Chalcoides* spp., *Galerucella* spp. e *Phyllodecta* spp. na Europa (HILL, 1997).

No Brasil os Chrysomelidae de maior importância econômica encontram-se na subfamília Hispinae, destacando *Coraliomela aeneoplagiata* Lucas, e *Delocrania cossyphoides* Guérin em Cassidinae como pragas do coqueiro, (*Cocos* spp.), palmáceas e tamareira (*Phoenix dactylifera*). Na subfamília Alticinae, muitas espécies atacam o cajueiro (*Anacardium occidentale*) e o cacau (Theobroma cacao) (LIMA, 1953; BORROR e DeLONG, 1969). Insetos dessa subfamília causam perdas significativas em plantações de eucalipto na Austrália, e já foram coletados em floresta de araucária do Paraná (LINZMEIER e COSTA, 2009). A subfamília Eumolpinae possui muitas espécies que atacam frutíferas nativas, como *Iphimeis dives* Germar em jaboticabeira (*Myrciaria cauliflora*), acácia negra (*Acacia decurrens molissima*), e *I. fulvipes* Baly em canjerana (*Cabralea canjerana*). Em Galerucinae as espécies *Coelomera lanio* Dalman e *C. cajennensis* Fabr. são conhecidas no Rio de Janeiro e Minas Gerais pelos estragos que causam às embaúbas (*Cecropia* spp.) (LIMA, 1953). As espécies *Nodonota theobromae* Bryant, *Neobrotica sexplagiata* (Jacoby, 1878), *Exora obsoleta* Fabr., *Colaspis auripennis* Germar e *C. testacea* Fabricius, atacam o cacau. Nos plantios de *Eucalyptus* e outras mirtáceas nativas destacam-se *Colaspis angusta* Perty, e *Costalimaita ferruginea*. Em ipês (*Tecoma* spp., *T. argentea*, *T. ipe* etc.), as espécies *Dorynota ensifera* Boheman, *D. monoceros* Germar, *D. pugionata* Germ. e *D. spinosa* Boh. são também registradas (LIMA, 1953).

Os Scarabaeidae formam uma família com 2000 gêneros e 20000 espécies (BORROR e DeLONG, 1969). São chamados de escaravelhos ou rola-bostas, e variam consideravelmente em seus hábitos alimentares. Muitos

se alimentam de excremento de mamíferos (coprófagos), matéria vegetal ou cadáveres em decomposição (saprófagos e necrófagos), sendo esses considerados importantes agentes recicladores. Porém os fitófagos são conhecidos pelos vultosos danos que causam às plantações, se alimentando de folhas e frutos quando adultos, enquanto que muitas de suas larvas podem se desenvolver em caules ou madeira apodrecida no chão da floresta (LIMA, 1953; GUÉRIN, 1953; BORROR e DeLONG, 1969; HILL, 1997).

Os mais importantes Scarabaeidae pragas florestais na África e Ásia são *Oryctes* spp., atacando palmeiras, *Pachnoda* spp. se alimentando de flores de muitas árvores, incluindo *Acacia*; *Popillia japonica* Newman na Ásia, introduzido nos Estados Unidos em 1916, *Serica* spp. e *Melolontha melolontha* Linnaeus atacando mudas e sementes de árvores na Europa e Ásia, e *Xylotrupes gideon* atacando palmeiras e coqueiros na Ásia e Austrália (LIMA, 1953; HILL, 1997). Nos Estados Unidos, além de *P. japonica*, espécies de *Phyllophaga* e *Cyclocephala* causam muitos danos a diversas espécies de árvores (ARNETT, 1968). No Brasil, *Philoclaenia virescens* Blanchard ataca botões florais de flamboyant (*Poinciana regia*), e *Rutela lineola* L. ataca açoita cavalo (*Luehea divaricata*) e espécies de *Acacia*. *Macraspis morio* Burmeister ataca paineiras, e *Bolax flavolineatus* Mannerheim ataca várias plantas cultivadas no sul do Brasil (LIMA, 1953). Em diversas espécies de frutíferas encontrou-se *Euphoria lurida* Fabr., *Macroderctylus pumilio* Burmeister, *M. suturalis* Mannerheim, *M. affinis* Laporte, *Acanthocerus sesquistriatus* Germar, *Cloetus globosus* Say, *Ceraspis* sp., *C. bivulnerata* Germar, *C. modesta* Burmesteir e *Bolax flavolineatus* Mannerheim, que além de frutíferas ataca também o eucalipto. No nordeste as espécies *Megasoma anubis* Chevrolat, *Strategus aloeus* L., *S. centaurus* Kolbe e *S. anachoreta* Klug foram encontradas em coqueiros e carnaubeiras (*Copernicia prunifera*) (LIMA, 1936).

A família Curculionidae é a maior, não só da classe Insecta, como de todo o reino animal, com cerca de 3600 gêneros e mais de 40000 espécies descritas em todo mundo (LIMA, 1953; ARNETT, 1968; BOOTH et al., 1990). Existe grande variação quanto ao tamanho, entre 0,5 a 90 mm, quanto ao formato, que pode ser alongado ou cilíndrico, e também quanto à cor, que

geralmente está entre tons de marrom ou preto, com algumas poucas espécies de cores azuis ou verdes metálicas. Devido ao grande número de táxons ele se subdivide em muitas subfamílias, tribos e subtribos (GUÉRIN, 1953; BORROR e DeLONG, 1969; BOOTH et al., 1990).

São conhecidos como gorgulhos ou carunchos, quando se desenvolvem nas sementes (LIMA, 1953). Embora alguns adultos sejam fitófagos, em geral não são tão daninhos quanto as larvas, que se incluem entre as mais terríveis pragas florestais, bloqueando caules, raízes, sementes, frutos, madeira e produtos armazenados. Existe uma espécie coprófaga que se alimenta de excrementos humanos (LIMA, 1953; GUÉRIN, 1953; ARNETT, 1966).

Na maioria dos curculionídeos as larvas se desenvolvem somente em plantas da mesma família, e até da mesma espécie, mas algumas vivem em vegetais de famílias diferentes (LIMA, 1953).

As espécies consideradas como pragas florestais importantes no mundo são (HILL, 1997):

- África: *Alcidodes* spp., *Mecocorynus* spp., *Nematocerus* spp., *Mecopus* spp., *Systates* spp., *Scolytoproctus* spp., *Sipalinus* spp., *Stenoscelis* spp., *Gonipterus scutellatus*.
- Europa: *Strophosomus* spp., *Barypeithes*, *Otiorhynchus*, *Magdalis* e *Curculio* spp..
- Ásia: *Cyrtotrachelus longimanus* (China), *Myllocerus* spp. e *Phyllobius* spp..

No Brasil são consideradas pragas florestais da subfamília Anthonominae as espécies *Lonchorhorus obliquus* Chevrolat, praga da paineira, e *Diorymerus cardinalis* Germ. e *Testalthea puncticollis*, pragas de Malpighiaceae. Da subfamília Cholinae as espécies *Cholus parcus* Fähraeus, *Homalinotus deplanatus* Sahlberg e *H. porosus* (Gyllenhal) como pragas de coqueiros; insetos dos gêneros *Conotrachelus* e *Rhinocherus* Boh. em frutíferas nativas, *Rhinochenus* sp. em sementes de copaíba e *Troezen championi* Costa Lima em jacarandá. Em Hylobiinae destacam-se os gêneros *Articus* e *Hilipus* em diversas árvores frutíferas.

Na subfamília Scolytinae, os chamados besouros da casca (“bark beetles”) e besouros da ambrosia (“ambrosia beetles”) estão entre as pragas mais nocivas, sendo responsáveis por 60% da morte de árvores causada por insetos no mundo (WOOD, 1982; OBERPRIELER et al., 2007). Estes besouros como os da família Bostrichidae serão descritos a seguir.

2.2.2. Curculionidae- Scolytinae

2.2.2.a. Caracterização taxonômica

Escolítideos são besouros pequenos, podendo variar de 0,5 mm como em *Hypothenemus*, a até mais de 10 mm, como em *Phloeoborus* (LIMA, 1956).

Estima-se haver cerca de 6000 espécies descritas atualmente, divididas em duas tribos, Hylesinini e Scolytini (WOOD, 1982).

Na tribo Scolytini a cabeça em vista dorsal está em parte ou quase toda escondida embaixo do pronoto, a margem basal dos élitros não é armada e forma uma linha quase estreita e transversal cruzando o corpo. Em Hylesinini a cabeça é normalmente visível em vista dorsal e a margem basal dos élitros apresenta-se levemente elevada e armada por crenulações ou raramente por uma costa contínua (WOOD, 1978).

Os olhos são geralmente grandes e achatados, reniformes ou ovais, e estão situados atrás da base de cada antena (LIMA, 1956). Os Scolytinae, provavelmente por passarem a maior parte de sua vida dentro de um tecido vegetal, têm um pequeno número de omatídeos, sendo inferior ao de muitos insetos (BYERS et al., 1989).

As antenas têm também importância na identificação dos gêneros e espécies de escolítideos. Estas são geralmente genículo-clavadas e mais frequentemente genículo-capitadas (LIMA, 1956).

As peças bucais são curtas (LIMA, 1956), e as maxilas são peças utilizadas na separação de muitos grupos de escolítideos, devido aos seus

diferentes aspectos conforme o tipo de alimentação (FURNISS e CAROLIN 1977).

O corpo dos escolitídeos é fortemente esclerosado, geralmente cilíndrico, de cores usualmente escuras. Os élitros apresentam tipicamente uma declividade truncada, apresentando espinhas e cerdas de importância taxonômica (LIMA, 1956). Já as asas posteriores podem se apresentar ausentes ou atrofiadas em alguns grupos, como por exemplo, em machos de Xyleborina (LIMA, 1956; ATKINSON et al., 1988).

As pernas, especialmente as tibias anteriores, oferecem caracteres de especial importância taxonômica na distinção de tribos e gêneros, quer pelo aspecto da superfície e dos dentes e cerdas que nelas se inserem, quer pelas proporções dos vários segmentos nos seus três pares (LIMA, 1956), mas em quase todos os escolitídeos de ambos os sexos o final da tibia possui fortes esporões que lhes permitem eliminar o frass das galerias (BROWNE, 1961). Os tarsos são pentâmeros e armados de garras simples (LIMA, 1956).

As larvas são brancas, ápodas e com a cabeça fortemente esclerosada, e do tipo curculioniforme (LIMA, 1956; WOOD, 1982). Estas apresentam a região do tórax mais alargada e o abdome mais estreito. Em algumas espécies as mandíbulas são denteadas no ápice para escavação das galerias e sua alimentação (BROWNE, 1961).

A pupa é esbranquiçada e nua. Após emergir desse estágio os insetos recém formados são moles e amarelados, e gradualmente vão endurecendo e seus pigmentos escurecem quando adultos (FURNISS e CAROLIN, 1977).

Os Scolytinae são insetos de identificação geralmente difícil (WOOD, 1986), e há um reduzido número de estudos referentes à taxonomia deste grupo, especialmente na região neotropical. Muitas vezes não há chaves de identificação, e faltam taxonomistas capacitados (KNIŽÉK e BEAVER, 2004; KIRKENDALL e FACCOLI, 2010).

2.2.2.b. Ciclo biológico e organização social

Os Scolytinae podem ser classificados quanto à sua organização social em três tipos: os monógamos, os polígamos heterossanguíneos (também chamada de poliginia de harém) e os polígamos consangüíneos, chamados de inatos (BROWNE, 1961; ATKINSON e EQUIHUA, 1986).

No comportamento monogâmico, considerado o mais primitivo e mais comum, o macho acasala-se apenas com uma fêmea. Os pioneiros, que podem ser de um sexo ou outro, ao chegarem ao hospedeiro susceptível, iniciam a construção das galerias e liberam feromônios para atrair o sexo oposto para o acasalamento, que geralmente ocorre próximo à entrada da galeria. Após o acasalamento a fêmea cuida dos ovos e larvas enquanto o macho tem a tarefa de limpeza dos túneis e proteção da entrada da galeria contra inimigos naturais. Essa divisão de trabalho possivelmente levou à evolução do dimorfismo sexual nesses grupos (BROWNE, 1961; WOOD, 1982). Esse tipo de comportamento ocorre nos besouros da tribo Hylesini (exceto a subtribo Polygraphina), subtribos Scolytina (exceto em alguns *Scolytus* neotropicais), Ctenophorina, Scolytoplatypodina, Cactopinina, Crypturgina, Xyloterina, e em algumas espécies das subtribos Cryphalina (*Cryphalus*, *Hypocryphalus*, *Stegomerus*), Dryocoetina (*Dendrocranulus*), e Corthylina (*Pityoborus*, *Conophthorus*, *Corthylus*) (WOOD, 1982).

Em polígamos heterossanguíneos, os machos de algumas espécies após entrar em um novo hospedeiro, constróem uma câmara nupcial e podem admitir a entrada de duas a cinco fêmeas (em *Pityophthorus* tropicais machos chegam a admitir 19 fêmeas). As funções tanto dos machos quanto das fêmeas são as mesmas que em monógamos (BEAVER, 1977; WOOD, 1982; ATKINSON e EQUIHUA, 1986). Esse tipo de reprodução ocorre em alguns gêneros da subtribo Scolytina, como *Scolytus* neotropicais, Micracina, *Ips* e Corthylina (WOOD, 1982). Em todas as espécies de *Ips* o macho parece limitar em no máximo quatro o número de fêmeas a se juntar a ele em sua câmara nupcial, para que posteriormente não haja competição entre as larvas (BYERS, 1989).

Nos polígamos consangüíneos os machos têm asas posteriores atrofiadas, que os impede de voar; portanto, estes somente têm a possibilidade de copular com suas mães ou irmãs. Os machos são haplóides, sendo produzidos partenogeneticamente. Esse hábito ocorre em besouros da ambrosia, tais como muitos Cryphalina (*Hypothenemus*, *Cryptocarenus*), em alguns Dryocetina (*Coccotrypes*, *Ozopemon*) e em toda a subtribo Xyleborina, que possui mais de 1200 espécies (WOOD, 1982, 1986, PEER e TABORSKY, 2006).

As fêmeas ovipositam por um considerável tempo, e os ovos são depositados individualmente ou em pequenos grupos, em função da razão social. A quantidade de ovos colocados pode variar, conforme a espécie, entre três a 200, sendo menor em besouros da ambrosia (WOOD, 1982). A postura pode ser contínua ou distribuída em intervalos de dias, sendo na maioria das espécies alta no início, com gradual declínio (BROWNE, 1961).

Os ovos são geralmente esbranquiçados, translúcidos e lisos, variando de 0,5 a 1,0 mm de comprimento e 0,3 a 0,7 mm de largura (FISCHER et al., 1953). Os ovos nas espécies do gênero *Ips* são grandes em relação ao seu corpo, porém fêmeas são capazes de depositar mais de 50 ovos, em seu curto ciclo de três semanas (BYERS, 1989).

A incubação é variável em função da espécie, e dependente das condições climáticas. Essa gira em torno de 7 a 10 dias, sendo os extremos de 3 a 30 dias (WOOD, 1982).

Após a eclosão, as larvas começam a se desenvolver em função de seus hábitos alimentares. Em besouros da ambrosia existe uma dependência maternal, e a morte da fêmea pode resultar em uma desorganização e consequente morte de toda a progênie. Já nos besouros da casca não existe este cuidado maternal (BROWNE, 1961).

O padrão de construção de galerias é variável, dependendo da espécie. Em espécies mais primitivas de besouros da casca, essas galerias são simples e curtas, e nas consideradas mais evoluídas são longas, ramificadas e complexas (BROWNE, 1961).

Os besouros da casca constróem suas galerias logo abaixo da casca, na região do câmbio, e próximas à superfície. Para algumas espécies os padrões de galerias são específicos; em *Dendroctonus frontalis* a galeria maternal é em forma de "S". Algumas espécies constróem câmaras que tem por finalidade armazenar os fungos simbiontes, ou acondicionar os ovos e/ou a progênie. Essas câmaras também podem servir para melhorar a oxigenação nas galerias, ou para que os besouros possam manobrar dentro destas. Geralmente há uma câmara pupal próxima à superfície, para que os besouros adultos possam facilmente emergirem para o meio externo (BROWNE, 1961; WOOD, 1982; HARRINGTON, 2005).

Em besouros da ambrosia, as larvas se desenvolvem na galeria maternal, podendo assim ocorrer apenas ramificações secundárias ou pequenas ramificações terciárias (HARRINGTON, 2005). Galerias ramificadas em plano transversal são encontradas em *Premnobius*, *Corthylina* e *Xyloterina*. Em algumas espécies, como em *Xyleborus perforans*, essas ramificações não contam com a presença de câmaras de criação, enquanto em outras, comuns aos *Xyleborina*, existe a presença das mesmas (BROWNE, 1961). Geralmente essas galerias são mais profundas e seguem em direção ao xilema, tecido vegetal mais úmido, embora nutricionalmente mais pobre. Após o estágio de pupa, que pode durar 3 a 30 dias, dependendo das condições climáticas, os novos adultos deixam a galeria pelo mesmo orifício de entrada dos progenitores (BROWNE, 1961; HARRINGTON, 2005).

O ciclo de vida dos Scolytinae depende da espécie e dos fatores climáticos e microclimáticos do ambiente onde o inseto se desenvolve, podendo ser de 20 dias a 2 anos. Nas florestas da Malásia, por exemplo, o ciclo da maioria das espécies varia de 4 a 6 semanas. Em países onde as quatro estações são bem distintas, os ciclos são mais curtos no verão, podendo haver hibernação no inverno (WOOD, 1982; BROWNE, 1961). Em algumas regiões dos Estados Unidos, *D. frontalis* chega a produzir de três a oito gerações anualmente, dependendo das condições ambientais (COULSON et al., 2006). À temperatura de 25°C o ciclo de vida de *D. frontalis* é de 50 dias,

enquanto que a 17°C o ciclo se alonga para 100 dias, podendo chegar a 200 dias a uma temperatura de 12,5°C (WAGNER et al., 1984).

Há uma preocupação com uma recente mudança no ciclo de vida típico de espécies de Scolytinae nos Estados Unidos e Canadá, resultando numa redução no ciclo destes. Isto tem permitido a espécies como por exemplo *Dendroctonus ponderosae* Hopkins e *Dendroctonus rufipennis* Kirby se proliferarem a taxas muito mais rápidas que as até então observadas (WILLIAMS e LIEBOLD, 2002; CARROLL e SAFRANYIK., 2004; CARROLL et al., 2004; KURZ et al., 2008; BENTZ, 2008; ANDERSON et al., 2010). Isto tem decorrido do fato de os invernos nos EUA e Canadá estarem sendo mais quentes do que a média, oferecendo assim condições favoráveis para que esses besouros completem seu desenvolvimento em um único ano ao invés de dois ou três, duplicando assim sua taxa de crescimento populacional (BENTZ e MULLINS, 1999; BENTZ, 2008; BENTZ et al., 2010). Em *Ips confusus* LeConte, *Ips lecontei* Swaine e *Dendroctonus brevicomis* LeConte observou-se também aumento no seu número de gerações durante uma seca com temperatura elevada, ocorrida no ano 2000 no sudoeste dos Estados Unidos, contribuindo significativamente para aumento na morte de árvores, que ocorreu na casa dos milhares (BENTZ, 2008).

As mudanças climáticas também podem alterar indiretamente a dinâmica de populações, provocando “stress”, especialmente hídrico, nas plantas hospedeiras, tornando-as mais vulneráveis devido a aumento no número de doenças e pragas (PORTER et. al., 1991; WILLIAMS e LIEBOLD, 2002; BENTZ, 2008). Alguns besouros da ambrosia do gênero *Trypodendron*, com o aumento da temperatura, iniciam seu vôo mais cedo, passando a atacar plantas sadias, que ainda não se recuperaram de ataques anteriores (KÜHNHOLZ et al., 2001). Há também uma preocupação de que os outros organismos associados aos besouros, como fungos patogênicos, também sejam influenciados com o aumento da temperatura, podendo se tornar mais potentes por meio de hibridação com variedades exóticas (KÜHNHOLZ et al., 2001; BENTZ et al., 2010).

2.2.2.c. Hábitos alimentares

Segundo o tipo de alimentação, os Scolytinae podem ser classificados em cinco grupos (BROWNE, 1961; WOOD, 1982):

1- **Herbífagos** – alimentam-se de tecidos de plantas herbáceas, não lenhosas. Todas as espécies de *Dendrocranulus*, e algumas espécies de *Hypothenemus* se enquadram nesse hábito.

2- **Espermófagos** – alimentam-se de sementes ou do endocarpo de frutos. São mais encontrados nos trópicos. Nos Estados Unidos as espécies do gênero *Conophthorus* infestam os cones dos pinheiros, e várias espécies de *Coccotrypes* atacam sementes.

3- **Mielófagos** – alimentam-se da medula de pequenos galhos. Estes são considerados mais comuns na América Tropical que em outras partes do mundo. Algumas espécies de *Arapthus*, *Tricolus*, *Scolytodes*, várias espécies de *Pityophthorus* e todas as espécies de *Cryptocarenus* têm esse hábito.

4- **Fleófagos** – como o nome indica, alimentam-se dos tecidos vivos do floema abaixo da casca, região muito nutritiva de suas plantas hospedeiras (BATRA, 1963). É um dos hábitos mais comuns de Scolytinae, onde se destacam espécies dos gêneros *Dendroctonus*, *Ips* e *Scolytus*.

5- **Xilófagos** – alimentam-se diretamente da madeira. Aparentemente todas as espécies xilófagas, onde se destacam as do gênero *Phloeoborus*, são associadas com fungos, mas estes não são o principal elemento dessa dieta.

6- **Xilomicetófagos** – aqui tem-se os besouros que utilizam o micélio e os conídios de fungos simbiontes como recurso alimentar. Embora quase todos os besouros xilomicetófagos possam ser parcialmente xilófagos, seu principal alimento não é a madeira, e sim fungos simbiontes. Os insetos que possuem esse hábito alimentar são chamados de besouros da ambrosia. A metade de todos os Scolytinae tropicais possui esse hábito, como os das subtribos *Xyleborina*, *Xyloterina* e *Corthylina*.

Insetos fleófagos são dominantes em áreas temperadas, enquanto que os xilomicetófagos são mais abundantes nos trópicos (BROWNE, 1961;

BEAVER, 1979; WOOD, 1982). Essa abundância de besouros da ambrosia nos trópicos pode ser explicada devido à presença de calor e alta umidade, que oferecem condições extremamente favoráveis para o crescimento dos fungos simbiontes (ATKINSON e EQUIHUA, 1986).

2.2.2.d. Relação simbiótica com fungos

Os fungos compõem a base alimentar dos besouros da ambrosia, além de complementarem a alimentação de besouros da casca. Nos besouros da ambrosia os fungos são responsáveis pela degradação da celulose e lignina que compõem o tecido lenhoso das plantas. Os fungos conseguem sintetizar os nutrientes necessários ao desenvolvimento do besouro, incluindo as vitaminas essenciais do grupo B e esteróis, a carboidratos, estes mais assimiláveis (SIX, 2003).

Os besouros da casca (fleófagos) também se alimentam de fungos, mas nesse caso essa associação não parece ser obrigatória (HARRINGTON, 2005). Apesar da maioria desses fungos serem considerados mutualísticos, em besouros da casca existem outros tipos de associações, incluindo o antagonismo. *Dendroctonus frontalis* possui três principais fungos associados, dois mutualistas e um antagonista. O fungo antagonista pode muitas vezes provocar um efeito negativo no desenvolvimento do besouro, mas por outro lado ele contribui reduzindo as defesas das plantas hospedeiras (SIX e WINGFIELD, 2011).

Os fungos são transportados, por machos ou por fêmeas dos besouros da ambrosia e da casca em estruturas especializadas do tegumento chamadas de micângias (BATRA, 1963; SIX e WINGFIELD, 2011).

As micângias são invaginações e em forma de bolsas, localizadas em diferentes partes do corpo do besouro, e próximas a glândulas. As células glandulares secretam substância de origem cerosa ou oleosa, que protege os fungos da dissecação (BATRA, 1963).

As micângias podem ser classificadas em (WOOD, 1982):

a- **Micângias elitrais:** localizadas nas cavidades anteriores à margem dos élitros próximo ao escutelo. Pode ser encontrada, por exemplo, em *Xyleborinus saxesenii*.

b- **Micângias prosterno-subcoxais:** cavidades alargadas localizadas próximas às coxas dos insetos. Ocorre por exemplo em *Gnathotrichus retusus*, *Monarthrum mali* e *M. fasciatum* e nas espécies da subtribo Corthylinina.

c- **Micângias protorácico-pleurais:** localizadas na região propleural, e em fêmeas. Em espécies dos gêneros *Trypodendron* e *Xyloterinus*, ocorrem próximas à margem posterior, e nos gêneros *Bothrosternus* e *Phloeoborus*, na margem anterior da propleura. Em *Dendroctonus brevicomis*, *D. frontalis* e espécies afins, elas encontram-se na margem anterior da região cervical.

d- **Micângias mesonotaais:** invaginações presentes na membrana intersegmental, como em *Xylosandrus germanus*, *Anisandrus dispar*, e *Eccoptopterus spinosus*.

e- **Micângias orais:** são bolsas situadas na base da mandíbula, sob a epifaringe, e que se abrem para a cavidade oral. Elas ocorrem em *Euwallacea andamanensis*, *Euwallacea velatus*, *Xyleborus affinis* e *Xyleborus fornicatus*.

Cada espécie de inseto possui um conjunto de fungos associados específicos, porém os fungos não são específicos para plantas hospedeiras ou regiões geográficas (BATRA, 1963). Em besouros da casca, quando duas ou mais espécies colonizam a mesma árvore, o contato do fungo com o besouro pode se desassociar por um tempo, e o contato com outro fungo pode ocorrer. O resultado dessa larga interação entre fungos pode determinar qual deles será ingerido pelas larvas. As consequências disso ainda são obscuras e dependem do grau de especificidade entre essas associações (SIX, 2003).

Quanto ao número de fungos associados ao inseto, existe uma variação que se deve principalmente a diferenças nas tolerâncias dos fungos às condições ambientais, e as suas capacidades enzimáticas para o floema, virulência, e tolerância química da árvore hospedeira. Em besouros da ambrosia essa variação é menor, incluindo apenas dois a três fungos simbióticos para cada espécie de besouro. Já nos besouros da casca a associação é mais complexa, onde os fungos apresentam requisitos

específicos, sendo uns mais adaptados para o início ou meio da fase de colonização da árvore, porém não para o período inteiro (SIX, 2003). O besouro da casca *D. ponderosae*, por exemplo, possui dois fungos simbiontes, um tolerante ao frio (*Grosmannia clavigera*) e outro tolerante ao calor (*Ophiostoma montium*) (SIX e WINGFIELD, 2011).

2.2.2.e. Especificidade hospedeira

Os Scolytinae possuem um grau de seletividade quanto ao número de espécies hospedeiras nas quais conseguem se desenvolver com sucesso.

De acordo com esse grau de seletividade os besouros podem ser classificados em (BROWNE, 1961):

a- **Monófagos** – quando uma espécie de inseto restringe a sua alimentação a um único gênero de plantas. Os monófagos de primeiro grau são os que se alimentam de uma única espécie, e são encontrados apenas em regiões muito frias com extensas monoculturas. Os monófagos de segundo grau são aqueles que tem como hospedeiro pinheiros de diversas espécies

b- **Oligófagos** - é empregado para insetos que se limitam a uma única família de hospedeiros (primeiro grau) ou outras famílias relacionadas a esta (segundo grau).

c- **Polífagos** – termo usado quando espécies de besouros utilizam plantas hospedeiras da mesma classe (primeiro grau) ou de classes diferentes (segundo grau), como *Xylosandrus compactus*, que já foi encontrado em vários hospedeiros de diferentes classes como o café (*Coffea arabica*), cacau (*Theobroma cacao*), manga (*Mangifera indica*), abacate (*Persea americana*), entre outros (OLIVEIRA, et al., 2008).

Geralmente os fleófagos são mais específicos na escolha do hospedeiro que os xilomicetófagos (WOOD, 1982). Essa especificidade contribui para sua redução em florestas tropicais, uma vez que as dificuldades de se encontrar hospedeiros são maiores (ATKINSON e EQUIHUA, 1986). A maior diversidade florística do trópico úmido torna ecologicamente difícil para que espécies de hospedeiros específicos cresçam (BEAVER, 1977; 1979).

Os besouros da ambrosia, apesar de não se alimentarem da madeira e sim dos fungos simbiontes, também possuem certo grau de seletividade para a árvore hospedeira que varia conforme a espécie (BROWNE, 1961).

2.2.2.f. Fatores que Influenciam no vôo

O vôo em Scolytinae ocorre com o propósito de encontrar novas fontes de alimento (BROWNE, 1961). Para o inseto, esse momento é o mais crítico de sua vida, pois é quando ele se expõe à ação dos fatores ambientais e de inimigos naturais (DATERMANN et al., 1965).

As antenas são muito importantes na orientação do vôo dos besouros até o hospedeiro, por esses possuírem pouca visão, o que é explicado pelo baixo número de omatídeos (BYERS, 2004).

O vôo de dispersão de um besouro pode variar de apenas alguns metros, como observado durante as epidemias de besouros da casca, para vários quilômetros. O fator principal para provocar vôos a longas distâncias é a fonte do alimento (BROWNE, 1961), e as reservas de gordura que ele obteve em sua fase larval. O nível de reservas de gordura depende da qualidade nutricional do hospedeiro (BYERS, 1999). Se ele conseguir voar mais longe que a árvore onde se criou, evitará a consangüinidade com os irmãos, e ficará mais fácil para escapar de predadores e parasitóides, que são mais abundantes próximos da árvore onde ele emergiu (BYERS, 2000; 2004).

A presença de ácaros e nematóides no corpo de besouros pode também afetar a sua dispersão (ATKINS, 1961).

O estímulo para iniciar e permanecer em vôo está condicionado a alguns fatores climáticos como luminosidade, temperatura, umidade relativa do ar, precipitação pluvial, pressão do ar e velocidade do vento (WOOD, 1982; FLECHTMANN et al., 1995)

A temperatura é o principal fator climático, especialmente em países onde as mudanças sazonais são expressivas. Para a maioria das espécies com padrão de vôo diurno, a emergência ocorre durante os primeiros dias mais quentes e claros, no início da primavera, e vão aumentando conforme o

aumento da temperatura, dentro dos limites ideais. Isto não ocorre em algumas regiões do Brasil; onde a reduzida amplitude térmica não afeta a atividade de vôo (BROWNE, 1961; MÜLLER e ANDREIV, 2004).

Para cada espécie há um limiar mínimo de temperatura a ser atingido sem o qual o inseto não inicia o vôo (DATERMAN et al., 1965). Uma vez em vôo, geralmente a temperatura pode baixar um pouco deste limiar, que o vôo não é interrompido (BROWNE, 1961).

Em *Psedohylesinus nebulosus* LeConte a temperatura de início de vôo é entre 12 °C a 13°C, sendo que após o início do vôo, ela pode diminuir 5°C (WOOD, 1982). Em 1964, no Estado de Oregon (EUA), besouros dessa espécie iniciaram o vôo a uma temperatura de 10 a 11°C. Esta diferença pode provavelmente ser atribuída a ventos fortes ocorridos em meses anteriores que expuseram as regiões da casca dos caules dos pinheiros à irradiação solar. Essas observações também foram feitas com *Dendroctonus pseudotsugae* (Hopkins) que iniciaram o vôo em 27 de março de 1964 nas áreas abertas, e em 19 de abril nas regiões mais sombreadas das florestas, dando uma diferença de 23 dias. Isso mostra que esses limiares podem sofrer mudanças, dependendo de alterações climáticas que possam ocorrer na região (DATERMANN et al., 1965). No Canadá, o pico de emergência de *D. ponderasae* pode variar em até um mês, mas normalmente varia em menos de 10 dias (SAFRANYIK, 1978).

As espécies *Scolytus unispinosus* LeConte, *Trypodendron lineatum* Olivier e *Dendroctonus pseudotsugae* Hopkins começam a emergir e voar a uma temperatura mais alta, entre 19 °C e 23°C (ATKINS, 1959; WOOD, 1982; DATERMANN et al., 1965). *Ips confusus* LeConte e *Blastophagus piniperda* L. mostram predisposição ao vôo se a temperatura for de 25°C (BORDEN, 1967; PERTTUNEN e HÄYRINEN, 1970).

Os besouros da ambrosia do gênero *Xyleborus* tem preferência por temperaturas superiores a 21°C (SAMANIEGO e GARA, 1970). Em *Xyleborus saxesenii* (Ratz.) na Nova Zelândia, a temperatura de início é 21°C, ficando mais estável entre 26 °C a 29 °C. Acima de 32°C os vôos cessam (HOSKING, 1972).

A intensidade da luz é de primordial importância para determinadas espécies (DATERMANN et al., 1965), especialmente as de hábitos diurnos ou crepusculares, que voam ao entardecer, ou antes do amanhecer. Espécies diurnas como *Hypothenemus hampei* Ferrari, *Euwallacea fornicatus* Eichhoff e *Eccoptopterus spinosus* Olivier, já foram vistas voando em campo aberto ao meio dia na Malásia (BROWNE, 1961; BROWNE, 1962). Em *Dendroctonus pseudotsugae* Hopkins a atividade de vôo aumenta com o aumento de intensidade de luz, o que eleva a temperatura do ar (DATERMANN et al., 1965). *Xyleborinus saxesenii* (Ratz.) prefere voar entre 15:00h e 17:30h (HOSKING, 1972). *Hylastes nigrinus* LeConte, *H. ruber* Swaine, *Gnathotrichus sulcatus* LeConte, *G. retusus* LeConte e *Dryocoetes autographus* Ratzeburg, voam entre 17:00h e 19:00h. Outras espécies como *Pseudohylesinus nebulosus* LeConte, *P. grandis* Swaine, *Trypodendron lineatum* Olivier, *Scolytus unispinosus* LeConte, diminuem acentuadamente sua atividade de vôo no final da tarde, cessando na escuridão, mesmo quando as temperaturas permanecem ideais (DATERMANN et al., 1965). Nas espécies noturnas, como *Xyleborus ferrugineus* Fabricius, esse fator não foi estudado (BROWNE, 1961).

A umidade do ar, embora não seja tão importante como a temperatura e luminosidade, também influencia na velocidade do vôo de algumas espécies (ATKINS, 1961). Quando comparada com a umidade onde os insetos vivem, sob a casca, ela é bem mais baixa, especialmente aos besouros da ambrosia, cujo desenvolvimento está associado ao do fungo com a qual se alimenta (RUDINSKY, 1962). Desse modo, algumas espécies de tamanho menor podem preferir horários em que a temperatura é mais amena para evitar um ressecamento quando permanecem muito tempo fora de seu meio (FINNEGAN, 1967; SAMANIEGO, e GARA, 1970).

Os besouros voam contra o vento, atraídos pelo odor de seus hospedeiros, ou em resposta a feromônios (DATERMANN et al, 1965; BYERS, 1995). A maioria voa quando os ventos estão calmos e cessam quando ultrapassa a média de 5 km/h, não voando acima de 7 km/h (CHAPMAN, 1962). Brisas recorrentes de velocidades mais baixas que 4 km/h reduzem a atividade de vôo de *T. lineatum* Olivier (DATERMANN et al., 1965). Quando o

ar está parado, eles tendem a voar de forma aleatória e irregular, em estreita proximidade com o substrato (SALOM e McLEAN1991).

Em *X. ferrugineus* e *X. posticus*, quando a velocidade do vento excede a 1,9 km/h, aproximadamente 80% dos besouros são levados pelo vento (NORRIS et al., 1968). Quando transportados a longas distâncias, eles perdem sua direcionalidade (BROWNE, 1961; WOOD, 1982).

2.2.2.g. Atração hospedeira

Os Scolytinae após sua emergência abandonam as plantas em que se desenvolveram, em busca de um novo hospedeiro. O besouro pioneiro localiza suas plantas hospedeiras, orientado por substâncias voláteis, cairomônios, emitidos por elas, o que é chamado de atração primária (BYERS, 1989; FLECHTMANN et al., 1995). Aparentemente, apenas algumas espécies de besouros da casca mais agressivos, que atacam plantas sadias, não são atraídas por essas substâncias voláteis, pousando aleatoriamente em potenciais hospedeiros (BYERS e LÖFQUIST, 1989).

Cairomônios como os monoterpenos (exemplos: α-pineno, terpinoleno, mirceno, β-pineno), sintetizados e emitidos por coníferas, são importantes na atração principalmente de besouros da casca.

O etanol, produzido por árvores derrubadas, ou estressadas por algum motivo (MACDONALD e KIMMERER, 1991; KELSEY, 1994), é um importante componente cairomonal usado por muitos besouros da ambrosia para localizar seus hospedeiros (SAMANIEGO E GARA, 1970; PHILLIPS et al., 1988; BYERS, 1992; FLECHTMANN et al., 1995). Este álcool é encontrado no floema e no alburno das árvores, sendo sintetizado nos tecidos das plantas vivas através da respiração anaeróbica, quando o fornecimento de oxigênio para a respiração aeróbica é insuficiente (MACDONALD e KIMMERER, 1991; KELSEY, 1994). Assim, em árvores derrubadas, quebradas e feridas, ou em estágio mais avançado de decomposição, a composição de semioquímicos básicos vai mudando com o tempo (BYERS e LÖFQUIST 1989), e a taxa de etanol aumenta (KELSEY, 1994; BYERS, 1989).

O etanol funciona como um agente sinérgico para os besouros, indicando o grau da resistência da planta (BAUER e VITÉ, 1975; BYERS, 1995), sendo o mais freqüente cairormônio atrativo liberado a partir de fontes naturais devido à atividade microbiana (BYERS, 1989).

Em muitos casos, após a atração primária ocorre uma atração secundária, de intensidade maior, onde o besouro pioneiro produz feromônios sexuais ou de agregação (FLECHTMANN et al., 1995). Os feromônios de agregação são táticas usadas para atrair besouros da mesma espécie, para superar as defesas de uma árvore saudável (AUKEMA e RAFFA, 2000). Eles são mais estudados em besouros da casca, em representantes de Hylesinina, Tomicina, Scolytina, Xyloterina, Corthylinae, Cryphalina. Em besouros da ambrosia, eles não foram reportados (WOOD, 1982).

2.2.2.h. Danos e importância

Os insetos da subfamília Scolytinae destacam-se como os mais importantes dentre aqueles que são prejudiciais às essências florestais, não só pelo dano ocasionado, mas pela dificuldade de controle (BERTI FILHO, 1979).

Em condições endêmicas esses insetos restringem-se a se alimentarem de plantas recentemente mortas, senescentes, estressadas ou danificadas, causando poucos danos de importância econômica. Nessa condição eles são chamados de pragas secundárias, e isso ocorre com a maioria dos Scolytinae. Epidemias são correlacionadas com a intensidade de ataque e a perda de árvores de grande porte, onde os besouros conseguem vencer a resistência natural de suas plantas hospedeiras, podendo atacar plantas saudáveis. Nesse caso as pragas são consideradas primárias, e o ataque pode estender-se a grandes áreas contínuas. Uma vez que o inseto chega a essa fase, é muito difícil o controle (BERRYMAN, 1978; COLE, 1978b; PAYNE, 1980; WOOD, 1982; PAINÉ et al., 1997; MEEKER et al., 2000; SAFRANYIK e CARROLL, 2006).

Os fungos associados que alguns besouros da casca e da ambrosia transportam, e que são inoculados nas plantas hospedeiras no processo de

colonização das mesmas, liberam toxinas que induzem as defesas da planta, facilitando o ataque. Além disso, causam manchas pretas ou azuladas, depreciando o valor da madeira (BROWNE, 1961; ANDERSON, 1964; MATHRE, 1964; HOSKING, 1969; BEAVER, 1976; BYERS, 1995; PAINÉ et al., 1997; WOOD, 1982). Alguns estudos mostram que a causa da morte dessas plantas está associada a agentes transmissores de doenças como bactérias, fungos e protozoários que são transmitidos pelo besouro juntamente com os fungos simbióticos, e que impedem a condução da seiva (BATRA, 1963; SAMANIEGO e GARA, 1970; WOOD, 1982; FLECHTMANN et al., 1995; PAINÉ et al., 1997).

As principais espécies de Scolytinae que com maior freqüência tem condições de se tornar pragas primárias são os besouros da casca, que se encontram nos gêneros *Dendroctonus*, *Scolytus* e *Ips*, as quais atacam principalmente espécies de *Pinus* e *Picea* (Pinaceae) na América do Norte e Central, Europa e partes da Ásia, causando grandes perdas econômicas nas indústrias madeireiras e no turismo, alterando a paisagem e o patrimônio cultural da região, a gestão de bacias hidrográficas e consequentemente destruindo o habitat de várias espécies animais (PAYNE, 1980; THATCHER et al., 1980; NOWAK, et al., 2008; DUEHL, et al., 2011). Muitas vezes florestas atacadas por Scolytinae nos Estados Unidos e em várias regiões do mundo necessitam ser totalmente restauradas em função da severidade dos danos ocasionados (XI et al., 2010).

Entre 2000 e 2002, um surto devastador causado por *D. frontalis* causou prejuízos de US \$ 1,1 bilhões em oito estados do sul dos Estados Unidos (CAIRNS et al., 2008). Outro exemplo ocorreu com *D. ponderosae*, cuja população começou a crescer em 1965 em uma pequena área de *Pinus* spp. no Colorado (EUA). Em 1968 chegou a infestar 1000 árvores por ano, e em 1975 mais de 20000/ano (McCAMBRIDGE et al., 1982). De 1997 a 1999 foram registradas 315800 árvores mortas, e em 2001 cerca de 457900 (HARRIS et al., 2001; 2002). Essa epidemia alastrou-se por toda a região das Montanhas Rochosas a oeste dos EUA, atingindo as florestas da Columbia Britânica no

Canadá, infestando 8,5 milhões de hectares em 2005 (NEGRÓN e POPP, 2004; COOPS et al., 2006).

Entre 1990 e 1999, do Alasca ao Arizona (EUA), surtos de *D. rufipennis* resultaram na infestação de mais de 2 milhões de hectares de florestas de *Picea* spp., com uma estimativa de 30 milhões de árvores mortas por ano, no auge do surto em 1996, no Alasca (HOLSTEN et al., 1999; WERNER et al., 2006). Além destes, outras espécies, como *D. pseudotsugae*, *D. terebrans*, *Ips calligraphus* (Germar), *Ips grandicollis* (Eichhoff), *Ips avulsus* (Eichhoff), *Scolytus multistriatus* (Marsham), vetor da doença do olmo holandês, são também consideradas preocupantes na América do Norte (PAINÉ et al., 1997; WARD e MISTRETA, 2008).

Durante as últimas décadas, países europeus como Áustria, Polônia, Eslováquia, Romênia, República Checa e Lituânia também têm sofrido surtos maciços de besouros da casca, especialmente de *Ips typographus* (L.), causando prejuízos de milhões de m³ de madeira, o que representa várias dezenas de milhares de hectares de floresta (KSÓCA e KOVACS, 1999).

Externamente, os pinheiros atacados por *Dendroctonus* e *Ips* podem mostrar vários tipos de sinais e sintomas. Na parte inferior do caule costumam aparecer manchas e orifícios. Nas árvores mais vigorosas são vistos próximos a esses orifícios pequenos tubos chamados “pitch”, de cor creme ou rosada, que é a mistura de resina e “frass” expelidos pelos insetos. Em torno das fendas do caule e região da raiz o “frass” também pode aparecer (SAFRANYIK e CARROLL, 2006).

O início dos sintomas visíveis em folhas da copa de árvores depende de uma série de fatores, tais como o tempo e a densidade do ataque durante o ano, o vigor das árvores e as condições meteorológicas (SAFRANYIK e CARROLL, 2006). Árvores atacadas com êxito são geralmente mortas, e suas copas começam a desaparecer devido à perda de umidade. O primeiro sinal é uma mudança na cor da folhagem do topo, de verde para amarelo-esverdeado, quando o pigmento de clorofila é perdido, aparecendo os carotenos. Mais tarde, em seqüência, as antocianinas vão transformando a coloração da copa para um vermelho, e depois marrom (SAFRANYIK e CARROLL, 2006).

Lentamente, as acículas dos pinheiros começam a cair, deixando as árvores completamente desfolhadas. Cerca de três anos depois de ser atacada, a maioria das árvores terá perdido todas as acículas, tomando então uma cor acinzentada (SAFRANYIK, 2004).

Durante o início das fases de epidemias, as árvores infestadas aparecem em pequenas reboleiras, que vão aumentando com o tempo. Estas características de infestações são freqüentemente utilizadas para avaliação áerea dos níveis de infestação em grandes áreas (SAFRANYIK e CARROLL, 2006).

Os besouros da casca prevalecem nas regiões temperadas, sendo as coníferas seu principal grupo de plantas hospedeiras (BYERS, 1995). Já na região neotropical prevalecem os besouros da ambrosia (BATRA, 1963; WOOD, 1982).

Por seus danos econômicos não serem comparativamente altos, os besouros da ambrosia tem recebido relativamente pouca atenção (PHILLIPS et al., 1989). Na maioria das espécies os danos são comparativamente menores e mais difíceis de serem quantificados que aqueles ocasionados por besouros da casca, onde os principais danos resultam na morte de árvores (SAMANIEGO e GARA, 1970; BEAVER 1988).

Os besouros da ambrosia atacam normalmente plantas doentes ou recém-caídas, sendo que plantas sadias são atacadas somente sob condições anormais de “stress”, como seca, transplante e doenças (WOOD, 1982; BEAVER, 1988; FLECHTMANN et al., 1995). A maior parte do dano geralmente não resulta na morte de árvores, e sim na sua depreciação (BROWNE, 1961; HOSKING, 1969; BEAVER, 1988), que ocorre em função dos orifícios que o besouro faz ao entrar nas plantas hospedeiras, e nas manchas provocadas pelos seus fungos simbiontes (BEAVER, 1976). Os gêneros *Xyleborus* e *Xylosandrus* (subtribo Xyleborina), destacam-se pelo seu maior potencial de dano (BEAVER, 1976; HILL, 1997), por algumas espécies serem capazes de atacar árvores vivas e sadias, e por possuírem uma ampla gama de hospedeiros (DIXON e WOODRUFF, 1982; WOOD, 1982; BOOTH et al., 1990).

Alguns patógenos como leveduras, bactérias, protozoários e fungos, também são transportados em suas micângias, junto com os fungos específicos. Esses ao colonizar o substrato do hospedeiro provocam algum bloqueio na condução da seiva na planta, podendo causar sua morte (BATRA, 1963; WOOD, 1982; FLECHTMANN et al., 1995).

Pomares de abacateiros (*Persea americana* Mill.) nos EUA e México são ameaçadas por uma doença letal vascular causada pelo fungo *Raffaelea lauricola* Harrington & Fraedrich, cujo vetor é o besouro da ambrosia *Xyleborus glabratus* Eichhoff. A doença ataca árvores da família Lauraceae, incluindo o abacate e *Persea borbonia* (L.). Uma vez infectadas, a mortalidade de árvores pode ocorrer em menos de seis semanas. Os custos de substituição de árvores no sul da Flórida foram estimados em US \$ 429 milhões (KENDRA et al., 2011a.; 2011b; 2011c). *Xylosandrus morigerus* Blandford e *Xylosandrus germanus* (Blandford) atacam diversas plantas ornamentais, entre elas algumas árvores como *Cercis canadensis* L., *Ficus carica* L. e *Pinus* spp. (BOOTH et al., 1990; CHONG et al., 2009).

Em *Xylosandrus crassiusculus* Motschulsky, espécie exótica à América do Norte, foi encontrado um conjunto diverso de microrganismos como bactérias, leveduras e fungos filamentosos, que incluiu espécies de *Fusarium* spp., conhecidos por causar murcha nas árvores, *Pestalotia* sp., que provoca manchas nos caules, e os invasores secundários *Penicillium* spp. e *Aspergillus niger* Tiegh (DUTE et al., 2002).

Xylosandrus compactus Eichhoff, também pode transportar espécies do fungo *Fusarium*. No Brasil essa espécie é associada ao cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) e camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh) na Amazônia (COUTURIER e TANCHIVA, 1991; CARVALHO et al., 1999), em eucaliptos no Mato Grosso e em Santa Catarina (DORVAL, et al., 2004; MÜLLER e ANDREIV, 2004), e na graviola (*Annona muricata* L.) em Goiás (OLIVEIRA et al., 2008), sendo também reportada como praga de viveiros em diversas espécies de plantas (DIXON e WOODRUFF, 1982). O fungo *Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halsted, quando associado a *X. ferrugineus*, pode matar o cacaueiro (SILVA et al., 1968). Associado a *Hypocryphalus mangiferae*, este fungo tem causado a doença chamada seca-da-mangueira na mangueira (*Mangifera indica* L.) (RIBEIRO et. al., 1986).

Xyleborus ferrugineus é um besouro cosmopolita, encontrado em regiões tropicais e subtropicais da América do Norte e do Sul, atacando mais de 150 hospedeiros, incluindo palmeiras e coqueiros (Arecaceae), mangueira (*Mangifera indica*), abacateiro (*Persea americana*), e seringueiras (*Hevea brasiliensis*) (BEAVER, 1976; BOOTH et al., 1990).

Provavelmente de origem oriental, as espécies polífagas *Xyleborus perforans* Wollaston e *Xyleborus similis* Ferrari, estão distribuídas em áreas tropicais das Américas, África e Ásia, e atacam principalmente coqueiros, eucaliptos e seringueiras (BOOTH et al., 1990). Várias espécies de *Xyleborus* originárias do sul da Ásia foram introduzidas em diversos países da Oceania e América Central, sendo importantes pragas de cacaueiro, abacateiro, da macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Batche), e árvores dos gêneros *Ficus* e *Cassia* (SILVA et al., 1968; BOOTH et al., 1990).

Outra espécie cosmopolita provavelmente originária das Américas é *X. affinis* Eichhoff. Ocorre em todo território brasileiro, parte dos Estados Unidos e da Argentina (MACEDO et al., 1993), África, arquipélago do Havaí e Micronésia (WOOD, 1982), atacando mais de 300 espécies de plantas de diversas famílias (WOOD, 1982; BOOTH et al., 1990). As espécies *Xyleborus biconicus* Eggers, *Xyleborinus gracilis* Eichhoff, *Ambrosiodmus hagedorni* (Iglesias), *Xyleborinus linearicollis* (Schedl) e *Ambrosiodmus obliquus* (LeConte) ocorrem nas Américas e na África (Congo e Zâmbia). No Brasil elas foram encontradas nos estados do Sul, Minas Gerais e São Paulo, atacando árvores frutíferas, *Acacia*, *Eucalyptus*, e madeira cortada de *Pinus* spp. (SILVA et al., 1968; MACEDO et al., 1993).

Premnobiuss cavipennis Eichhoff é outra espécie da besouros de ambrosia que pode atacar várias espécies arbóreas. Ele já foi encontrado em parte dos Estados Unidos, África, e nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, no Brasil (MACEDO et al., 1993).

Na Ásia (Austrália e Nova Zelândia), África e América do Norte destaca-se também a espécie *Xyleborinus saxesenii* Ratzeburg, atacando uma gama de hospedeiros, como *Acacia*, *Araucaria*, *Betula*, *Chamaecyparis*, *Cupressus*, *Eucalyptus*, *Malus*, *Pinus*, *Prunus*, *Populus*, *Quercus*, *Fagus*, *Ulmus*, e

Weinmannia racemosa (BROCKERHOFF et al., 2003). Nos Estados Unidos é importante praga de cerejeiras (*Prunus spp*) (DOERR, 2008).

Em Vancouver (Canadá), nos anos de 1980/81, as espécies de besouros da ambrosia *Gnathotrichus sulcatus*, *G. retusus* (LeConte) e *T. lineatum* (Oliver) causaram grande impacto econômico em toras processadas nas serrarias, numa estimativa de perdas obtidas no volume de 1380000 m³, equivalendo a uma perda 63,7 milhões dólares canadenses (MCLEAN, 1985).

Na primavera de 2002, besouros da ambrosia exóticos infestaram 22 ha de *Populus deltoides* Bartr. ex Marsh., na Carolina do Sul/EUA (COYLE, et al., 2005). Entre 1985/2005, 18 espécies exóticas de Scolytinae foram introduzidas nos EUA, e se tornaram pragas. Geralmente esses besouros são introduzido através da importação de produtos de madeira. Entre elas, 10 eram de besouros da ambrosia: *Ambrosiodmus lewisi* (Blandford), *Euwallacea fornicatus* (Eichhoff), *Xyleborinus alni* (Niisima), *Xyleborus atratus* (Eichhoff), *Xyleborus glabratu*s (Eichhoff), *Xyleborus pelliculosus* (Eichhoff), *Xyleborus pfeilii* (Ratzeburg), *Xyleborus seriatus* (Blandford), *Xyleborus similis* (Ferrari), *Xylosandrus multilatus* (Blandford), em adição a 8 besouros da casca, *Hylastes opacus* (Erichson), *Hylurgops palliatus* (Gyllenhal), *Hylurgus ligniperda* (Fabricius), *Orthotomicus erosus* (Wollaston), *Phloeosinus armatus* (Reitter), *Pityogenes bidentatus* (Herbst), *Scolytus schevyrewi* (Semenov) e *Tomicus piniperda* (L.) (HAACK, 2006).

Até o momento não há relatos da introdução no Brasil das espécies que mais freqüentemente causam prejuízos em florestas do Hemisfério Norte, mas escolitídeos nativos, especialmente besouros da ambrosia, vem mostrando adaptações em árvores exóticas como pinheiros e eucaliptos desde sua introdução no país, ocasionando danos na madeira cortada (FLECHTMANN e OTTATI, 1996; FLECHTMANN et al., 2000).

2.2.2.i. Controle

O controle e manejo integrado de Scolytinae estão associados ao conhecimento da ecologia das espécies de insetos envolvidos, de seus

hospedeiros, e de fatores bióticos e abióticos do ecossistema (STARK, 1977; SHORE et al., 2006). Entre os fatores bióticos que influenciam no aumento da população de insetos estão a disponibilidade de alimento (número de plantas suscetíveis), a competição entre os insetos pelo hospedeiro, seus parasitóides e predadores, e a resistência da planta ao ataque. Entre os fatores abióticos estão as queimadas, topografia, tipo de textura e pH do solo, cultivo mínimo, componentes do clima como temperatura, umidade do ar, tempestades e raios, secas ou chuvas excessivas, e velocidade dos ventos (BROWNE, 1961; HICKS, 1980; WOOD, 1982).

Devido ao seu habitat protegido sob a casca, pouco pode ser feito para combater a maioria dos Scolytinae após a planta ter sido atacada (COULSON et al., 2006; CARROLL et al., 2006). Em geral, o controle está associado a medidas preventivas como as práticas culturais que promovam a resistência da planta, diminuindo as possibilidades de ataque (BELANGER, 1980; SHORE et al., 2006).

Uma vez detectada a presença do besouro, é necessário se fazer um inventário florestal e uma avaliação anual dos níveis de infestação e propagação, e ver os recursos disponíveis para a implementação de estratégias de tratamento e táticas antes que surja uma epidemia (SHORE et al., 2006).

Dentre as estratégias preventivas incluem-se a escolha de plantas mais resistentes, respeitando o espaçamento entre elas, e promovendo a diversidade na paisagem. Os programas de restauração florestal de áreas impactadas por *D. frontalis* nos Estados Unidos e Canadá atualmente fazem após o desbaste, um replantio em menor densidade de plantas, com espécies menos suscetíveis (ROOT, 1973; THATCHER et al., 1980; WARING e PITMAN, 1985; NOWAK et al., 2008). O aumento da biodiversidade como o uso de policultivos pode tornar as plantas menos “visíveis” para as pragas, aumentando também uma comunidade de inimigos naturais que a unidade de produção poderá sustentar (NICHOLLS et al., 2006).

Na escolha da área a ser reflorestada deve-se evitar locais que favoreçam acúmulo de água, bem como locais por demais íngremes ou com

solos compactados. Esses locais favorecem um déficit hídrico, e prejudicam as raízes das plantas pela redução no fluxo de seiva, tornando-as menos resistente a ataques (THATCHER et al., 1980). Além da estrutura física e química do solo, a atividade biológica, geralmente em solos com boa quantidade de matéria orgânica e que exibem boa fertilidade, promove complexas redes tróficas e organismos benéficos que previnem infecções (NICHOLLS et al., 2006). As micorrizas, por exemplo, em associação mutualística com as raízes de plantas, exercem papel fundamental à sua nutrição, aumentando a fertilidade do solo (PRAGER e POMAR, 2008)

O estado nutricional da planta tem grande importância, uma vez que a disposição de reservas de carboidratos determina a capacidade de uma árvore para produzir oleorresinas e outras substâncias químicas que a protejam contra o ataque dos besouros (WARING e PITMAN, 1980). Uma planta desnutrida não consegue realizar a síntese de proteínas, cuja interrupção pode provocar acúmulo de açúcares solúveis, compostos nitrogenados e aminoácidos livres, que são fontes nutricionais dos insetos (STOSZEK, 1988; CHABOSSOU, 1987).

A Irrigação pode ser importante especialmente durante os meses secos do inverno. A quantidade e freqüência de água necessária variam muito, dependendo do local, tamanho da planta, e se a espécie implantada é adaptada às secas de inverno ou chuvas regulares (SEYBOLD e PAIN, 2008).

Em pinheiros, nota-se que plantas maduras e em plantio adensado tem sido consideradas mais suscetíveis ao ataque de Scolytinae, enquanto plantas jovens, menores que 2 cm de diâmetro à altura do peito, são relativamente imunes ao ataque. Por isso é necessário conhecer a ecologia da planta, para que se promova uma diversificação destas segundo suas faixas etárias, bem como sua colheita antes que entre em senescência (COLE, 1978; CAMERON e BILLINGS, 1988; HAINES-YOUNG e CHOPPING).

Os fragmentos florestais, por encontrar-se em ambientes de diferentes fases de regeneração, são mais susceptíveis à ação antrópica e ao efeito de borda (YULE et al, 2003). Os efeitos de borda têm sido estudado por

possuírem muitas variáveis bióticas (mudanças na abundância e distribuição de espécies causadas diretamente por variações nas condições físicas das bordas) e abióticas (maior exposição a ventos, altas temperaturas e baixa umidade), que influenciam na qualidade do habitat (MURCIA, 1995; RIES et al., 2004; NOREIKA E KOTZE, 2012). O microclima é influenciado pela movimento diferencial da luz, calor, umidade e vento entre uma mancha e outra (KAPOS, 1989). Por exemplo, bordas de floresta perto de habitat aberto são mais quentes e mais secos, que o interior da floresta (CHEN et al., 1993). A produção de serrapilheira, reflexo da produção de biomassa, também é menor na borda do que no interior dos fragmentos (VIDAL et al., 2007). Essas características podem influenciar na mineralização do solo, especialmente as taxas de nitrogênio (CHEN et al., 1995). Se a borda for densa, ela pode agir como barreiras impermeáveis acumulando certos organismos e materiais (DESROCHERS e FORTIN, 2000). Pesquisas têm documentado o aumento da predação e parasitismo por algumas espécies de animais, como insetos e aves, nessas regiões (CHASCO e GATES, 1982).

O estudo dessas influências estão associados à heterogeneidade e à extensão dos fragmentos que fazem fronteiras entre si; como as manchas são definidas dentro da paisagem (RIES et al., 2004), muitas vezes é necessário se gerenciar paisagens inteiras, não apenas os componentes (McGARIGAL e MARKS 1995).

É recomendável se fazer higienização na floresta, isto é, a poda de árvores, galhos e ramos secos recém atacados, doentes, ou atingidos por intempéries, procurando evitar que essa prática seja realizada nos períodos mais críticos de revoadas. Os resíduos de desbaste com focos de infestação devem ser queimados ou retirados do local (THATCHER et al., 1980). Após a colheita da madeira, recomenda-se evitar a estocagem de toras e troncos no interior da floresta e pátios de serrarias. As toras podem ser armazenadas na floresta, se absolutamente necessário, apenas nos meses em que as revoadas são menores (FLECHTMANN et al., 1999).

Na América do Norte e Europa existem alguns métodos de controle direto, visando reduzir as populações de besouros de casca, que são os seguintes:

1- Salvamento (“salvage”) - aproveitar o maior número possível de árvores atacadas por brocas (THATCHER et al., 1980; DONALDSON e SEYBOLD, 1998; WERMELINGER, 2004; WULDER et al., 2006b).

2- Empilhar e queimar (“pile and burn”) - consiste no empilhamento e queima das árvores infestadas, destruindo-se as larvas dos besouros antes que elas possam emergir. As queimadas tem sido utilizadas com moderação nos últimos anos, pois inclui o risco de incêndios, que pode propiciar o aumento dos insetos e a redução do habitat de muitas espécies, incluindo seu predador, o pica-pau vermelho, *Picoides borealis* (Vieillot, 1809) (NOWAK et al., 2008; XI et al., 2010; THATCHER et al., 1980). Esse processo também traz como agravante o aumento de CO₂, causando o aquecimento global, que vem permitindo a *D. ponderosae* Hopkins expandir a sua gama em habitats anteriormente climaticamente inadequados (CARROLL et al., 2003; 2004; TAYLOR et al., 2006; KURZ et al., 2008).

3- Cortar e deixar (“cut and leave”) - consiste em cortar e derrubar as árvores infestadas, junto com uma faixa tampão de árvores sadias, com a copa em direção ao centro da área. Esta técnica afeta o comportamento de ataque e dispersão do besouro, que diminuem a produção de feromônio de agregação (BILLINGS, 1980). Se as cascas infestadas forem abertas as ninhadas e larvas podem ser mortas pela ação da luz solar e de predadores como roedores, formigas, etc (CARROLL et al., 2006).

4- Cortar e remover (“cut and remove”) - É a remoção das plantas infestadas. O corte deve ser cuidadosamente coordenado para impedir a propagação da besouros (COLE, 1978a). Essa técnica leva mais tempo para ser implementada, mas é uma técnica de controle prática e econômica (CARROLL et al., 2006).

5- Cortar e pulverizar (“cut and put a hand spray”). Cortar as árvores atacadas e pulverizá-las com inseticida, como o lindane ou dursban (chlorpyrifos), ou carbaryl em óleo combustível. Esses produtos devem ser

aplicados no tronco de árvores para destruir a fase jovem antes e durante a emergência, mais como uma forma preventiva de propagação (THATCHER et al., 1980). Sulfato de cobre aplicado após o corte pode ser eficaz como preventivo (BEDARD, 1938).

Dado que os besouros gastam quase todo o tempo de seu ciclo de vida debaixo da casca das árvores de seu hospedeiro, inseticidas sistêmicos, ou seja, aqueles que são aplicados ou injetados através da casca ou aplicado ao solo sob as árvores, não controlam grandes infestações, é oneroso e não consegue atingir a população em trânsito (BEAVER, 1988; CARROLL et al., 2006).

Inseticidas aplicados na casca das árvores, incluindo orthodichlorobenzeno, dibrometo de etileno, lindane e clordano, aldrim e dieldrin e EDB ethylene dibromide em várias concentrações, foram usados entre os anos 1940 e 1970 nos EUA. e Europa (KLEIN, 1978). Nos anos 1980 foi usado um herbicida arsenical com propriedades inseticidas, o metilarsonato monossódico (MSMA) (HOLSTEN, 1985). Apesar da eficácia de algumas táticas químicas para o controle direto, sua toxicidade para o meio ambiente e trabalhadores levou à interrupção do seu uso em praticamente todos os programas operacionais (THATCHER et al., 1980; CARROLL et al., 2006). Além disso, seu uso constante pode causar a aparição de organismos mais resistentes, e não leva em conta o controle natural feito por parasitóides, predadores e competidores (VITÉ, 1971; WILLIAMSON e VITE, 1971). Inseticidas são na sua maioria usados em regiões urbanas, em árvores de alto valor, encontradas em áreas de lazer ou em torno das casas individuais, e isto requer cuidadoso monitoramento (KLEIN, 1978).

Quando se trata de material cortado, toras infestadas podem ser tratadas individualmente com brometo de metila, onde existem instalações especializadas e as condições de temperatura estão corretas para esse tipo de tratamento (WHITE, 1971). A aplicação para proteger a madeira armazenada varia de acordo com a legislação em diferentes países (WERMELINGER, 2004).

Durante a última década, devido à preocupação com a segurança ambiental quanto ao uso dos inseticidas, houve um aumento no interesse pelo sistema de comunicação química entre insetos, como fonte alternativa de controle (SEABROOK, 1978). A colonização, agregação, e competição por recursos é, em parte, mediada através de um complexo sistema químico de comunicação, formado por compostos produzidos tanto pelos besouros, como pela árvore hospedeira e liberados a fim de provocar uma resposta comportamental em membros da mesma espécie ou de espécies diferentes (NORDLUND, 1981; ERBILGIN et al., 2007).

Cada espécie de besouro possui, em suas antenas, receptores olfativos capazes de detectar compostos coespecíficos que regulam sua atividade comportamental (SMITH et al., 1990; SULLIVAN, 2005). Os feromônios são usados na comunicação intra-específica, e produzem uma resposta comportamental ou fisiológica favorável ao receptor, ao emissor ou a ambos os organismos da interação. Alguns feromônios são específicos para determinadas espécies, mas existem exemplos de espécies simpátricas para o mesmo feromônio, dependendo de suas concentrações (SEABROOK, 1978).

Há casos onde diferentes espécies de Scolytinae compartilham da mesma árvore hospedeira, utilizando os mesmos recursos, e concorrendo pelos mesmos tecidos do floema (PAINÉ et al., 1981; AYRES et al., 2001). Essas espécies, em um curto período de tempo coabitam o mesmo espaço, e mais tarde formam nichos distintos, expandindo-se, e assumindo cada espécie uma altura e amplitude na árvore. É o que ocorre no sudeste os Estados Unidos por exemplo, com as espécies *D. terebrans*, *I. grandicollis*. e *Ips avulsus* Eichhoff, no oeste entre *D. brevicomis* e *Ips paraconfusus* Lanier, no centro norte com *Ips pini* Say, *I. perroti* Swaine, e *I. grandicollis* Eichhoff (AYRES et al., 2001), e na Califórnia com *Ips paraconfusus*, *I. pini* e *D. brevicomis* (PAINÉ e HANLON, 1991).

Quando as espécies coabitam a mesma árvore, a mistura dos feromônios é importante porque alguns ou todos os componentes podem atuar como sinérgicos (SEABROOK, 1978). Depois, quando o hospedeiro está saturado, pode haver uma inibição mútua de colonização, que é provavelmente

um resultado de seleção para minimizar a competição interespecífica (AYRES et al., 2001). O besouro envia uma mensagem de que a oferta de alimentos é insuficiente para besouros adicionais, devendo esses procurar outro hospedeiro (FRAZIER et al., 1981). Muitas vezes a presença de determinada espécie pode inibir o crescimento de outra. Por exemplo, a presença de *I. avulsus* inibe a chegada de *I. calligraphus* para o mesmo hospedeiro (PAINÉ et al., 1981).

Essas investigações levaram ao estudo e uso de feromônios de anti-agregação para prevenir ou minimizar danos causados por infestação de besouros da casca (ERBILGIN et al., 2007). A exploração dessa ferramenta tem sido usada na América do Norte e Europa e requer profunda compreensão dos mecanismos envolvidos na produção e liberação, pois envolvem elevada atividade biológica. Estudos toxicológicos indicam que esses semioquímicos são de baixa toxicidade para mamíferos, aves e peixes, não apresentando riscos ao meio ambiente. Mesmo assim, exames toxicológicos são necessários antes que possam ser registrados para uso em controle de insetos (KNIPLING, 1976).

Como exemplo de feromônio de anti-agregação pode-se citar o verbenone, um hormônio multifuncional produzido predominantemente por machos de *D. frontalis* e *D. brevicomis*, e em poucas quantidades por fêmeas, durante ataque massal, e liberado em baixas concentrações para regular a atração de besouros para o hospedeiro (BILLINGS 1980; RUDINSKY e MICHAEL, 1974). Em doses elevadas ($> 5 \text{ mg/h}$) reduz resposta ao frontalin, e o vôo de besouros machos (PAYNE et al., 1978), inibindo a agregação de machos e fêmeas, cessando o ataque em massa (RUDINSKY, 1973; SULLIVAN, 2011). As iscas sintéticas de verbenone quando colocadas em árvores sadias, no ponto da infestação, fazem com que besouros emergentes e reemergentes de *Dendroctonus* se dispersem, deixando o local inativo (CLARK et al., 1997). Em povoamentos de pinheiros no sul da British Columbia (Canadá), o verbenone reduziu gradualmente a população de *I. pini*, *Ips latidens* Le Conte e *D. ponderosae* Hopkins (WERNER et al., 1981; LINDGREN e MILLER, 2002). O tratamento com verbenone tem mostrado considerável

sucesso em retardar ou interromper o crescimento apenas de infestações pequenas e de tamanho moderado (PAYNE e BILLINGS, 1989; PAYNE et al., 1988). Melhor sucesso tem sido obtido quando esse tratamento é combinado com a tática de “cortar e deixar” (BILLINGS, 1980).

Trans-verbenol é um feromônio produzido por fêmeas de *D. brevicomis* durante o ataque inicial, e têm efeito multifuncional de acordo com sua concentração. Trans-verbenol também é produzido pela oxidação de α-pineno quando exposto ao ar (PAYNE et al., 1978).

O odor de compostos voláteis exalados pela planta hospedeira como α - pineno, mirceno, acetofenona e álcool fenchil, junto com trans-verbenol e verbenone, sinergizam a atividade de frontalin, aumentando o poder de agregação (WOOD, 1972; PAYNE et al., 1978; ERBILGIN et al., 2007; PAYNE, 1980). Se esse for colocado em grandes concentrações, ele resulta em efeito contrário, provocando uma queda significativa no número dos besouros que chegam (BYERS E WOOD, 1980; PAYNE et al. 1978; PAINE e HANLON, 1991).

Outro feromônio utilizados é o mirtenol, produzido por ambos machos e fêmeas de *D. frontalis*, sendo multifuncional. Ele é produzido em maiores quantidades após o contato com o floema do hospedeiro, quando este libera o monoterpeno α -pineno (PAYNE, 1980; SULLIVAN, 2011). Endo-brevicomin é produzido em baixas concentrações no intestino de machos de *D. frontalis*, e liberado durante o ataque em massa. Quando ele encontra a fêmea, aumenta sua produção, provocando uma rivalidade entre os machos, cessando o ataque (SULLIVAN, 2011). No entanto, algumas combinações de compostos, como verbenona e endo-brevicomin não fazem efeito sobre a redução obtida com um inibidor sozinho (PAYNE et al., 1978, SULLIVAN et al., 2007).

D. pseudotsugae emite uma substância agregadora chamada seudenol. Quando o número de besouros atinge uma densidade crítica, eles passam a produzir metilciclohexenona (MCH), um feromônio que repele insetos adicionais e, assim, protege o fornecimento de alimentos necessários para o desenvolvimento dos descendentes (KINZER et al., 1971). No Alasca (EUA), 87% de *Dendroctonus simplex* LeConte foram capturados em armadilhas

iscadas com seudenol e α -pineno, sendo que os machos responderam ao atrativo sintético em maior número que as fêmeas (WERNER et al., 1981).

Em *D. pseudotsugae* e *D. brevicomis* foi também constatado que o estímulo sonoro produzidos pelas fêmeas induz os machos a liberarem feromônio com efeito de anti-agregação (RUDINSKY et al., 1976).

Para o controle de besouros da ambrosia *T. lineatum* e *G. sulcatus*, os norte-americanos e canadenses têm usado armadilhas de feromônios sintéticos à base de lineatin e sulcatol, respectivamente seus hormônios sexuais (BLACK e SLESSOR, 1982; LINDGREN e FRASER, 1994; FLECHTMANN e BERISFORD, 2003).

A maioria de besouros da ambrosia, especialmente da sub-tribo Xyleborina, por não produzirem feromônios de agregação, dependem dos componentes voláteis do hospedeiro (BEAVER, 1977; HOSKING, 1977; WOOD, 1982; KLIMETZEK et al., 1986).

Outra alternativa para diminuir o uso de inseticidas sintéticos tem sido o uso de inseticidas botânicos, extraídos de óleos naturais, que por serem seletivos, tem pouco ou nenhum efeito nocivo sobre organismos não-alvo e o meio ambiente. Como exemplos pode-se citar *Arruda harmala* L. (Zygophyllaceae), conhecida como “harmal”, importante planta medicinal iraniana, rica em β -alcalóides carbolínicos incluindo harmol, harmina e harmalina (LAMCHOURI et al., 2002), mesmo constituinte da planta *B. caapi* (CALLAWAY et al., 2005). O extrato dessas sementes tive atividade inseticida contra larvas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera) (ABBASIPOUR et al., 2010). O uso de solução aquosa de óleo de nim, enriquecida com azadiractina, causou mortalidade em adultos da broca do café, *Hypothenemus hampei* Fab., dentro dos frutos (SPONAGEL, 1994; RODRÍGUEZ-LAGUNES et al., 1998; DEPIERI e MARTINEZ, 2010)

Quanto ao uso de inimigos naturais, diversas espécies, dentro de várias famílias e ordens de insetos são relatadas na literatura como predadores, patógenos e parasitóides de Scolytinae. Sua efetividade é maior quando os besouros encontram-se em níveis endêmicos, sendo discutível sua atuação em surtos epidêmicos (FLECHTMANN et al., 1995).

Predadores são mais importantes na regulação de populações do que parasitóides. Larvas e adultos de insetos da família Cleridae (Coleoptera) são predadores, habitando galerias abertas por besouros xilófagos, especialmente Bostrichidae e Scolytinae (COSTA et al., 1988; REEVE et al., 1996). Em Cleridae, os principais gêneros predadores são *Thanasimus* (*T. dubius* Fab., *T. fornicarius* L. e *T. undatus* Say) (FRAZIER et al., 1981; PAYNE et al., 1984; MILLER et al., 1987, 1997; LAWSON e MORGAN, 1992; HERMS et al., 1991) e *Enoclerus* (*E. lecontei* Walcott, *E. nigrifrons* e *E. sphegeus* Fab.) (WOOD et al., 1968). Predadores ainda são encontrados nas famílias Tenebrionidae (*Corticeus* spp.) (BERISFORD, 1980), Trogossitidae (*Temnochila chlorida* Mannerheim), e Histeridae (*Platysoma cylindrica* Paykull, *Platysoma parallelum* Say) (AUKEMA e RAFFA, 2000; 2004; ERBILGIN et al., 2007). Entre os dípteros podem ser citados *Medetera aldrichi*, *Medetera bistriata* Wheeler (Dolichopodidae), *Lonchaea furnissi* McAlpine (Lonchaeidae) e *Laphria gilva* L. (Asilidae) (JOHNSEY et al., 1965; DONALDSON e SEYBOLD., 1998; ERBILGIN et al., 2007). Na ordem Hemiptera há também predadores, onde se destaca *Scoloposcelis mississippiensis* (Anthocoridae), entre outros.

Muitas espécies de parasitóides estão associadas a Scolytinae. Entre elas pode-se citar *Roptrocerus xylophagorum* Ratzeburg (SULLIVAN et al., 2000), *Heydenia unica* Cook & Davis, *Cecidostiba dendroctoni* Ashmead, *Dendrosoter sulcatus* Musebeck, *Coeloides pissodis* Ashmead, *Eurytoma* spp., *Rhopalicus* spp., *Spathius pallidus* Ashmead (BERISFORD, 1980) e *Dinotiscus dendroctoni* (SALOM et al., 1991). *Phymastichus coffea* La Salle, *Cephalonomia stephanoderis* Betrem e *Prorops nasuta* Waterston são utilizados no controle de *Hypothenemus hampei* Ferrari (PARDEY, 2007).

Além dos insetos há grande quantidade de ácaros que dificultam o vôo do besouro. Entre os nematóides pode-se citar *Contortylenghus* sp. e *C. brevicomi* (BERISFORD, 1980).

Os fungos entomopatogênicos como *Paecilomyces viridis*, *Metarrhizium anisophilae* Metsch e *Beauvaria bassiana* (Balsamo0, em laboratório contaminaram 50% de larvas de *D. frontalis* (PAYNE, 1980). No controle de *H. hampei*, os resultados da aplicação de *B. bassiana* em campo são variáveis,

sendo influenciados por condições climáticas, e de cultivo, chegando aos níveis de 20 a 75% de sucesso (PARDEY, 2007). Em *D. ponderosae*, *B. bassiana* demonstrou efetividade de controle quando aplicado em uma única árvore (WHITNEY et al., 1978).

Vertebrados insetívoros como pica-paus, anfíbios, répteis e mamíferos, especialmente roedores como ratos, toupeiras e esquilos, se alimentam das larvas quando a casca da árvore se desprende (LEUSCHNER, 1980; WOOD, 1982).

2.2.2.j. Monitoramento

Monitoramento é um conjunto de informações obtidas para se diagnosticar o índice populacional de insetos, ou as tendências dessa população. Na maioria dos programas de manejo de insetos praga, um adequado sistema de monitoramento é fundamental para se estabelecer os melhores métodos de controle (MILLIGAN et al. 1988).

No controle de Scolytinae o sistema de monitoramento é aplicável a situações de manejo distintas (WULDER et al., 2005; WULDER et al., 2006 a), podendo ser realizada através de sensores de imagens via satélite e vistorias aéreas, juntamente com vistorias terrestres (WOOD, 1982, MILLIGAN et al., 1988).

Nos Estados Unidos e Canadá, para satisfazer todos os requisitos de um inventário florestal, existe uma hierarquia de informações que envolvem diferentes fontes de dados, em diferentes subníveis dos surtos (WULDER et al., 2006 a; WULDER et al., 2006 b). O governo federal, estadual e algumas províncias usam técnicas via satélite, que lhes permitem detectar os ataques dos pinheiros em larga escala, informando a saúde da floresta em geral, para que depois possam ajustar os planos de uso da terra e de interesse ecológico (WULDER et al., 2006 a). Alguns grandes proprietários também usam essa técnica, e conseguem detectar, através de curvas espectrais, as diferentes cores das folhagens dos pinheiros atacadas por besouros da casca. Em geral, a fase de ataque verde não é operacionalmente detectada, mas as fases de

ataque cinza, e principalmente vermelho, podem ser detectadas por uma ampla gama de técnicas de pesquisas aéreas (SKAKUN, 2003; COOPS et al., 2006; WULDER et al., 2006 a; ROBERTS et al., 2003). Depois essas imagens vão para uma unidade específica que faz o mapeamento do processo, traduzindo de forma cartográfica o número de árvores afetadas (ROBERTS et al., 2003; MURTHA, 2003; WULDER et al., 2006 a). Apesar da velocidade e eficiência de dados com que pode ser concluída, a técnica de imagem via satélite tem alto custo, e sofre problemas com as condições físicas do local, tais como ângulo do sol, cobertura de nuvens e periodicidade orbital, e às vezes a resolução espacial fica inadequada quando comparadas com fotografias digitais (ROBERTS et al., 2003).

As vistorias aéreas abordadas a partir de aeronaves de asa fixa ou rotativa são recomendadas como técnicas para o levantamento em nível de paisagem regional e local para detectar o ataque vermelho e a diferença entre elas estão no tamanho da escala a ser usada. Apesar de possuir alto custo, essa técnica requer menor tempo e esforço, acelerando a eficiência através de registros permanentes que podem ser revistos mais tarde (WULDER et al., 2006 b; XI et al., 2010). Esse método inclui mapeamento aéreo feito através de filmagem fotográfica com vários tipos lentes. A boa visibilidade também tem importância primordial, sendo recomendados dias claros e ensolarados, pois aglomerados de árvores infestadas podem ser perdidos nas sombras (WOOD, 1982; WULDER et al., 2006 b).

Para aumentar a precisão do local dos ataques aos gestores florestais, os dados obtidos por vistorias aéreas são integrados com inventários florestais existentes em um Sistema de Informação Geográfica (GIS) que destacam as estradas, corpos d'água e outros marcos (WULDER et al., 2006 a).

Para detectar áreas menores e mais detalhadas, é usado um helicóptero com um Sistema de Posicionamento Global (GPS). Durante o levantamento, geralmente duas pessoas são utilizadas para observação, e depois os mapas esquemáticos são comparados. Uma terceira registra e grava as coordenadas no GPS. A precisão de tais registros vai depender da experiência do agrimensor, ângulo de visão, altura da aeronave e sombreamento. As

informações coletadas são utilizadas principalmente para acelerar a implantação de equipes de campo para encontrar ataque cinza (WULDER et al., 2006a). A desvantagem é o alto custo, principalmente quando se trata de grandes áreas, e a omissão de alguns dados que pode ocorrer se a cobertura da pesquisa helicóptero-GPS não for sistemática em todas as áreas de florestas (WULDER et al., 2006 a).

Após interpretação, a fase onde se encontra o ataque é comparada com as do ano anterior, e assim pode-se fazer uma estimativa de ataques para o ano seguinte (HÉLIE et al., 2006).

Nessa hierarquia de dados, cada fonte oferece um nível diferente de detalhes sobre a localização e extensão dos ataques, mas a detecção precisa do inseto deverá ser preenchida com as equipes de campo (WULDER et al, 2006 a).

Nas pesquisas de campo a alternativa de monitoramento amplamente empregada para o controle de pragas, é o uso de armadilhas com iscas (FLECHTMANN et al., 2000). Para obter maior eficiência nesse tipo de monitoramento é importante saber o tipo de armadilha e atrativo a ser empregado, a espécie de Scolytinae a ser capturado, o número de armadilhas por unidade de área, a distância entre elas e a frequência das coletas (FLECHTMANN et al., 1995).

Existem dois tipos de armadilhas (FLECHTMANN et al., 1995):

- a) de vôo: são aquelas que permitem a captura de insetos quando este ainda está em vôo;
- b) de pouso: quando há necessidade de este pousar nesta, para somente depois ser capturado.

Os principais tipos de armadilhas de intercepção de vôo são a armadilha canadense multi-funil (Lindgren), a alemã “slot” (Theyson) e a brasileira ESALQ-84 (BERTI FILHO e FLECHTMANN, 1986) e modificações dela. Essas armadilhas são de impacto, e apresentam uma silhueta vertical, preferida por grande número de coleópteros (BYERS e LÖFQVIST, 1989; BYERS, 1995). Os besouros são atraídos pela isca, depois caem passivamente no recipiente coletor (NIEMEYER, 1985; McLEAN et al., 1987).

O modelo escandinavo “drainpipe” é a combinação de uma armadilha de impacto e uma armadilha de pouso; onde os besouros entram através de um dos furos de um tubo, depois deslizam por um funil, e ficam presos no frasco coletor (BAKKE et al., 1983, BYERS 1992).

No Brasil, quando comparadas às armadilhas acima citadas, em plantações de eucalipto (*Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden), a armadilha ESALQ-84 mostrou-se mais eficiente na captura de *Hypothenemus eruditus* Westwood e *Hypothenemus obscurus* (F.); a armadilha multi-funil foi mais eficiente na captura de *Cryptocarenus diadematus* Eggers, e a “slot” capturou mais *P. Cavipennis*, *X. affinis* e *X. ferrugineus*, enquanto a armadilha “drainpipe” foi a menos eficaz. Quando corrigidos para o número de besouros capturados por superfície de armadilha, as capturas foram significativamente maiores na armadilha ESALQ-84 para a maioria das espécies analisadas, provavelmente devido à sua menor área de superfície (FLECHTMANN et al., 2000).

Os componentes usados como iscas variam de acordo com a espécie de Scolytinae, podendo ser usado o etanol, terpenos, feromônios ou mistura destes compostos. Aparentemente besouros capazes de atacar árvores saudáveis são mais atraídos por feromônios do que por cairomônios do anfitrião (BYERS et al., 1989a; BYERS, 1995).

O etanol, provavelmente, liberado pela ação de microrganismos em tecido lenhoso em decomposição, e por processos de fermentação alcoólica em plantas sob estresse hídrico (KELSEY, 1994), é um cairomônio atraente para uma ampla variedade de espécies de besouros da casca e da ambrosia (MOECK, 1970; SAMANIEGO E GARA, 1970; MONTGOMERY e WARGO 1983; PHILLIPS et al., 1988; CHÉNIER e PHILOGÈNE, 1989 a; BYERS, 1992; COSTELLO et al., 2008).

Em florestas brasileiras o processo de monitoramento tem sido conduzido tradicionalmente com iscas de etanol (FLECHTMANN et al., 1995). Entretanto, há indicações de que outros modelos de armadilhas, combinados com cairomônios dos pinheiros hospedeiros, tanto sozinhos como em

combinação com etanol são mais eficientes na captura de certas espécies de Scolytinae (FLECHTMANN et al., 1999; FLECHTMANN, 2000).

Resultados baseados em respostas de besouros da ambrosia a voláteis de pinheiros e etanol permitiram classificar Scolytinae em três grupos: 1) espécies atraídas apenas pelo etanol, e não respondem a terpenos: *Ambrosiodmus hagedorni*, *A. retusus*, *Xyleborus spinulosus* (Xyleborini), *Corthylus schaufussi*, *Cryptocarenus heveae* e *Hypothenemus obscurus* (Cryphalini); (2) espécies que são mais atraídas pelo etanol, mas também respondem aos terpenos de pinheiros (*Xyleborinus gracilis*, *Xyleborus affinis*, e talvez *Premnobiuss cavipennis* (Xyleborini) e *Hypothenemus eruditus* (Cryphalini); (3) espécies mais atraídas por terpenos de pinheiros e com menor resposta ao etanol (*Ambrosiodmus obliquus*, *Xyleborus ferrugineus* e *Xyleborus catulus* (Xyleborini), (FLECHTMANN et al., 1999; FLECHTMANN, 2000).

A resposta dos besouros de ambrosia nativos aos voláteis dos pinheiros mostram que essas espécies estão se adaptando aos pinheiros exóticos (FLECHTMANN et al., 1999; FLECHTMANN et al, 2000).

No sul da Flórida, iscas comerciais contendo óleos essenciais de manuka, *Leptospermum scoparium* Forst. & Forst, e *Phoebe porosa* Mez., e outros cairomônios extraídos da lichia (*Litchi chinensis*), como sesquiterpeno α-copaeno, tem sido relatadas como atrativo para controlar o besouro da ambrosia *Xyleborus glabratus*, Eichhoff (KENDRA et al., 2011 b; 2011 c). No Canadá são usadas iscas de etanol com monoterpenos de coníferas na captura de *T. lineatum* e *G. retusus* (CHÉNIER e PHILOGÈNE, 1989 b).

Existe uma relação entre a taxa de liberação de etanol e a resposta dos besouros da ambrosia; onde a mudança dessa taxa pode afetar o comportamento do besouro (SAMANIEGO e GARA, 1970). As maiores taxas de liberação de etanol promovem capturas mais elevadas de besouros (GALLEGOS et al., 2008; RANGER et al., 2011; JOSEPH et al., 2001). Essa taxa de liberação, pode estar associada às condições climáticas e ambientais, ou ao tipo de armadilha empregado (FLECHTMANN et al., 1995).

Experimentos realizados com a armadilha “drainpipe” mostraram que, apesar da temperatura em seu interior ser superior à temperatura do ar,

levando a um aumento na taxa de liberação do semioquímico, o seu design não facilitou uma difusão do etanol para o ambiente (BAKKE et al. 1983; FLECHTMANN et al., 1995). Quando o semioquímico fica mais exposto ao ambiente, ele pode ser favorecido pela ação dos ventos, o que pode ter ocorrido com a armadilha ESALQ-84 e a armadilha de multi-funil. Assim, a difusão do etanol para o ambiente influencia na quantidade de armadilhas por área a ser utilizada (FLECHTMANN et al., 2000), sendo necessário emprego de maior número de armadilhas em áreas extensas (HOSKING e KNIGHT, 1975).

Os Scolytinae se concentram em focos, sendo sua distribuição dentro de uma floresta muito irregular. Deste modo, uma simples árvore ou tora pode ser responsável pela captura de muitos besouros, influenciando enormemente no cálculo da quantidade de indivíduos e espécies prevalecentes numa determinada área (HOSKING e KNIGHT, 1975). As armadilhas colocadas nas margens das clareiras também revelaram uma quantidade maior de besouros do que as colocadas dentro da floresta (DODDS et al., 2010).

Experiências de campo em áreas de pinheiros revelaram que armadilhas de cores contrastantes como a branca e amarela atuam como repelentes. As armadilhas transparentes, verdes, pretas e marrons indicaram maximização na captura desses insetos iscados com etanol (FLECHTMANN et al., 1997a).

Há também uma correlação entre a altura preferencial de vôo de cada espécie e a altura do ataque no seu material hospedeiro (BYERS et al., 1989b; HOSKING e KNIGHT, 1975). As espécies que voam próximo ao solo costumam atacar toras e galhos caídos, enquanto que espécies que voam mais distantes do solo atacam troncos e galhos na altura em que voam, e são consideradas as espécies com maior potencial para causar danos.

2.2.3. Bostrichidae

Compreende cerca de 90 gêneros e 700 espécies de distribuição mundial, mas são encontrados principalmente em áreas tropicais e áridas

(COSTA et al., 1988; BOOTH et al., 1990), divididas em três subfamílias: Dysidinae, Dinoderinae e Bostrichinae (LIMA, 1953). No Brasil ocorrem 15 gêneros e 34 espécies aproximadamente (COSTA et al., 1988).

Os Bostrichidae têm o corpo cilíndrico e alongado, tegumento fortemente esclerosado; cabeça hipognata, formando um capuz, truncado e levemente achatados na parte posterior (LIMA, 1953). Protórax globoso, e abdome de cinco segmentos. Quase todas as espécies são de cor negra, parda ou acinzentada mais ou menos escura, algumas com pubescências avermelhadas na parte inferior do corpo (LIMA, 1953; BORROR e DeLONG, 1969; GUÈRIN, 1953; BOOTH et al., 1990; HILL, 1997) podendo ter de 2 mm a 3 cm de comprimento (LIMA, 1953; BOOTH et al., 1990). Diferem-se dos escolitídeos pelos tarsos, tíbias e antenas que apresentam: o primeiro tarsômero é muito pequeno, e não o quarto como nos escolitídeos; as tíbias são de aspecto normal com esporão terminal, às vezes dilatando-se para a parte distal, e não possui os dentes, apenas uma sutura gular; as antenas apresentam os três ou quatro últimos segmentos bem destacados uns dos outros e quase sempre assimétricos (LIMA, 1953). As mandíbulas são pequenas e fortes, com labrum distintos e palpos simples (BOOTH et al., 1990.).

As larvas são brancas, do tipo curculioniforme, com filas de pequenos espinhos dorsalmente (KOEHLER, 2003). A cabeça é quase sempre prognata e profundamente retraída no protórax. O labro é às vezes muito grande (COSTA et al., 1988). As larvas são xilófagas e alimentam-se do alburno de plantas de madeira dura e seca, ou de plantas pouco saudáveis. Infestam madeira cortada há algum tempo ou recentemente cortadas (HILL, 1997). Eventualmente broqueiam galhos e troncos de plantas vivas (FONSECA, 1934; LIMA, 1936; LIMA, 1953; MENSCHOY, 1954; KALSHOVEN, 1963; BORROR e DeLONG, 1969; BAKER, 1972; BOOTH et al., 1990; BENTES-GAMA et al., 2008).

Muitas espécies são polífagas, sendo algumas, como *Rhizopertha dominica* (Fab.), pragas importantes de produtos armazenados, cereais, raízes e frutos secos, tubérculos dessecados e produtos manufaturados (LIMA, 1953; BOOTH et al., 1990; HILL, 1997; MARINONI et al., 2001). Em algumas

espécies os adultos cavam galerias através do revestimento do chumbo dos cabos telefônicos com cerca de 2 mm, acarretando umidade dentro do cabo e, consequentemente interrupção do serviço (LIMA, 1953; BORROR e DeLONG, 1969).

Entre as espécies de importância florestal destacam-se *Apate* spp., *Dinoderus* spp., *Bostrychopsis* spp. e *Xyloperthella* spp. (HILL, 1997).

Entre os Bostrichidae brasileiros, as espécies mais frequentes são *Xylopsocus capucinus* (Fab.), *Micrapate brasiliensis* (Lesne), *Dolichobostrius gracilis* (Lesne), *Bostrychopsis uncinata* (Germar), *Xyloperthella picea* (Olivier), *Dinoderus minutus* Fabr. *Apate terebrans* (Pallas) (LIMA, 1953; BORROR et al., 1969; CARVALHO, 1984; COSTA e LINK, 1988; FLECHTMANN et al., 1996; FLECHTMANN et al., 1997c; DORVAL et al., 2001).

Xylopsocus capucinus é um besouro cosmopolita, preferencialmente tropical, e já foi encontrado no Sul da Ásia, América do Sul, costa leste e oeste da África, Índia, Sri Lanka, China, Indonésia, Filipinas e toda Malásia, e interceptado nos Estados Unidos (Flórida) (FISHER, 1950; WOODRUFF et al., 2000; SITTICHAYA et al., 2009). Foi registrado atacando uma gama bastante variada de hospedeiros (MILLER, 1934; LIMA, 1956; SILVA et al., 1968; BINDA e JOLY, 1991; GALLO et al., 2002). A maioria dos danos parece ser causado à madeira ou plantas já danificadas por raio, frio, ferimento de outros insetos ou em plantas secas (SILVA et al., 1968; WOODRUFF et al., 2000). Entretanto, pode se constituir em praga na cultura da videira (*Vitis* sp.) (LIMA, 1936; LIMA, 1953), mangueira (*Mangifera indica* L.), diversas espécies de bambu (*Bambusa* spp.) e tamarindo (*Tamarindus indica* L.), (MILLER, 1934; FISHER, 1950). Na Malásia, foi registrada atacando seringueira (*Hevea brasiliensis* Willd. ex A. Juss Muell. Arg.) (SITTICHAYA et al., 2009), pequi (*Caryocar villosum* Pers.), goiaba (*Psidium guajava* L.), *Casuarina* sp. e canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) (MILLER, 1934).

A espécie *M. brasiliensis* é encontrada nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, e no estado da Bahia (FISHER, 1950; SILVA et al., 1968). Juntamente com *B. uncinata*, foi registrada atacando abacateiro (*Persea americana* L.),

mangueira, ameixeira (*Prunus domestica*) e goiabeira (LIMA, 1936; LIMA, 1953; SILVA et al., 1968).

De origem africana, *X. picea* foi encontrada em Madagascar, Palestina, Península Ibérica, Israel e Turquia. Foi descrita atacando o eucalipto (*Eucalyptus* spp.), bambu e diversas espécies de *Acacia* spp. (LA PUEBLA et al., 2007), abacateiro e angico (*Parapiptadenia rigida* Benth) (SILVA et al., 1968). No Brasil, foi relatada broqueando árvores de eucalipto com 15 anos de idade, no estado de São Paulo (BERTI FILHO, 1981).

Espécie cosmopolita, provavelmente de origem oriental, *D. minutus* Fab. apresenta ampla distribuição nas regiões tropicais e subtropicais (SITTICHAYA et al., 2009). No Brasil foi observada nos estados do Amazonas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Pará, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo (FISHER, 1950; SILVA et al., 1968). São polífagas, e preferencialmente atacam diversas espécies de bambu (*Bambusa* spp.) (LIMA, 1936; FISHER, 1950; LIMA, 1953; GARCIA e MORRELL, 2009), raízes de timbó (SILVA et al., 1968). Na Venezuela foi registrada atacando trigo, milho, arroz e cacau (BLINDA e JOLY, 1991). Os principais pontos de entrada dos adultos são nos fins de corte dos colmos, mas também podem ganhar acesso através dos ramos laterais, corte nodais, e feridas na casca. Além dos danos diretos por perfuração, as larvas se alimentam dentro do colmo (GARCIA e MORRELL, 2009).

Apate terebrans perfura caule verde de sapucaia vermelha (*Lecythis pisonis* Camb.) (SILVA et al., 1968), jacarandá (*Jacaranda mimosifolia* D. Don), banana (*Musa* spp.), cinamomo (*Cinnamomum* spp.) (LIMA, 1936), abacateiro (*P. americana*), cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) (BORROR e DeLONG, 1969) e árvores de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) (SOUZA et al., 2009).

No final de 2001, adultos de *Sinoxylon conigerum* Gerstäcker foram observados atacando toras e madeira recém cortadas de teca, *Tectona grandis*, mangueira (*Mangifera indica*) e gonçaleiro (*Astronium fraxinifolium* Schott) no município de Várzea Grande, estado de Mato Grosso (TEIXEIRA et al., 2002; PERES FILHO et al., 2006). Esses bostriquídeos, comuns na Índia, são encontrados em países tropicais como no leste da África, Madagascar, Sri

Lanka, Java, Filipinas, Havaí e Venezuela (FISHER, 1950). O estabelecimento dessa espécie no Brasil, onde há muitas de suas plantas hospedeiras, pode torná-la praga importante, ocasionando danos econômicos em madeira de árvores frutíferas, ornamentais e industriais, como seringueiras, jacarandás e cajueiro (TEIXEIRA et al., 2002).

O comércio internacional vem facilitando a disseminação desses insetos. Nos Estados Unidos, entre 1985 e 2005 foram interceptados através de material de embalagem de madeira 16 gêneros de Bostrichidae, sendo 11 da América do Sul. Entre eles os gêneros *Dexicrates*, *Sinoxylon*, *Prostephanus* e *Micrapate*, alguns vindos do Brasil (HAACK, 2006).

Os Bostrichidae atualmente não se constituem em problema de ordem econômica em reflorestamentos no Brasil (FLECHTMANN et al., 1996). Em plantios de *Eucalyptus urophylla* Blake, onde foram utilizadas armadilhas iscadas com etanol, Bostrichidae foi a terceira família dentro da ordem Coleoptera com maior número de espécies capturadas. Acredita-se que com a gradual diminuição das áreas de vegetação nativa, local preferencial de desenvolvimento desses besouros, talvez esses acabem por se adaptarem em outras plantas podendo se constituir pragas (CARVALHO, 1984).

3. OBJETIVOS

O estudo visa contribuir para o conhecimento de coleobrocas das famílias Curculionidae Scolytinae e Bostrichidae associadas à cultura do cipó mariri, *Banisteriopsis caapi*, para identificar possíveis espécies potencialmente pragas, e conhecer a dinâmica populacional destas ao longo do tempo.

Especificamente foram tratados os seguintes aspectos:

- Analisar na região de Campinas/SP quais são as espécies pragas potenciais, em Scolytinae e Bostrichidae, associadas ao cipó mariri, através de captura por meio de armadilhas ESALQ-84 iscadas com etanol.
- Estabelecer a dinâmica populacional das espécies de Scolytinae e Bostrichidae ocorrentes em área de cultivo de cipó mariri em Campinas/SP, através de coletas semanais, por um ano.
- Verificar as variedades do cipó mariri, bem como o diâmetro e idade, e altura acima do solo, mais susceptíveis ao ataque de pragas.
- Correlacionar a variação populacional com fatores climáticos.
- Comparar a influência dos diferentes setores do plantio na densidade de ataques.
- Realizar uma pesquisa nacional de possíveis besouros associados com plantações do cipó *B.caapi*.

4. MATERIAL E METODOS

4.1. Área do Estudo

A área experimental pertence ao Núcleo Lupunamanta do Centro Espírita Beneficente União do Vegetal, e está localizada na Rua Mestre Gabriel da Costa, s/n, bairro Monte Belo, Campinas-SP, região de Área de Preservação Ambiental (Figura 3). A área é composta por quatro setores, sendo os setores 1 e 2 áreas totalmente reflorestadas, e os setores 3 e 4 fragmentos florestais. Havia estimados 181 cipós tucunacá e 177 cipós caupuri sendo cultivados, sendo computados somente aqueles com altura superior a 6 m. As plantas com menos de 6m não foram avaliadas por estas não apresentarem nenhum sintoma de ataque. A maioria das plantas pioneiras foram trazidas originalmente do estado de Rondônia, enquanto uma pequena parte veio do Acre, Amazonas e Pará, áreas estas onde o cipó é naturalmente distribuído.

A altitude média do local é de 680 m acima do mar, e os setores se encontravam nas seguintes coordenadas geográficas:

Setor 1 - 22°45'51.06"S 46°58'50.57" W

Setor 2 - 22°45'49.19"S 46°58'53.15" W

Setor 3 - 22°46'02.10"S 46°58'43.66" W

Setor 4 - 22°46'00.46"S 46°58'40.38" W



Figura 3 - Localização dos quatro setores no Centro Espírita Beneficente União do Vegetal em Campinas/SP. Foto: Google Maps.

A região é classificada como Cfa, clima subtropical úmido, caracterizado como temperado quente e completamente úmido, sem estação seca (KOTTEK et al., 2006). A vegetação original era de cerrado fisionomia cerradão (LECOQ-MÜLLER, 1947, SETZER 1942). A temperatura média anual é de 21,4°C, com a máxima da média em 24°C e a mínima de 18°C, e a precipitação anual em torno de 1370 mm (CEPAGRI, 2011)⁹.

⁹ Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura- instalada na Faculdade de Engenharia Agrícola - FEAGRI/UNICAMP – Campinas/SP.

Depois de queimadas e uso extrativista intenso no passado, com o cultivo de café seguido de pastagens, desde 1981 a área vem sendo recuperada através de processos de regeneração da vegetação, e hoje se apresenta em fases distintas de conservação e sucessão.

Em 1981, nos setores 1 e 2 haviam apenas capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Nees)), capim-sapé (*Imperata brasiliensis*), capim barba-de-bode (*Cyperus compressus*), capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.), capim assa-peixe (*Vernonia polyanthes* Less) e alecrim do campo (*Baccharis dracunculifolia*) (Figuras 3 e 4). Atualmente, nesses setores fica a área mais antropizada, com os edifícios de habitação, lazer, estacionamentos, jardins, pomar e galinheiros. Já nos setores 3 e 4 (Figura 3) havia um fragmento de mata ciliar, com árvores nativas ao redor de um pequeno córrego, onde foram plantados 100 pés de mariri. Esses primeiros pés plantados dentro dessa mata nativa não se desenvolveram devido à pouca luminosidade da área. Em 1983/84 começou a ser feito um reflorestamento em uma área mais alta do terreno, formando duas trilhas, uma de cada lado do córrego, que serviam de clareiras. Na década de 90 os cipós começaram a ser plantados nessa área (PEREIRA, R.)¹⁰.

¹⁰ PEREIRA, R. Produtor e consultor agrícola, presidente do Núcleo da UDV onde se realizou o experimento. Foi o primeiro responsável pelo plantio de mariri em Campinas, e atualmente é vice-coordenador do plantio regional. Comunicação pessoal, 2010.

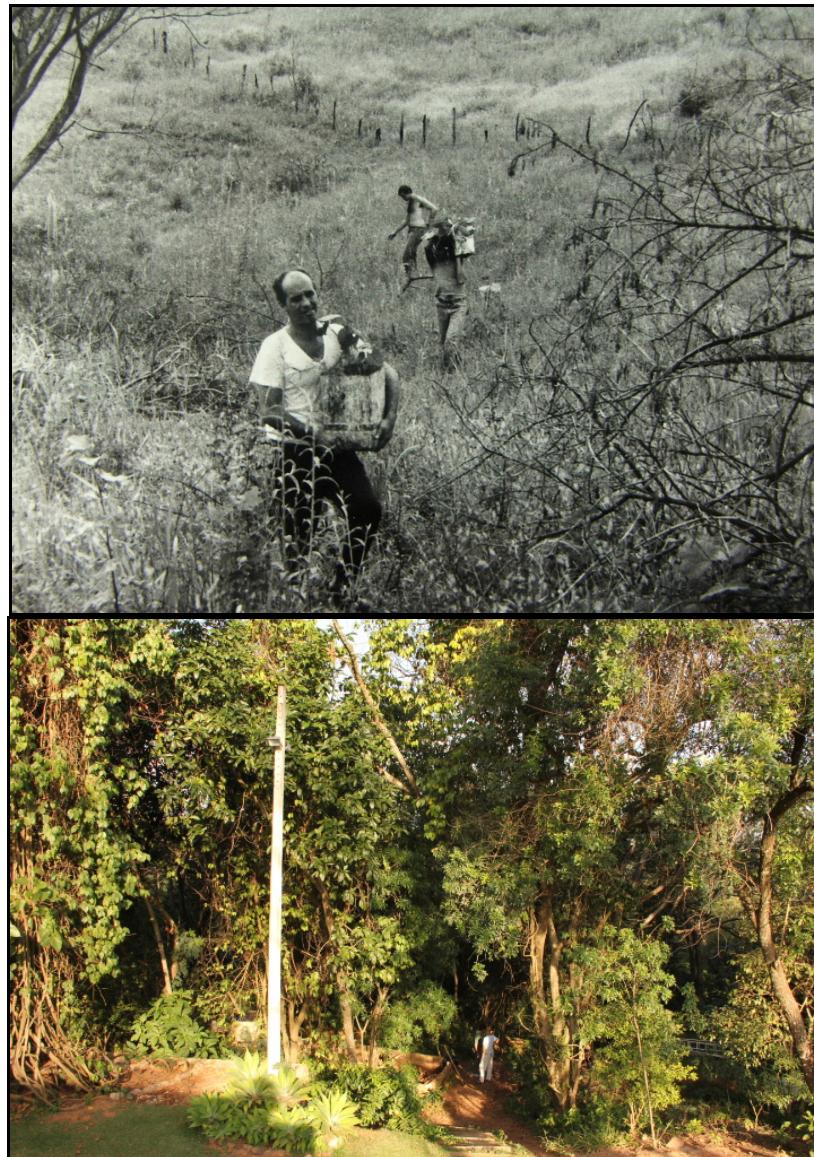


Figura 4 - A) Setor 1 no Centro Espírita Beneficente União do Vegetal em Campinas/SP, em 1982 - Foto do Departamento de Memória e Documentação do Núcleo. B) Mesmo setor em 2010. Foto: Maria Fernanda.

* **Setor 1** (Figuras 4 e 5) – A área possui 0,8 ha, e nela estão plantados 131 cipós com mais de 6 metros de altura, sendo 61 pés da variedade tucunacá e 70 da variedade caupuri. Eles estão distribuídos sobre terraços, por ser esta área bastante acidentada. Esse setor é composto por árvores como

figueiras (*Ficus* sp.), paineiras (*Ceiba speciosa* St. Hil/Ravenna), mangueiras (*Mangifera indica* L.), pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), jabuticabeiras (*Myrciaria jaboticaba* Vell.Berg), aroeiras salsa (*Schinus molle* L.) e aroeiras pimenteira (*Schinus terebenthifolius*), cajueiros (*Anacardium occidentale* L.), mamoeiros (*Carica papaya* L.), muricis (*Byrsonima basiloba* A.Juss), jatobás (*Hymenaea coubaril* L.), árvores breu (*Protium heptaphyllum* Aubl), leucenas (*Leucaena leucocephala* Lam. De Wit), eucaliptos (*Eucalyptus* spp.), limoeiros (*Citrus aurantifolia* (Christm.)), acárias chuva-de-ouro (*Cassia fistula* L.), calaburas (*Muntingia calabura* L.), paus-formiga (*Triplaris brasiliiana* Cham.), paus-jacaré (*Piptadenia gonoacantha* Mart./Macbr), entre outras não identificadas.

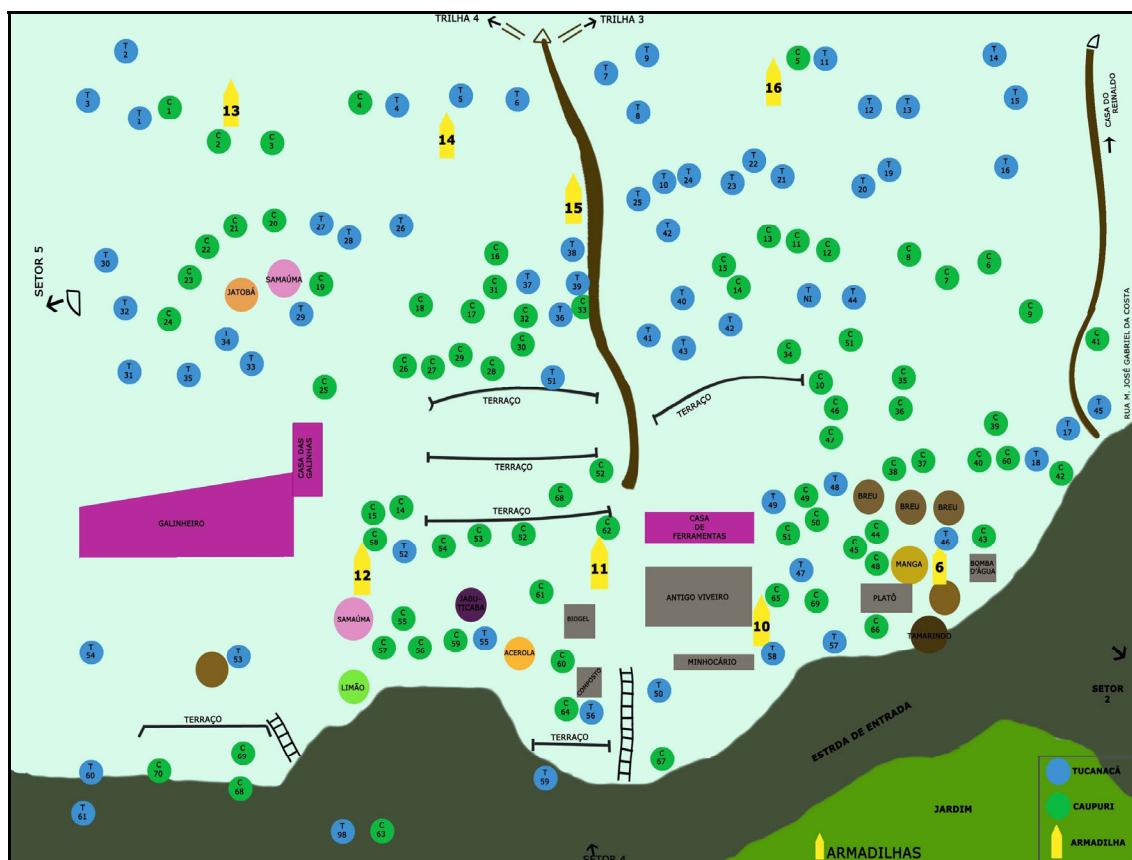


Figura 5 - Setor 1 com a localização dos pés de mariri, no Centro Espírita Beneficente União do Vegetal em Campinas/SP, onde o verde representa os pés de mariri da variedade caupuri e o azul representa a variedade tucunacá. O amarelo mostra o posicionamento e o número das armadilhas.

* **Setor 2** (Figura 6) – A área possui aproximadamente 0,7 ha, onde estão 55 cipós com altura superior a 6 m, sendo 37 cipós da variedade tucunacá e 18 da variedade caupuri. As árvores que compõem o setor são embaúbas (*Cecropia pachystachya* Trec.), acerolas (*Malpighia glabra* L.), amoreiras (*Morus nigra* L.), cambuís (*Myrciaria tenella* DC.), pinheiros (*Pinus radiata* D. Don.), paineiras bombax (*Bombax ceiba* L.), sibipirunas (*Caesalpinia peltophoroides* Benth.), goiabeiras (*Psidium guajava* L.), flamboiãs (*Delonix regia* (Boj. ex Hook)), paus-mulatos (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.)), chapéus-de-sol (*Terminalia cattapa* L.), limoeiros cravo (*Citrus limoni* Osbeck), pessegueiros (*Prunus persica* L.), guapuruvus (*Schizolobium parahyba* Vell.), jenipapos (*Genipa americana* L.) e paus-formiga (*Triplaris brasiliiana* Cham.). Algumas árvores nativas não identificadas também servem de suporte para o cipó. Há ainda alguns arbustos ornamentais como odontonema (*Odontonema strictum* (Nees)), caliandra (*Calliandra tweedii* Benth), hibisco colibri (*Malvaviscus arboreus* Cav.), grevílea-anã (*Grevillea banksii*), heliconia (*Heliconia* sp.), assa-peixe (*Vernonia polyanthes* Less), margaridão do campo (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.)), além de uma concentração do arbusto chacrona (*Psychotria viridis* Ruiz&Pav.), planta esta também usada no preparo do chá hoasca. Estão plantadas no alambrado que separa o terreno da rua trepadeiras como o maracujá (*Passiflora edulis* Sims), amor-agarrado (*Antigonon leptopus*) e ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill).

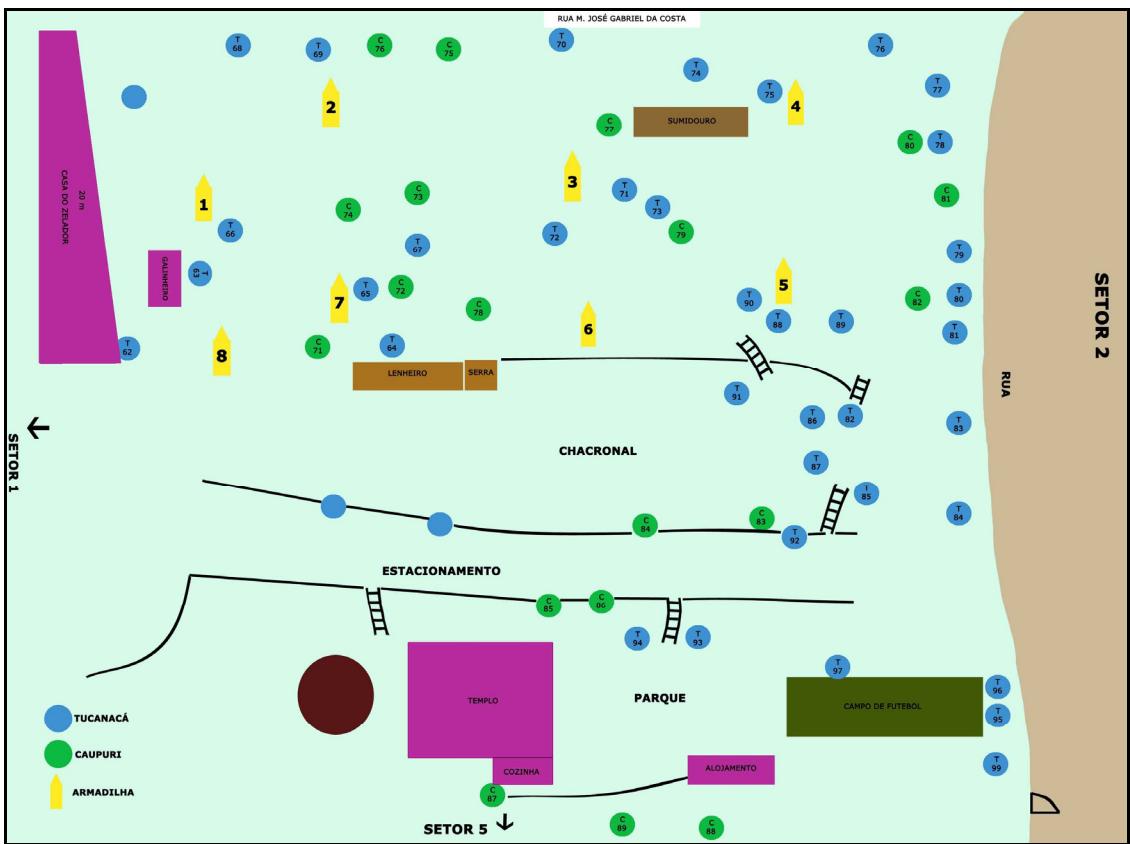


Figura 6 - Setor 2 com a localização dos pés de mariri, no Centro Espírita Beneficente União do Vegetal em Campinas/SP, onde o verde representa os pés de mariri da variedade caupuri e o azul representa a variedade tucunacá. O amarelo mostra o posicionamento e o número das armadilhas.

* **Setores 3 e 4** – O setor 3 (Figura 7) possui 4 ha, com 102 cipós plantados, sendo 46 da variedade tucunacá e 61 da variedade caupuri; enquanto que o setor 4 (Figura 8) possui 2,5 ha e possui 80 pés, sendo 37 tucunacás e 28 caupuris, com altura superior a 6 m. Ambos os setores apresentam menor antropização. Ao centro, existe uma baixada, com pequenas nascentes que formam um córrego sem nome, cuja vegetação é de mata ciliar, e ocupa 40% da área total dos setores. Nessa área houve uma regeneração natural de algumas árvores como ipês amarelos (*Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb), apuis (*Ficus* sp.), paineiras (*Ceiba speciosa* St.-Hil.), cambarás (*Gochnatia polymorpha* (Less.)), paus-jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.)), embaúbas (*Cecropia pachystachya* Trec.), paus-viola (*Cytharexylum myrianthum* Cham.), e o arbusto assa-peixe (*Vernonia*

polyanthes Less.). Também foram introduzidas leucenas (*Leucaena leucocephala* Lam. De Wit), palmeiras reais (*Roystonea oleracea* (Jacq.)), palmeiras jerivá (*Syagrus romanzoffiana* (Cham.)) paus-formiga (*Triplaris brasiliiana* Cham.), imburanas de cheiro (*Amburana cearensis* (Allemão)), alecrim-de-campinas (*Holocalyx balansae* Micheli), cedro rosa (*Cedrela fissilis* Vell.), e algumas frutíferas que servem de alimentação aos pássaros, e de suporte ao cipó, que ainda não foram identificadas.

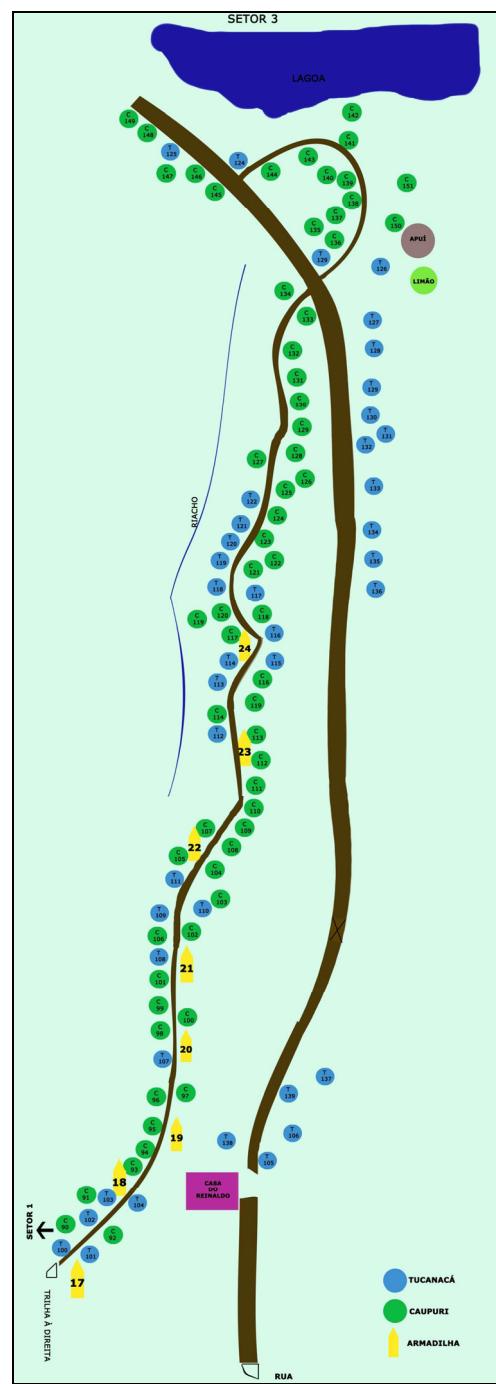


Figura 7 - Setor 3 com a localização dos pés de mariri, no Centro Espírita Beneficente União do Vegetal em Campinas/SP, onde o verde representa os pés de mariri da variedade caupuri e o azul representa a variedade tucunacá. O amarelo mostra o posicionamento e o número das armadilhas no setor.

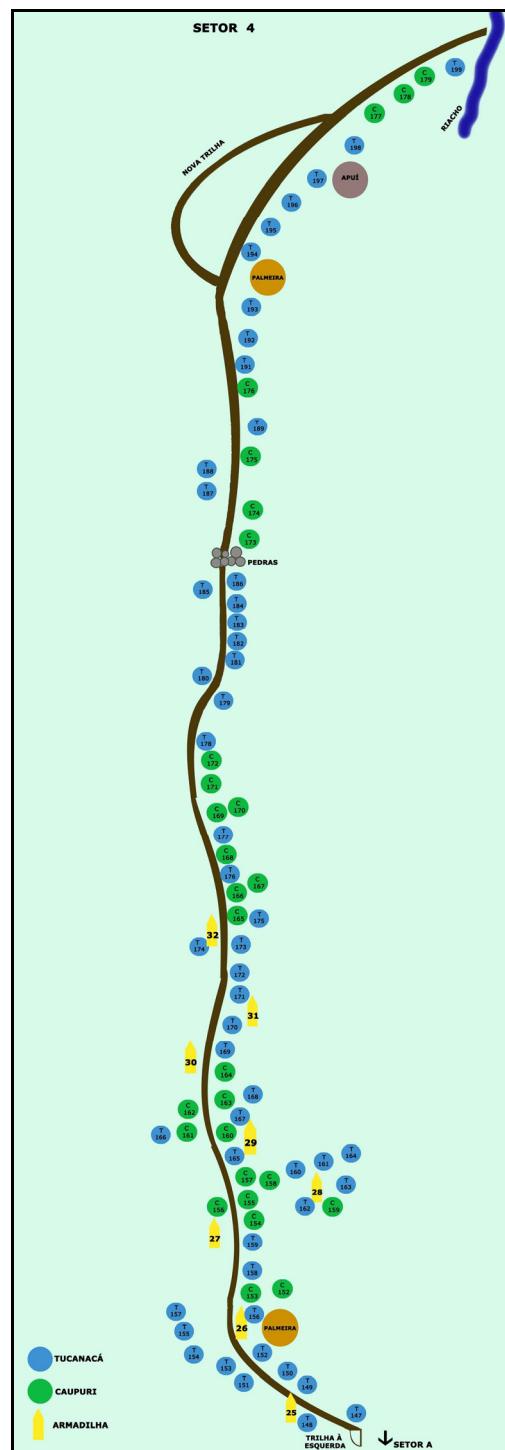


Figura 8 - Setor 4 com a localização dos pés de mariri, no Centro Espírita Beneficente União do Vegetal em Campinas/SP, onde o verde representa os pés de mariri da variedade caupuri e o azul representa a variedade tucunacá. O amarelo mostra o posicionamento e número das armadilhas no setor.

4.2. Dados das coletas dos insetos

A coleta de dados para levantamento e monitoramento da entomofauna de coleobrocas que atacam *B. caapi* foi feita com 32 armadilhas modelo ESALQ-84 (BERTI FILHO e FLECHTMANN, 1986) iscadas com etanol, dispostas aleatoriamente, em espaçamentos de pelo menos 10 m entre si e a 1,5 m de altura do solo, com 8 armadilhas em cada setor, sendo que nos setores 3 e 4 de fragmentos florestais o experimento ocupou apenas parte da área, onde a mata era menos fechada. (Figuras 9 e 10).



Figura 9 - Armadilha modelo ESALQ-84 iscada com etanol.



Figura 10 - A) armadilha modelo ESALQ-84. B) Isca de vidro com conta-gotas embutido na tampa, onde o etanol é exalado.

Nas armadilhas foram colocadas como isca etanol em concentração de 95%, renovada após cada coleta, que fica em um frasco plástico de 25 ml, dentro da armadilha. O etanol é liberado lentamente por capilaridade, através de um conta gotas (BERTI FILHO e FLECHTMANN, 1986) (Figura 10). Ao se chocarem com as aletas, os insetos caem e são conduzidos, através do funil, ao recipiente coletor, o qual contém solução de água com 10% de detergente líquido.

As coletas foram feitas semanalmente em campo, e passadas por uma primeira triagem, onde as coleobrocas foram colocadas em potes contendo álcool 70% e encaminhadas para o Laboratório de Entomologia da UNESP (Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita) no campus de Ilha Solteira/SP. No laboratório, os técnicos através de microscópio estereoscópico, compararam as amostras com a coleção de referência do Museu de Entomologia da FEIS/UNESP - MEFÉIS, identificando os insetos. Os espécimes *voucher* foram depositados no MEFÉIS.

A primeira coleta foi realizada em 12 de fevereiro de 2010 e finalizada em 18 de fevereiro de 2011, totalizando 55 coletas.

4.3. Dados do tamanho dos cipós segundo seus diâmetros

Como não há registro ao certo da idade dos cipós, e as condições ambientais influenciam em seu desenvolvimento, foram tiradas medidas de seu diâmetro a 1 m do solo, e de sua altura aproximada, classificando-se então os cipós em:

- * tamanho P (pequeno) - diâmetro entre 2 a 5 cm medidos a 1m do solo, e a planta com 6 a 10m de altura;
- * tamanho M (médio) – diâmetro entre 5 a 9 cm a 1 m do solo, e altura de 11 a 20 m;
- * tamanho G (grande) – diâmetro acima de 10 cm a 1 m do solo, e altura acima de 20 m.

Em julho de 2010 foram avaliados 280 pés de cipós, onde foram contadas a quantidade de furos de entrada de insetos, altura, variedade e condições das plantas atacadas. Cipós abaixo das medidas citadas foram desconsiderados.

Em junho de 2012, foi feita nova análise de todos os cipós anteriormente amostrados, mas desta vez foram medidos o diâmetro dos orifícios feitos pelos insetos, fazendo-se uma comparação/associação com o diâmetro dos besouros capturados nas armadilhas.

Em ambas as ocasiões (julho de 2010 e junho de 2012) foram analisadas as galerias dentro do caule do cipó com objetivo de se encontrar larvas e (ou) insetos causadores desse dano.

As hastes atacadas também foram sistematicamente dissecadas em inspeções mensais de janeiro de 2010 até janeiro de 2011. Durante o período do experimento, houve colheitas do cipó para o preparo do chá nos meses de janeiro, fevereiro, abril, agosto, outubro e novembro de 2010, e novamente em fevereiro de 2011. Essas colheitas foram acompanhadas e inspecionadas na procura de besouros.

4.4. Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos utilizados foram: temperaturas mínima, média e máxima da região, umidade relativa do ar e a pluviosidade do período das coletas, obtidas no CEPAGRI - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. Na estação meteorológica na Unicamp está instalada na Faculdade de Engenharia Agrícola – FEAGRI/UNICAMP - Cidade Universitária "Zeferino Vaz" - Campinas/SP, que fica a 9 km do experimento.

Uma vez que não há nenhuma distinção clara entre as quatro estações (FLECHTMANN et al., 1995), o ano ficou dividido em uma estação seca/fria (07 de maio de 2010 a 24 de setembro de 2010) e outra estação quente e chuvosa (semanas restantes).

4.5. Determinação da taxa de volatilização

A taxa de evaporação de etanol foi determinada gravimetricamente. Em cada setor foram usadas duas amostras, tendo como referência as armadilhas 4 e 7(setor 1), armadilhas 11 e 15 (setor 2), 19 e 22 (setor 3), e 25 e 29 (setor 4).

As amostras foram pesadas no dia 05/02/2010 às 14h25 e às 18h elas estavam sendo recolocadas no campo. Depois foram retiradas às 14h30 do dia 12/02/2010 e repesadas às 17h05, totalizando 170h40' de volatilização. A temperatura média nessa semana dada pelo CEPAGRI foi de 26,7°C.

A segunda pesagem foi feita no dia 01/07/2010. As amostras foram pesadas às 15h30, e recolocadas no campo às 17h. Estas foram retiradas do campo às 14h do dia 08/07/2010 e repesadas às 16h50, totalizando 169h20'. A temperatura média dada pelo CEPAGRI nessa semana foi de 18,9°C.

Isso foi feito no verão e no inverno, respectivamente, a fim de avaliar se havia uma diferença de volatilização devido à variação da temperatura do ar.

4.6. Contatos com plantios de outras regiões

A UDV é considerada o maior (OTT, 1994) e mais bem organizado movimento religioso sincrético responsável pelo cultivo de mariri no Brasil (McKENNA et al. 1998), e isso vale também para São Paulo. Assim, em março de 2010, contactou-se todos os "núcleos", na região de São Paulo, nas cidades de Arujá (1 Núcleo), Campinas (2), Jundiaí (1), Mogi das Cruzes (1), Piracicaba (1) e São Paulo (4), pedindo sua cooperação em observar e enviar dados de ataque de pragas no cipó mariri.

Beatriz Caiuby Labate, antropóloga e escritora de livros ligados à ayahuasca mantém um site (<http://www.bialabate.net>), que é acessado por vários membros de todos os grupos religiosos sincréticos em Brasil, e permitiu colocar um pequeno relatório em seu site incentivando os produtores de mariri em contactar e informar de ataques de pragas (PENA, 2010).

A UDV mantém ainda uma lista de discussão eletrônica (plantio@yahoogrupos.com.br), com 450 assinantes (plantadores de *B. caapi*). Em maio de 2010, foi colocado um pedido de informações sobre pragas do mariri. José Henrique Cattanio, então Diretor Nacional de Plantio da UDV, reforçou esse pedido alguns dias mais tarde, enviando uma mensagem de apoio para toda a lista.

Em novembro de 2010, a UDV organizou o "I Congresso Nacional do Plantio do Centro Espírita Beneficente União do Vegetal", onde houve uma apresentação oral feita pela autora, que mostrou os danos dos besouros ao cipó mariri, e distribuídos folders dos procedimentos a serem feitos caso houvesse ataque de besouros em seus plantios, incentivando-os a participarem da pesquisa.

A UDV publica um jornal interno, distribuído entre os seus membros e de periodicidade irregular, chamado "Alto Falante". Na sua edição de janeiro 2011,

foi publicada uma breve nota, pedindo aos plantadores a contactar a autora, sobre ataques de besouros (JORNAL ALTO FALANTE, 2011).¹¹

4.7. Delineamento experimental e análise de dados

As armadilhas foram dispostas em delineamento casualizado, com 8 repetições por setor. Dados de captura de besouros e o número de orifícios encontrados nos cipós foram transformados em $\sqrt{(x + 0,5)}$ (PHILLIPS, 1990) para remover a heteroscedasticidade.

As variações climáticas, número de captura entre os setores, o número de orifícios de ataque de besouros nos cipós e as taxas de volatilização de etanol entre as estações foram analisados com modelos lineares generalizados (Proc GLM) e os tratamentos para as espécies de besouros mais abundantes foram separadas pelo teste de Tukey (SAS Institute, 1990).

Foi dada atenção especial ao gênero *Hypothenemus* por serem estes considerados como espécies oportunistas, e geralmente mais abundantes em áreas perturbadas (PENTEADO et al., 2011; HULCR et al., 2008; ULYSHEN et al., 2004). Por isso houve análises estatísticas onde o gênero *Hypothenemus* foi tratado juntamente com a soma de todas as espécies de Scolytinae, e dados da subfamília Scolytinae excluindo *Hypothenemus*.

As comunidades de besouros Scolytinae nos quatro locais foram caracterizados pelos índices faunísticos de diversidade de Shannon (SHANNON e WEAVER, 1964), equitabilidade (PIELOU, 1966) e similaridade de Mountford (MOUNTFORD, 1962).

¹¹ Jornal Alto Falante (eletrônico) – Véculo Informativo Oficial da Diretoria Geral do C.E.B.U.D.V. (Centro Espírita Beneficente União do Vegetal) - Edição Janeiro/2011, distribuição interna.

5. RESULTADOS

5.1. Análises quantitativas e qualitativas

Nos quatro setores avaliados foram coletados 2879 insetos da subfamília Scolytinae, distribuídas em 68 espécies. Da subfamília Platypodinae foram encontrados 14 insetos de 2 espécies diferentes, e da família Bostrichidae, foram capturados 299 insetos representados por 5 espécies (Tabela 2).

Tabela 2 - Total de espécies de Scolytinae, Platypodinae (Curculionidae) e Bostrichidae capturados em armadilhas de impacto de vôo iscadas com etanol. Centro Espírita Beneficente União do Vegetal, Campinas/SP, de fevereiro de 2010 a fevereiro de 2011.

Espécie	setor			
	1	2	3	4
Scolytinae				
<i>Ambrosiodmus hagedorni</i> (Iglesias)	00	01	01	01
<i>Ambrosiodmus obliquus</i> (LeConte)	02	04	03	02
<i>Ambrosiodmus opimus</i> (Wood)	23	13	04	03
<i>Amphicranus</i> sp.1 (sp.n)	01	01	03	03
<i>Amphicranus</i> sp.2	04	00	03	02
<i>Amphicranus</i> sp.3	00	00	02	00
<i>Cnesinus dividuus</i> Schedl	11	01	00	00
<i>Cnesinus</i> sp.1	00	01	00	00
<i>Coccotrypes carpophagus</i> (Hornung)	00	01	00	00
<i>Coccotrypes cyperi</i> Beeson	08	05	00	01
<i>Coccotrypes</i> sp.1	01	00	00	00
<i>Coccotrypes</i> sp.2	00	01	00	00
<i>Coptoborus catulus</i> (Blandford)	02	01	02	00
<i>Coptoborus vespatorius</i> (Schedl)	02	03	00	03
<i>Coptoborus</i> sp.1	00	00	00	01
<i>Corthylus</i> sp.1	01	00	00	00
<i>Corthylus</i> sp.2	00	01	00	00
<i>Corthylus</i> sp.3	00	00	02	00
<i>Cryptocarenus diadematus</i> Eggers	02	02	00	01
<i>Cryptocarenus heveae</i> (Hagedorn)	32	43	09	11
<i>Cryptocarenus seriatus</i> Eggers	25	21	05	03
<i>Dryocoetoides asperulus</i> (Eggers)	01	00	00	00
<i>Dryocoetoides cristatus</i> (Fabricius)	01	00	00	01
<i>Hylocurus acutedeclivis</i> Schedl	05	00	00	00
<i>Hylocurus retusipennis</i> Blandford	17	00	00	02

continua...

continuação...

Espécie	setor			
	1	2	3	4
<i>Hypocryphalus mangiferae</i> (Stebbing)	18	07	00	00
<i>Hypothenemus eruditus</i> Westwood	71	191	21	36
<i>Hypothenemus</i> sp.1	81	111	75	92
<i>Hypothenemus</i> sp.2	03	08	03	04
<i>Hypothenemus</i> sp.3	03	11	03	02
<i>Hypothenemus</i> sp.4	03	09	03	06
<i>Hypothenemus</i> sp.5	01	07	01	01
<i>Hypothenemus</i> sp.6	01	02	00	01
<i>Hypothenemus</i> sp.7	03	03	06	05
<i>Hypothenemus</i> sp.8	00	06	00	01
<i>Hypothenemus</i> sp.9	00	03	01	04
<i>Hypothenemus</i> sp.10	04	07	05	01
<i>Hypothenemus</i> sp.11	02	02	00	01
<i>Hypothenemus</i> sp.12	01	05	02	02
<i>Hypothenemus</i> sp.13	02	03	00	02
<i>Hypothenemus</i> sp.15	01	01	00	01
<i>Hypothenemus</i> sp.16	00	02	00	00
<i>Hypothenemus</i> sp.17	00	00	00	03
<i>Hypothenemus</i> sp.18	02	00	01	00
<i>Hypothenemus</i> sp.19	02	00	00	02
<i>Micracis</i> sp.1	00	01	00	00
<i>Microcorthylus minimus</i> Schedl	19	47	19	15
<i>Monarthrum</i> sp.1	04	00	13	14
<i>Monarthrum</i> sp.2	03	00	00	02
<i>Monarthrum</i> sp.3	01	01	07	05
<i>Pagiocerus eggersi</i> Wood	00	00	01	01
<i>Premnobioides ambitiosus</i> (Schaufuss)	06	02	00	00
<i>Premnobioides cavipennis</i> Eichhoff	288	120	192	143
<i>Theoborus villosulus</i> (Blandford)	00	03	00	00
<i>Tricolus subincisuralis</i> Schedl	06	06	06	13
<i>Tricolus</i> sp.1	00	00	00	01
<i>Xyleborinus gracilis</i> (Eichhoff)	08	01	04	06
<i>Xyleborinus intersetosus</i> (Blandford)	03	00	00	00
<i>Xyleborus affinis</i> Eichhoff	46	15	16	09
<i>Xyleborus biconicus</i> Eggers	06	01	01	00
<i>Xyleborus ferox</i> Blandford	09	02	00	03
<i>Xyleborus ferrugineus</i> (Fabricius)	14	03	07	04
<i>Xyleborus neivai</i> Eggers	00	01	01	01
<i>Xyleborus posticus</i> Eichhoff	01	01	02	03
<i>Xyleborus spinulosus</i> Blandford	111	175	53	52
<i>Xyleborus squamulatus</i> Eichhoff	01	00	01	00
<i>Xylosandrus compactus</i> (Eichhoff)	10	01	32	23
<i>Xylosandrus curtulus</i> (Eichhoff)	04	06	05	03
<i>Xylosandrus retusus</i> (Eichhoff)	70	27	15	17
Platypodinae				
<i>Euplatypus parallelus</i> (Fabricius)	07	02	00	00
<i>Euplatypus</i> sp.1	05	00	00	00
Bostrichidae				
<i>Dinoderus minutus</i> (Fabricius)	09	00	00	00
<i>Dolichobostrichus gracilis</i> (Lesne)	00	00	01	00

continua ...

continuação...

Espécie	setor			
	1	2	3	4
<i>Dolichobostrichus granulifrons</i> (Lesne)	02	01	00	00
<i>Micrapate brasilienses</i> (Lesne)	18	23	19	12
<i>Xylopsocus capucinus</i> (Fabricius)	91	94	12	14
total Scolytinae	946	962	458	513
total Platypodinae	12	02	00	00
total Bostrichidae	120	121	32	26

Na subfamília Scolytinae as subtribos mais capturadas foram Cryphalina (*Cryptocarenus*, *Hypocryphalus*, *Hypothenemus*), com 24 espécies, Xyleborina (*Ambrosiodmus*, *Coptoborus*, *Dryocoetoides*, *Premnobius*, *Theoborus*, *Xyleborinus*, *Xyleborus*, *Xylosandrus*), com 23 espécies e Corthylina (*Amphicranus*, *Corthylus*, *Microcorthylus*, *Monarthrum*, *Tricolus*), com 12 espécies. Representantes das subtribos Micracina (*Hylocurus*, *Micracis*), Bothrosternina (*Cnesinus*, *Pagiocerus*) e Dryocoetina (*Coccotrypes*) foram os menos capturados, com três espécies cada. Dentro de Platypodinae, apenas duas espécies foram capturadas, no gênero *Euplatypus*. Cinco espécies de Bostrichidae também foram capturadas, dentro Dinoderinae (*Dinoderus*), e Bostrichinae (Bostrichini: *Dolichobostrichus*, *Micrapate*; Xyloperthini: *Xylopsocus*) (Tabela 2).

As comparações estatísticas entre os setores foram feitas com as espécies mais abundantes capturadas, *Ambrosiodmus opimus*, *Cryptocarenus heveae*, *C. seriatus*, *Hypothenemus eruditus*, *Hypothenemus* sp.1, *Microcorthylus minimus*, *Premnobius cavipennis*, *Xyleborus affinis*, *X. spinulosus*, *Xylosandrus compactus*, *X. retusus* (Scolytinae), *Micrapate brasiliensis* e *Xylopsocus capucinus* (Bostrichidae) (Tabelas 3 e 4).

As espécies de Scolytinae mencionadas acima, adicionadas a *Hypothenemus* como um todo, foram significativamente mais capturadas nos setores 1 e 2 (áreas reflorestadas) do que nos setores 3 e 4 de fragmentos florestais, exceto *X. compactus*, sendo mais capturados nos fragmentos florestais (Tabelas 3 e 4).

Entre os Bostrichidae, *X. capucinus* correspondeu a mais de 70% das espécies capturadas, especialmente nos setores 1 e 2, áreas reflorestadas. Não houve diferenças significativas entre locais para *M. brasiliensis* (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3 - Média ± desvio padrão de espécimes de Scolytinae e Bostrichidae capturados semanalmente com armadilhas de impacto de vôo iscadas com etanol em setores com distintos tipos de vegetação. Centro Espírita Beneficente União do Vegetal, Campinas/SP, de fevereiro de 2010 a fevereiro de 2011.

espécie	setor			
	1	2	3	4
Scolytinae				
<i>Ambrosiodmus opimus</i>	0.05±0.01a	0.03±0.01ab	0.01±0.00b	0.01±0.00b
<i>Cryptocarenus heveae</i>	0.07±0.01a	0.10±0.02a	0.02±0.01b	0.03±0.01b
<i>Cryptocarenus seriatus</i>	0.06±0.01a	0.05±0.01a	0.01±0.00b	0.01±0.00b
<i>Hypothenemus eruditus</i>	0.16±0.02b	0.43±0.05a	0.05±0.01c	0.08±0.02bc
<i>Hypothenemus</i> sp.1	0.19±0.03ab	0.25±0.03a	0.17±0.03b	0.21±0.04ab
<i>Microcorthylus minimus</i>	0.04±0.01b	0.10±0.02a	0.04±0.01b	0.03±0.01b
<i>Premnobiuss cavipennis</i>	0.66±0.06a	0.43±0.05b	0.27±0.03c	0.33±0.04bc
<i>Xyleborus affinis</i>	0.11±0.02a	0.03±0.01b	0.04±0.01b	0.02±0.01b
<i>Xyleborus spinulosus</i>	0.25±0.03b	0.39±0.05a	0.12±0.02c	0.12±0.02c
<i>Xylosandrus compactus</i>	0.02±0.01bc	0.00±0.00c	0.07±0.02a	0.05±0.01ab
<i>Xylosandrus retusus</i>	0.16±0.03a	0.06±0.01b	0.03±0.01b	0.04±0.01b
total de Scolytinae	2.17±0.13a	2.16±0.12a	1.02±0.07b	1.18±0.09b
total de <i>Hypothenemus</i>	0.41±0.04b	0.83±0.07a	0.27±0.04c	0.38±0.05bc
Scolytinae exceto <i>Hypothenemus</i>	1.76±0.11a	1.33±0.09b	0.75±0.05c	0.81±0.06c
Bostrichidae				
<i>Micrapate brasiliensis</i>	0.04±0.01a	0.05±0.01a	0.04±0.01a	0.03±0.01a
<i>Xylopsocus capucinus</i>	0.21±0.03a	0.21±0.03a	0.03±0.01b	0.03±0.01b

^a Médias detransformadas de $\sqrt{(x+0,5)}$; médias seguidas de mesma letra dentro de cada espécie não são estatisticamente diferentes ($\alpha < 0.05$, teste de Tukey).

Tabela 4 - Média ± desvio padrão de espécimes de Scolytinae e Bostrichidae capturados semanalmente com armadilhas de impacto de vôo iscadas com etanol em setores com distintos tipos de vegetação. Centro Espírita Beneficente União do Vegetal, Campinas/SP, de fevereiro de 2010 a fevereiro de 2011.

Espécie	setor	
	1-2	3-4
Scolytinae		
<i>Ambrosiodmus opimus</i>	0.04±0.01 a	0.01±0.00 b
<i>Cryptocarenus heveae</i>	0.09±0.01 a	0.02±0.01 b
<i>Cryptocarenus seriatus</i>	0.05±0.01 a	0.01±0.00 b
<i>Hypothenemus eruditus</i>	0.30±0.03 a	0.06±0.01 b
<i>Hypothenemus</i> sp.1	0.22±0.02 a	0.19±0.02 a
<i>Microcorthylus minimus</i>	0.07±0.01 a	0.04±0.01 b
<i>Premnobiuss cavipennis</i>	0.54±0.04 a	0.30±0.03 b
<i>Xyleborus affinis</i>	0.07±0.01 a	0.03±0.01 b
<i>Xyleborus spinulosus</i>	0.32±0.03 a	0.12±0.02 b
<i>Xylosandrus compactus</i>	0.01±0.00 b	0.06±0.01 a
<i>Xylosandrus retusus</i>	0.11±0.01 a	0.04±0.01 b
total de Scolytinae	2.17±0.09 a	1.10±0.06 b
total de <i>Hypothenemus</i>	0.63±0.04 a	0.32±0.03 b
Scolytinae exceto <i>Hypothenemus</i>	1.54±0.07 a	0.78±0.04 b
Bostrichidae		
<i>Micrapate brasiliensis</i>	0.05±0.01 a	0.04±0.01 a
<i>Xylopsocus capucinus</i>	0.21±0.02 a	0.03±0.01 b

^a Médias detransformadas de $\sqrt{x+0,5}$; médias seguidas de mesma letra dentro de cada espécie não são estatisticamente diferentes ($\alpha < 0,05$, teste de Tukey)

Tabela 5 - Distribuição dos índices de diversidade de Shannon e equitabilidade para espécies de Scolytinae capturados semanalmente com armadilhas de impacto de vôo iscadas com etanol em setores com distintos tipos de vegetação. Centro Espírita Beneficente União do Vegetal, Campinas/SP, de fevereiro de 2010 a fevereiro de 2011.

setor	diversidade	equitabilidade
1	2,7377	0,6801
2	2,5250	0,6360
3	2,6590	0,7310
4	2,6746	0,6910

A maior diversidade de Curculionidae foi observada no setor 1 de reflorestamento, mas a equitabilidade foi maior para os dois fragmentos de floresta (Tabela 5). De acordo com o índice de similaridade de Mountford, os pontos amostrados foram agrupados em dois grupos distintos, os locais de reflorestamento em um, e os fragmentos de floresta em outro, onde os primeiros foram mais semelhantes entre si (Figura 11).

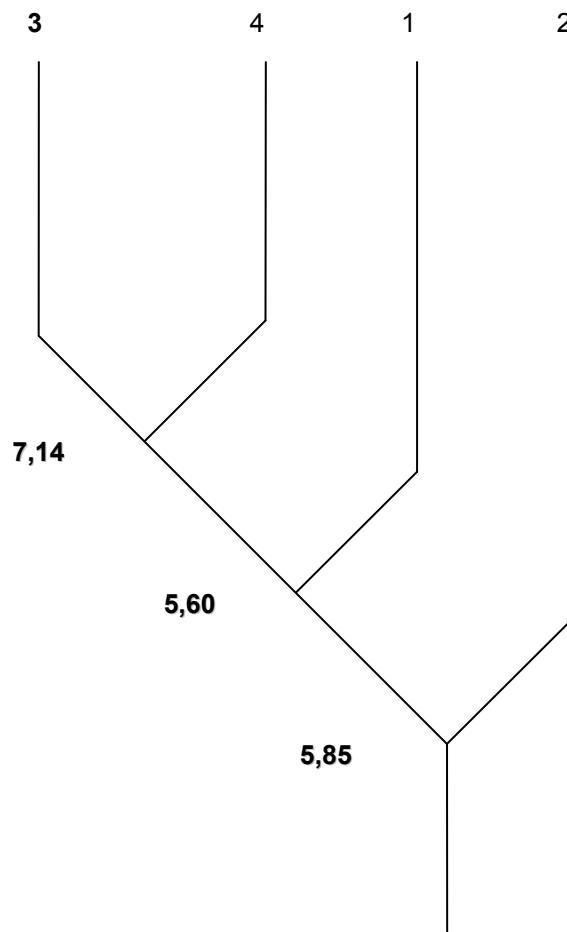


Figura 11 - Similaridade (Mountford) existente entre setores, com distintos tipos de vegetação, para espécies de Scolytinae capturados semanalmente com armadilhas de impacto de vôo. Centro Espírita Beneficente União do Vegetal, Campinas/SP, de fevereiro de 2010 a fevereiro de 2011.

Algumas espécies de Cerambycidae também foram capturadas nas armadilhas, *Ataxia obtusa* (Bates), *Chydarteres dimidiatus* (F.), *Compsocerus violaceus* (White), *Desmiphora lateral* Thompson, *Dorcadocerus barbatus* (Olivier), *Megacyllene falsa* (Chevrolat), *Pachypeza pennicornis* (Germar), e *Trachyderes succinctus* (L.).

5.2 - Temperatura do ar e precipitação

A captura de besouros foi maior na estação quente e chuvosa do que na estação seca e fria (Figuras 12 e 13). Entre os Scolytinae mais capturados na estação quente/chuvosa citamos *A. optimus*, *C. heveae*, *C. seriatus*, *X. affinis* e *X. retusus*, enquanto *M. minimus* foi a única espécie significativamente mais capturada na estação fria/seca. *Hypothenemus eruditus*, *Hypothenemus* sp. 1, *P. cavipennis*, *X. compactus*, *X. spinulosus*, *Hypothenemus* junto com todos os Scolytinae, e os Scolytinae exceto *Hypothenemus* foram capturados igualmente em ambas as estações. Entre os Bostrichidae, *M. brasiliensis* e as demais espécies foram mais capturados na estação fria/seca, enquanto *X. capucinus* foi capturado de forma similar em ambas as estações (Tabela 6; Figuras 12 e 13).

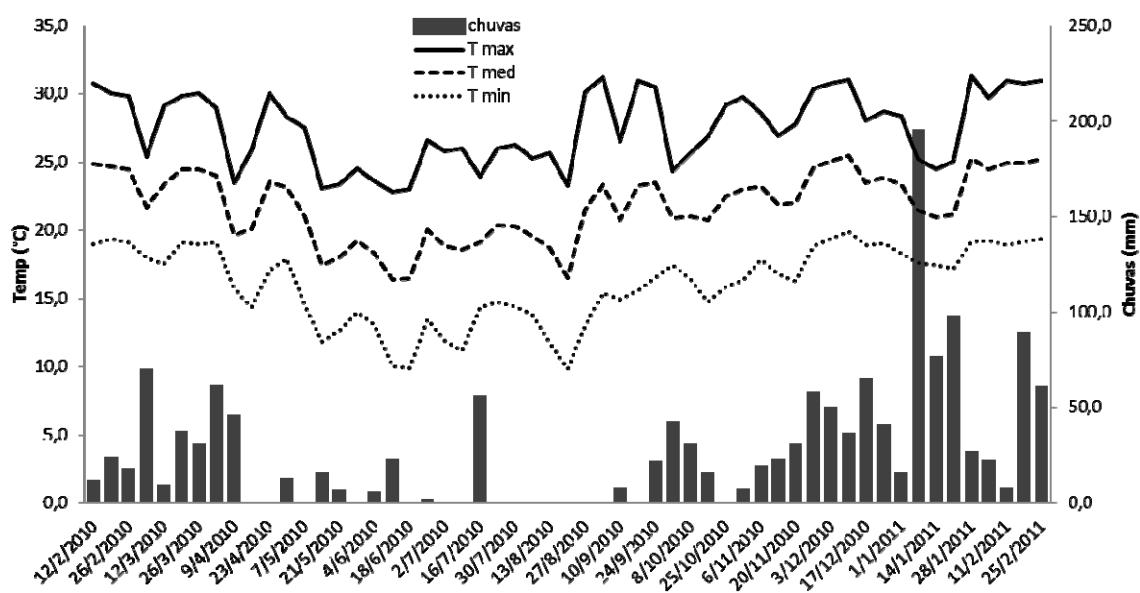


Figura 12 - Dados de precipitação média e Temperatura máxima, média e mínima, no período de março de 2010 a fevereiro de 2011, obtidos pela CEPAGRI – Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura, FEAGRI/UNICAMP.

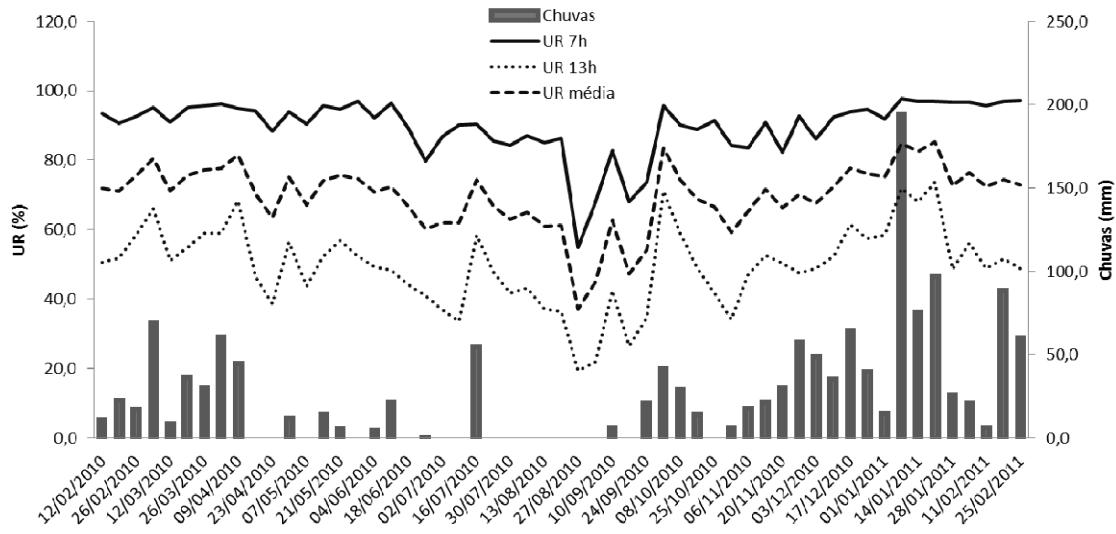


Figura 13 - Dados de precipitação média e umidade relativa do ar de Campinas no período de março de 2010 a fevereiro de 2011, obtidos pela CEPAGRI – Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura, FEAGRI/UNICAMP.

Tabela 6 - Médias ± desvio padrão dos dados climáticos semanais e número de espécies de Scolytinae e Bostrichidae interceptados em armadilhas com etanol. As médias seguidas pela mesma letra dentro das linhas não são significativamente diferentes (Teste de Tukey, P<0.05). Os besouros foram detransformados em $\sqrt{(x+0,5)}$. Campinas/SP, fevereiro de 2010 até fevereiro de 2011.

Variável	Estação seca e fria	Estação úmida e quente
Dados climáticos		
chuvas (mm)	5.36 ±2,90 b	37,70±6,29 a
temperatura máxima (°C)	25.78±0,58 b	28.51±0.38 a
temperatura mínima (°C)	13.02±0.41 b	17.88±0.24 a
temperatura média (°C)	19.39±0.45 b	23.19±0.28 a
Scolytinae		
<i>Ambrosiodmus opimus</i>	0.01±0.00 b	0.03±0.01 a
<i>Cryptocarenus heveae</i>	0.03±0.01 b	0.07±0.01 a
<i>Cryptocarenus seriatus</i>	0.01±0.00 b	0.04±0.01 a
<i>Hypothenemus eruditus</i>	0.19±0.02 a	0.18±0.02 a
<i>Hypothenemus</i> sp.1	0.17±0.02 a	0.22±0.02 a
<i>Microcorythylus minimus</i>	0.13±0.02 a	0.02±0.00 b
<i>Premnobiuss cavipennis</i>	0.47±0.04 a	0.39±0.03 a
<i>Xyleborus affinis</i>	0.03±0.01 b	0.06±0.01 a
<i>Xyleborus spinulosus</i>	0.26±0.03 a	0.20±0.02 a
<i>Xylosandrus compactus</i>	0.05±0.01 a	0.03±0.01 a
<i>Xylosandrus retusus</i>	0.05±0.01 b	0.09±0.01 a
total de <i>Hypothenemus</i>	0.46±0.04 a	0.48±0.04 a
Scolytinae exceto <i>Hypothenemus</i>	1.23±0,07 a	1.12±0.05 b
total de Scolytinae	1.68±0.08 a	1.61±0.07 a
Bostrichidae		
<i>Micrapate brasiliensis</i>	0.10±0.01 a	0.01±0.00 b
<i>Xylopsocus capucinus</i>	0.12±0.02 a	0.12±0.01 a
Total de Bostrichidae	0.22±0,02 a	0.14±0.02 b

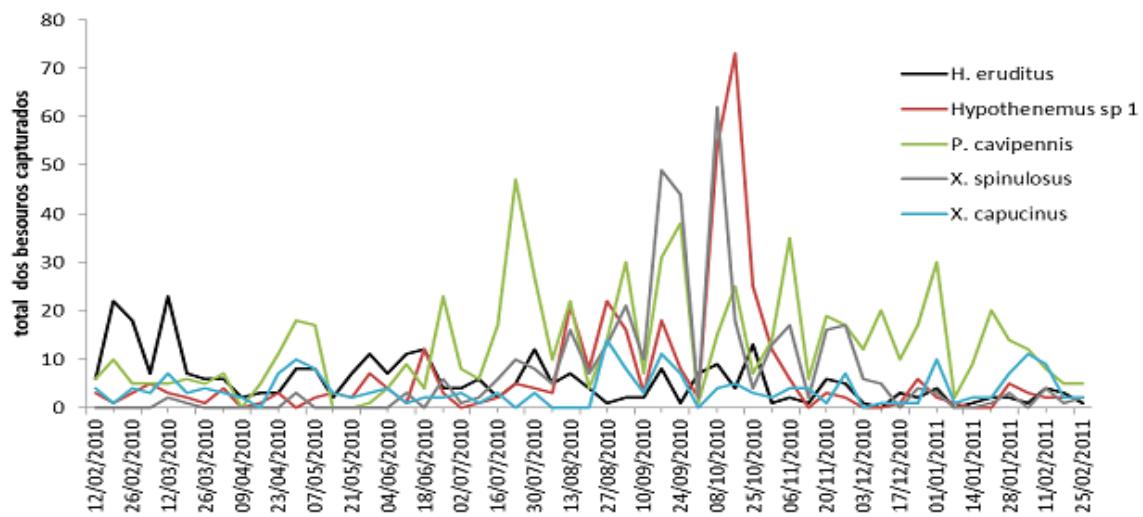


Figura 14 - Número total de espécies selecionadas de Coleoptera: Curculionidae (Scolytinae) e Bostrichidae, capturadas semanalmente em armadilhas de intercepção de vôo, iscadas com etanol. Campinas/SP, de fevereiro de 2010 até fevereiro de 2011.

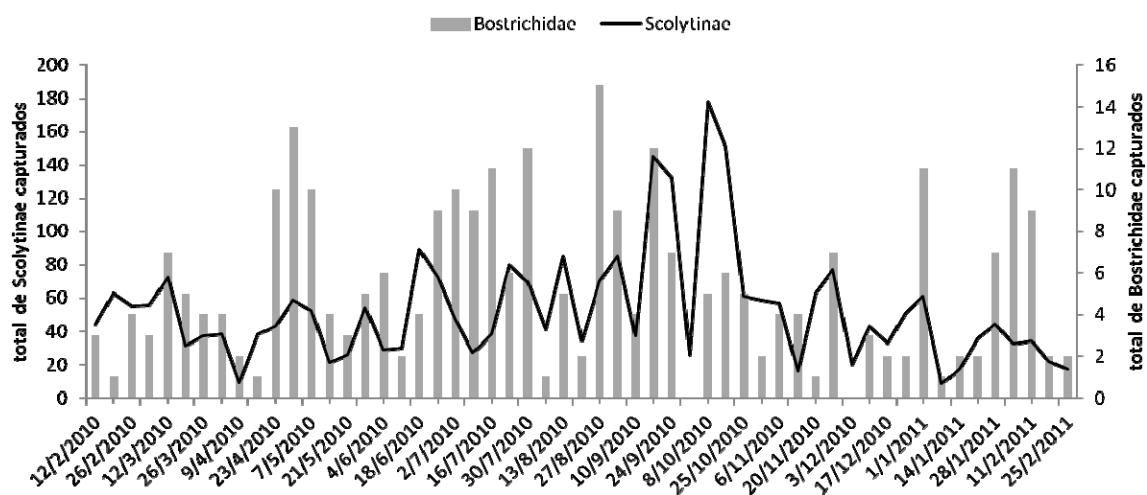


Figura 15 - Número total de espécies selecionadas de Bostrichidae e Scolytinae (Curculionidae) capturadas semanalmente em armadilhas de intercepção de vôo, iscadas com etanol. Campinas/SP, de fevereiro de 2010 até fevereiro de 2011.

5.3 – Taxas de volatilização do etanol

A temperatura média do ar durante o período de 7 dias, quando se foram estimadas as taxas de volatilização do álcool foi de quase 8°C mais alta em fevereiro (estação quente e chuvosa, $26,74 \pm 0,42^\circ\text{C}$) do que em julho de 2010 (estação fria e seca, $18,76^\circ\text{C} \pm 0,26^\circ\text{C}$). Ainda assim, as taxas de volatilização foram estatisticamente semelhantes $0,17 \pm 0,01 \text{ mg/d}$ em fev de 2010 e $0,17 \pm 0,01 \text{ mg/d}$ em jul/2010 ($F_{1,15} = 0.03$, $\alpha=0.8763$) (Tabela 7).

Tabela 7 - Dados de volatilização do etanol com duas amostras em cada setor. A primeira pesagem (05/02/2010 a 12/02/2010) totalizou 170h40', e a segunda pesagem (01/07/2010 a 08/07/2010) totalizou 169h20'.

setores	armadilhas	1ª pesagem (quente e chuvosa)		2ª pesagem (seca e fria)	
		total volatilizado de etanol	temperatura média	total volatilizado de etanol	temperatura média
01	04	1,61		1,06	
	07	0,94		1,09	
02	11	0,83		1,41	
	15	1,71	26,7°C	1,20	18,9°C
03	19	0,79		1,68	
	22	0,83		1,35	
04	25	1,50		0,77	
	29	1,25		1,10	
média		1,18		1,20	

5.4 – Tamanho dos orifícios

Em julho de 2010 foram encontrados nos setores 1 e 2 respectivamente 4 (de 61) e 7 (de 37) cipós da variedade tucunacá, e 1 (de 70) e 1 (de 18) da variedade caupuri com orifícios e algumas galerias em seus caules. No entanto, não foram encontrados orifícios em nenhum dos 94 cipós examinadas nos setores 3 e 4 de fragmento florestal. Cipós *B. caapi* do setor 2 tiveram um número significativamente maior de orifícios que nos outros setores, para todos os intervalos de altura ($\alpha < 0,0001$) (Figura 16).

Foi encontrado nos cipós da variedade tucunacá um número significativamente maior de orifícios que na variedade caupuri, para as três alturas acima do solo, nos distintos intervalos ($\alpha < 0,01$; Figura 16). Os cipós com maior diâmetro (classificados como tamanho G) apresentaram maior número de orifícios, e estes números diminuem com a diminuição no diâmetro da haste, para todos os intervalos de altura ($\alpha < 0,02$), quando ambas as variedades foram reunidas em conjunto (Figura 16). Esta tendência se repetiu para a variedade tucunacá ($\alpha < 0,0001$), mas para caupuri, os orifícios se apresentaram também em cipós de médio e pequeno porte ($\alpha = 0,0409$) (Figura 17).

O maior número de orifícios foi encontrado na menor altura acima do solo (0,0 - 1,0 m) em tucunacá, diminuindo com o aumento da altura ($\alpha < 0,0001$). Porém não houve diferenças estatísticas no número de furos entre os intervalos de altura para os cipós caupuri ($\alpha = 0,4097$) (Figura 17)

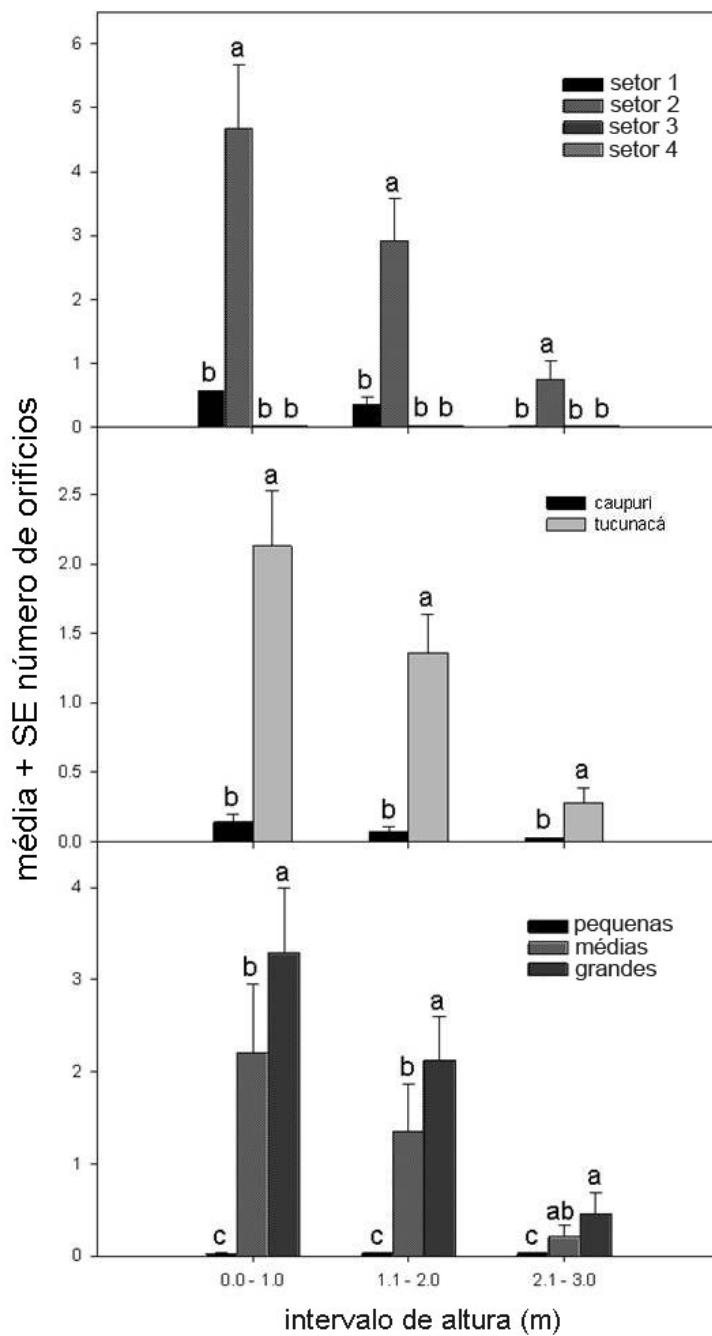


Figura 16 - Média (+ SE) número de orifícios de besouros encontrados em cipós *B.caapi* em diferentes alturas do tronco (A) nos quatro locais do estudo, (B) em cipós caupuri e tucunacá, e (C) em diferentes diâmetros do tronco de *B.caapi*. As médias seguidas pela mesma letra dentro de cada tratamento não são显著mente diferentes (teste de Tukey, $P < 0.05$). Campinas/SP, de fevereiro de 2010 até fevereiro de 2011.

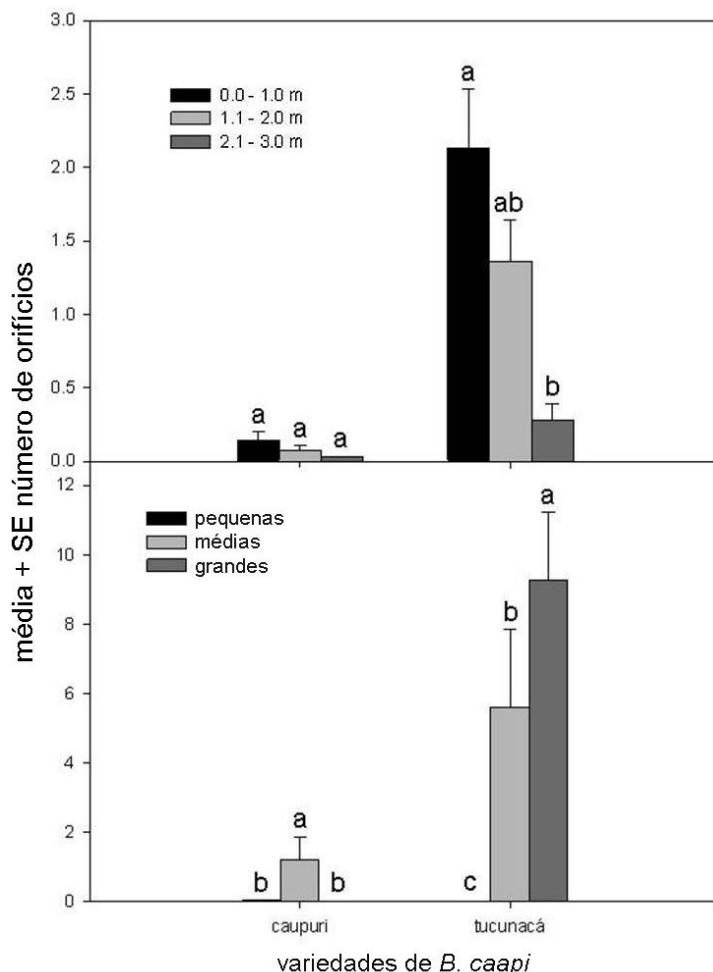


Figura 17 - Média (+ SE) número de orifícios encontrados em diferentes variedades de *B.caapi* (A) em diferentes alturas do tronco, e (B) em diferentes diâmetros de haste nos cipós. Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada tratamento não são significativamente diferentes (teste de Tukey, $P < 0.05$). Campinas/SP, de fevereiro de 2010 até fevereiro de 2011.

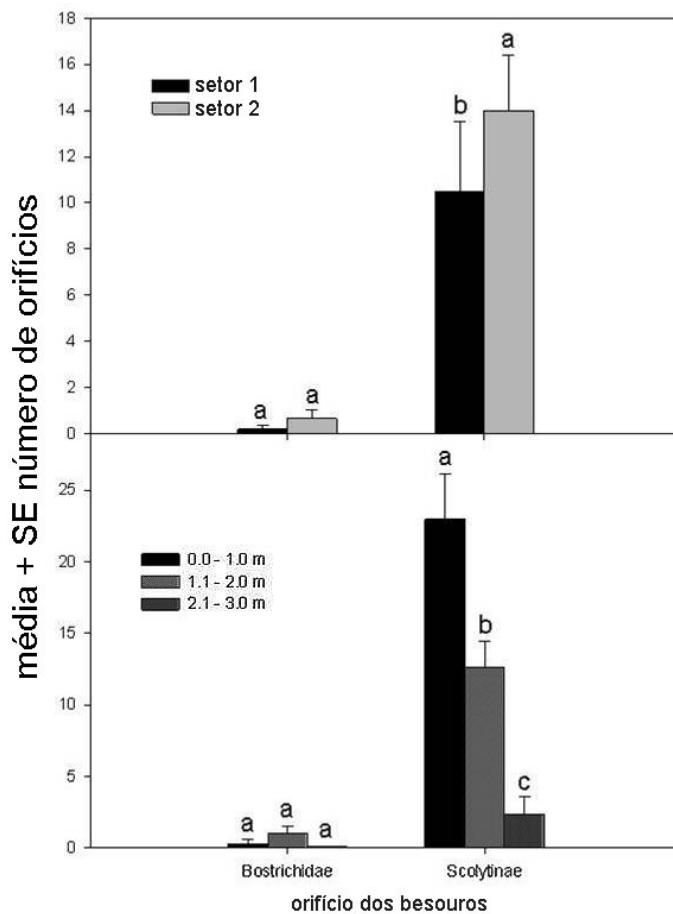


Figura 18 - Média (+ SE) número de orifícios de Bostrichidae e Scolytinae encontrados em cipós *B. caapi* (A) em diferentes setores da floresta, e (B) em diferentes alturas na haste do cipó. Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada tratamento não são significativamente diferentes (Teste de Tukey, $P < 0.05$). Campinas/SP, de fevereiro de 2010 até fevereiro de 2011.

Durante o período do experimento não foram encontrados besouros dentro de galerias; pelo exame das dissecções destas; todas as galerias tinham sido abandonadas. Por isso, em junho de 2011 foram medidos os diâmetros dos orifícios feitos nos cipós para fazer uma associação com as espécies de Scolytinae e Bostrichidae capturadas nas armadilhas de intercepção de vôo.

Foram encontrados orifícios de quatro diâmetros: 0,8 mm, 1,0 mm, 1,5 mm e 2,0 mm. Com base nas espécies de Curculionidae e Bostrichidae

coletados nas armadilhas de intercepção de vôo, buscou-se atribuir prováveis candidatos para os orifícios, conforme o diâmetro de seus corpos. Assim, determinou-se que provavelmente os orifícios de diâmetros entre 0,8-1,5 mm foram feitos por Scolytinae, e aqueles de 2,0 mm foram causados por Bostrichidae.

O número de orifícios de Scolytinae foi significativamente maior no setor 2 que no setor 1 ($\alpha = 0,0109$), enquanto que para Bostrichidae não houve diferença estatisticamente significativa entre esses setores ($\alpha = 0,3359$) (Figura 18).

Quanto mais baixo o intervalo de altura, mais orifícios de Scolytinae foram encontrados. Não houve diferença significativa da altura para Bostrichidae ($\alpha = 0,0876$) (Figura 18). Para cada um dos três intervalos de altura, o número de orifícios de Scolytinae foi sempre significativamente superior aos de Bostrichidae ($\alpha < 0,03$; dados não mostrados).

5.5 – Pesquisa de âmbito nacional

Como resultado da pesquisa nacional, obtiveram-se relatos de ataques do besouro em cipós mariri no Acre e Pará, onde o cipó ocorre naturalmente, e nos também nos estados de Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Ceará e Santa Catarina, onde a espécie foi introduzida. A maioria dos ataques foi relatada na variedade tucunacá, e eles foram encontrados nas hastes de altura até 1,0 m acima do nível do solo. Os sintomas mais comuns foram a presença de orifícios, associada ou não a exsudação da seiva, e às vezes com anelamento na casca, que levou ao corte do cipó. Toda vez em que foi possível determinar o besouro responsável pelo dano, com base no tamanho, coloração e/ou forma das larvas, ou do dano ocasionado, como anelamento da casca, e eventualmente, através da coleta da larva do inseto, era de um Cerambycidae. Apenas em duas ocasiões os adultos foram capturados, e determinados como *Criodon* sp. e *Oncideres* sp. (Tabela 8). Fotos de danos em cipós foram enviadas, mas as espécies não puderam ser identificadas. As larvas obtidas e

enviadas não se desenvolveram até a fase adulta. Alguns besouros enviados do Ceará e de Santa Catarina estão sendo examinados.

Tabela 8 - Relatos de danos ocorridos no Brasil por Coleoptera em *Banisteriopsis caapi*, nas variedades caupuri (C) e tucunacá (T), até o ano de 2012. Legenda: # cipós – número de cipós atacados, e ? - nº desconhecido.

cidade/estado	Coordenadas geográficas	núcleos	# cipó	data do ataque	sintomas	tipo de besouro	informações extras
Benevides (PA)	1°24'22.39"S 48°13'27.36"W	Centro de Iluminação Cristã Universal Juramidá (Alto Santo)	T (8)	2007 e 2008	exsudação de seiva, frass; ataca até 30cm acima do solo	pequena larva branca indeterminada	Cipós plantados desde 2003/2004; ataques sob controle.
Campinas (SP)	22°45'55.44"S 46°58'46.52"W	Núcleo Lupunamanta (UDV)	C, T (3,5)	out/2000 2010/ 2011	orifícios, frass, exsudação de seiva rara, ataques mais comuns até 1m acima do solo	<i>Micrapate brasiliensis</i> , <i>Xylopsocus capucinus</i> (Bostrichidae). Larva indeterminada de Cerambycidae.	Cipós plantados desde 1983; ataques sob controle, com uso de armadilhas e manejo florestal.
Campo Grande (MS)	20°34'46.85"S 54°40'33.56"W	Núcleo São Joaquim (UDV)	T (4)	março a maio/ 2010	metade dos cipós continha exsudação de seiva, vários orifícios pequenos	larva indeterminada de Cerambycidae	Cipós plantados desde 2001, partes dos cipós foram podadas e queimadas.
Campo Grande (MS)	20°31'57.78"S 54°38'3.01"W	Núcleo Senhora Santana (UDV)	C, T (1,1)	Jan a out/ 2010	exsudação de seiva, orifícios de 1-2mm; ataques até 1m acima do solo.	nenhuma larva foi encontrada nas galerias	Cipós plantados desde 1992, as partes infectadas foram podadas e queimadas
Governador Valadares (MG)	18°46'48.05"S 42°06'40.50W	Núcleo Luz Divina (UDV)	C, T (? ,?)	Desde 1994; severo em 2000	Às vezes frass, a maioria dos ataques até 20 cm acima do solo	Larva de <i>Criodon</i> sp (Cerambycidae)	Cipós plantados desde 1989/1990; os tucunacás são mais atacados.
Guidoval (MG)	21°07'51.40"S 42°50'34.38"W	Núcleo Recanto das Flores (UDV)	C,T (? ,?)	severo ataque de 1996 à 2002, depois diminuiu	algumas partes ficavam intumescidas, ataques acima de 50 cm do solo	larva indeterminada de Cerambycidae	Cipós plantados desde 1992; plantadas com árvore suporte desde 1997; controle feito com armadilhas.
Itapecerica da Serra (SP)	23°43'23.67"S 46°52'24.10"W	Núcleo Divino Manto (UDV)	C (1)	Out/2010	corte anelado de 2,5cm de diâmetro a 1,2m acima do solo	<i>Oncideres</i> sp (Cerambycidae)	Cipós plantados desde out/ 2005
Lagoa da Prata (MG)	20°02'11.51"S 45°28'01.93"W	Núcleo Lagoa da Prata(UDV)	C, T (90/ 90)	Dez 1996/ maio/ 2012	frass,; orifícios; ataques acima de 30cm do solo; as vezes com exsudação de seiva 1,7m de altura.	larva indeterminada de Cerambycidae	Cipós plantados desde Nov/1998; 85% são de caupuri; não foi feito controle. Com a retirada da cobertura de palha da cana eles foram embora.

continua....

continuação...

cidade/ estado	Coordenadas geográficas	núcleos	# cipó	data do ataque	sintomas	tipo de besouro	informações extras
Rio Branco (AC)	9°54'12.71"S 67°.50'07.08"W	Núcleo Jardim Real (UDV)	T (7)	2008/ Mai/ 2010	exsudação de seiva;pequenos orifícios até 1,0m acima do solo	pequenos besouros pretos nas galerias	Cipós plantados desde 1998; as partes atacadas foram podadas e queimadas.
		Núcleo Jardim Real (viveiro)	C, T (3, 12)	Abr a Mar 2011/ março/ 2012	A casca fica raspada e cingida; ataque a 1,8m do solo	Cerambycidae indeterminado	Partes atacadas foram podadas e queimadas.
Crato/CE	7°11'0 7,96" S 39°27' 45.15"W	Núcleo Santa Fé do Cariri	T (?)	Jan/2013	Presença de furos nos galhos e caule	Larvas indeterminadas	

Em Campinas, durante o experimento em apenas três ocasiões foi encontrada exsudação de seiva associada com orifícios. Nos locais de reflorestamento (setores 1 e 2), foram encontrados ao longo do período do experimento 2 cipós caupuris e 1 tucunacá atacados por Cerambycidae, e nos fragmentos florestais, 1 cipó caupuri e 3 tucunacás. Todas as plantas foram mais atacadas próximas ao chão, a menos de 1 m de altura do solo. Não foram encontrados insetos adultos dentro dos cipós para a identificação.

Apesar de não se ter encontrado os besouros nas galerias nesse experimento, em outubro de 2000, Reinaldo Pereira, atual presidente do Núcleo Lupunamanta, conseguiu encontrar alguns besouros adultos, dentro de um ramo de cipó tucunacá de 5 cm de diâmetro, a 1,2 m acima do solo, no setor 1 (área reflorestada). Esses besouros foram classificados como Bostrichidae, espécies *M.brasiliensis* e *X. capucinus* (Tabela 8).

6. DISCUSSÃO

A biodiversidade observada de Scolytinae foi bastante elevada (Tabela 2), em comparação com experimentos anteriores em localidades do bioma cerrado (ROCHA et al. 2011, FLECHTMANN e OTATTI, 1996, FLECHTMANN et al., 1995).

Este é o primeiro registro para o estado de São Paulo de seis espécies de Scolytinae, *Coptoborus catulus*, *Dryocoetoides cristatus*, *Hylocurus retusipennis*, *Pagiocerus eggersi*, *Xyleborus intersetosus* e *Xyleborus posticus* (WOOD, 2007, EGGERS, 1928). Stephen Wood, em sua revisão da fauna de Scolytinae sul-americanos, afirma que *Xyleborus ferox*, também coletada em Campinas, é encontrado na Costa Rica e Panamá até a Colômbia, mas ele não lista o Brasil (WOOD, 2007). Além disso, houve a captura de uma nova espécie de *Amphicranus* (Tabela 2).

A maioria das espécies de Scolytinae capturadas é polífaga (WOOD 2007), especialmente *Hypothenemus* e *Cryptocarenus* (ATKINSON e PECK, 1994), e foram significativamente mais coletadas nos setores 1 e 2, de área reflorestada (Tabelas 2 e 3). Espécies de *Hypothenemus* e, em menor escala, também *Cryptocarenus*, são normalmente considerados organismos bioindicadores de áreas degradadas (PENTEADO et al., 2011; HULCR et al. 2008; ULYSHEN et al., 2004). *Hypothenemus eruditus* Westwood, encontrado em grandes quantidades no setor 2 (Tabela 2), é citado por alguns autores em bosques de *Pinus* sp. (CARRANO-MOREIRA, 1985; MARQUES, 1984; FLECHTMANN et al., 2001), em toras de teca (*Tectona grandis* Linn), em plantio de seringueira (*Hevea brasiliensis*) (MOURA, 2007; DALL'OGLIO e PERES FILHO, 1997) e em áreas nativas de cerrados em Mato Grosso do Sul (FLECHTMANN e OTATTI, 1996).

Já dentro de espécies da tribo Xyleborina, a espécie *Premnobius cavipennis* foi encontrada nos quatros setores, e *Xyleborus spinulosus* e *Xylotandrus retusus* foram capturados em maior quantidade nos setores reflorestados (1 e 2). De hábito alimentar xilomictófago, o gênero *Xyleborus* é

capaz de atacar plantas sadias (WOOD, 1982), e segundo Flechtmann et al., 1999, eles costumam aparecer mais tarde conforme o povoamento envelhece, o que mostra que nesses setores os cipós mais atacados eram de tamanho grande (Figura 16), respectivamente com mais idade. Segundo (PEREIRA, R.)¹², nesses setores houve maior número de morte nos cipós.

Apesar do índice de similaridade de Shannon ser semelhante entre os locais de reflorestamento e de fragmentos de mata, a equitabilidade foi maior nos últimos (Tabela 5).

No setor 2, também se constata menor índice de diversidade de Shannon (Tabela 5), sugerindo assim, que estes são mais antropizados entre os quatro setores amostrados.

No Brasil, *P. cavipennis* foi capturado em plantio de *Eucalyptus* spp. na região de Montes Claros/MG (ZANUNCIO et al., 2005), e em São Paulo (ROCHA, 1993). Juntamente com insetos do gênero *Xyleborus* foi encontrado em reflorestamento de *Pinus* spp. em Agudos/SP, em área de cerrado/MS (FLECHTMANN et al., 1995; FLECHTMANN e OTATTI, 1996), e na área de floresta primária da Reserva Florestal Adolpho Ducke/AM (ABREU et al., 1997).

Cinco espécies de Bostrichidae foram encontradas no experimento, sendo as espécies *Dolichobostrichus gracilis*, *D. granulifrons* e *M. brasiliensis* descritas no Brasil (LESNE, 1895; 1898). *Dinoderus minutus* é cosmopolita em regiões tropicais (LESNE, 1897), enquanto *X. capucinus* é originária da região da Malásia, sendo provavelmente transportada pelo homem até o Brasil (LESNE, 1900).

Xylopsocus capucinus, espécie mais abundante, foi significamente mais capturada nos setores reflorestados, como os Scolytinae, enquanto não houve diferença significativa entre os setores para *M. brasiliensis* (Tabela 3). A maioria das espécies de Bostrichidae é polífaga, e geralmente atacam a madeira cortada ou plantas mortas recentemente (LESNE, 1911). No entanto

¹² PEREIRA, R. Produtor e consultor agrícola, presidente do Núcleo da UDV onde se realizou o experimento. Foi o primeiro responsável pelo plantio de mariri em Campinas, e atualmente é vice-coordenador do plantio regional. Comunicação pessoal, 2010.

esses besouros também podem atacar e ovipositar em árvores enfraquecidas (FISCHER, 1950). Pouco se sabe sobre a biologia de *M. brasiliensis* e *X. capucinus*, mesmo eles estando por toda parte no Brasil. Com base nos registros de hospedeiros conhecidos, eles possuem capacidade para atacar árvores vivas (FONSECA, 1934; LIMA, 1936; LIMA, 1953; MENSCHOY, 1954; KALSHOVEN, 1963; BENTES-GAMA et al., 2008).

Não houve variação sazonal na captura dos besouros para cerca de metade das espécies analisadas, que foram capturados em números semelhantes em ambos os períodos seco/frio, e chuvoso/quente. *Hypothenemus eruditus* Westwood e *Hypothenemus* sp1. tiveram um aumento na estação chuvosa/quente, enquanto *P. cavipennis* teve um leve aumento na estação seca/fria (Figura 14).

A taxa de liberação de etanol no experimento pode ser classificada como de um nível intermédio, adequada para captura de besouros Scolytinae e Bostrichidae (RANGER et al., 2010; 2011). As maiores taxas de liberação de etanol promovem capturas mais elevadas de besouros (GALLEGO et al., 2008; RANGER et al., 2011; JOSEPH et al., 2001). Considerando-se que as taxas de liberação em ambas as estações foram semelhantes, os padrões de vôo dos besouros sazonais foram uma consequência do seu comportamento natural.

Embora os registros da sazonalidade de vôo sejam encontrados na literatura, mostrando maior abundância de Scolytinae ou Bostrichidae nas estações chuvosas que nas secas no Brasil (FLECHTMANN e OTTATI, 1996; DALL'OGLIO e PERES FILHO, 1997; PERES FILHO et al., 2007; ROCHA et al., 2011), um pouco diferente do que observou-se neste experimento (Figuras 12, 13 e 15), esses resultados são difíceis de serem determinados quando as estações são vagamente definidas. No entanto, quando as estações são claramente caracterizadas, e as capturas das espécies Scolytinae comparadas estatisticamente, podem determinar padrões de abundância sazonal (FLECHTMANN et al., 1995; FLECHTMANN et al., 2001). A maioria dos estudos de pesquisa é realizada por curtos períodos de tempo, com duração de 12 meses, e os resultados expressam condições meteorológicas encontradas durante esse período de tempo, que pode variar muito de ano para ano. Assim,

outros períodos de levantamento são necessários, até que os padrões de abundância sejam encontrados. Em pesquisas de Scolytinae num período de três anos, verificou-se que a maioria das espécies analisadas foi capturada na estação chuvosa/quente, sendo apenas algumas delas mais abundantes na estação seca/fria ou igualmente abundantes em ambas as estações (FLECHTMANN et al., 1995).

Da mesma forma, em um estudo de longo prazo sobre os padrões de vôo Bostrichidae em um fragmento de cerrado em Agudos/SP, verificou-se que *Micrapate brasiliensis* foi mais capturado na estação seca/fria (FLECHTMANN et al., 1996), à semelhança do que foi observado aqui (Tabela 6).

Os cipós *B. caapi* com orifícios de ataque de insetos foram encontrados apenas nas áreas reflorestadas antropizadas (Figura 16). Parte do setor 1 e todo setor 2 ficam de frente para uma área urbana e sofrem com o efeito de borda (Figura 3). Existe uma transição drástica entre os dois ambientes, do fragmento para as áreas antrópicas urbanas e de pastagens. Os impactos como temperatura do solo, radiação solar, velocidade do vento e evapotranspiração ficam mais elevados nessas áreas que no interior (KPOS, 1989; CHEN et al., 1993; 1995). Além desses, outros fatores controlam a profundidade do efeito de borda, como a densidade de borda (McGARIGAL e MARKS, 1995; HAINES-YOUNG e CHOPPING 1996), e a orientação da borda (RIES et al., 2004). Considerando-se que o setor 2 tem o norte como orientação, recebe mais radiação solar (DIGNAN e BREN, 2003), sendo mais seco que as demais áreas, exigindo, por vezes, regar os cipós na estação seca. Isto pode causar um maior estresse sobre os cipós, provavelmente tornando-os mais suscetíveis a ataques dos besouros. Em resultado destas condições, o setor dois apresentou as maiores capturas de *Hypothenemus* das quatro áreas (Tabela 2), e o mais alto número de cipós mariri atacados (Figura 16).

Por outro lado, o fragmento de mata tem maior número de árvores, proporcionando mais sombra para a área do que os locais de reflorestamento, o que provavelmente resulta em um ambiente mais protegido e úmido. Cipós mariri neste ambiente encontram melhores condições para seu

desenvolvimento, tornando-o menos sensíveis a ataques da broca, resultando no número significativamente menor de orifícios de entrada de besouros observados (Figura 16).

Apesar do fato de o cipós caupuris e tucunacás serem considerados botanicamente da mesma espécie (CALLAWAY et al., 2005), os cipós caupuris tiveram um menor números desses orifícios que os tucunacás (Figura 16). As variedades diferentes de *B. caapi* são consideradas por alguns autores como variantes químicas, que são facilmente mantidas devido ao fato desses cipós serem normalmente propagadas vegetativamente por corte de haste (GATES, 1982; MCKENNA et al., 1984). No único estudo conhecido onde caupuri e tucunacá foram quimicamente comparados, os alcalóides β-carbolina foram ligeiramente mais elevados no caupuri, mas isso não foi estatisticamente significativo (CALLAWAY et al., 2005). No entanto, mais estudos são necessários para esclarecer este assunto, por fatores ambientais que influenciam na concentração de produtos químicos dentro dos cipós (ANISZEWSKI, 2007; MCKENNA et al., 1984).

Alcalóides são todos compostos secundários (ANISZEWSKI, 2007) que atuam como defensivos químicos, e é provável que o cipó *B. caapi* possua outras classes de metabolitos tais como, por exemplo, flavonóides, taninos, lignina e saponinas, entre outros (MCKENNA, 2004). Metabólitos secundários são considerados essenciais para a sobrevivência de plantas, que usam estes compostos como um mecanismo de defesa contra herbívoros, fungos e bactérias entre outros (SALMINEN e KARONEN, 2011; PETRUCZYNIK, 2010; WINK, 2010).

Não foram encontrados besouros vivos de Scolytinae e Bostrichidae dentro dos cipós verificados durante os experimentos. Isto pode ser atribuído a um efeito negativo dado por compostos secundários existentes nos cipós para os besouros, ou indiretamente, para os fungos que são utilizados por Scolytinae xilomicetófagos (todos Xyleborina, Dryocoetina e a maioria das espécies Corthylina) como sua principal fonte de alimento (WOOD, 2007).

As β-carbolinas harmalina (HEINZ et al., 1996; EI-GENGAIHI et al., 1997; RHARRABE et al., 2007; RIZWAN-UL-HAQ et al., 2010), harmina (EI-

GENGAIHI et al., 1997; CAVIN e RODRIGUEZ, 1998; BOUAYAD et al., 2012) e harmalol (EI-GENGAIHI et al., 1997) possuem propriedades inseticidas, enquanto harmina, harmalina (NENAAH 2010, AHMAD et al. 1992), harmol (AHMAD et al. 1992) e harmalol (NENAAH 2010) possuem propriedades antifúngicas. Os terpenóides estigmasterol, sitosterol (MBAMBO et al., 2012), ácido ursólico (JABEEN et al., 2011), ácido oleanólico (ZHAO et al., 2011) e nerolidol (LEE et al., 2008; PARK et al. 2009), também relatado em *B.caapi*, são conhecidos por possuírem propriedades anti-fúngicas.

Diante disso, pode-se esperar um efeito tóxico destes metabólitos secundários contra as brocas e seus fungos associados (CAVIN e RODRIGUEZ, 1998).

Os ataques de brocas diminuem com o aumento da altura acima do solo no cipó e com a diminuição do diâmetro do cipó (Figura 16). Uma provável explicação pode ser que os compostos secundários normalmente variam de acordo com o estágio de desenvolvimento e idade da planta (WINK, 2010). No entanto, esta variação quantitativa de compostos secundários é pouco conhecida (FEENY, 1976).

Quando os orifícios foram comparados aos tamanhos dos besouros, notou-se que a maioria foi de tamanho correspondente ao tamanho dos besouros Scolytinae; poucos foram de Bostrichidae (Figura 16). Isto foi um tanto quanto esperado, considerando que espécies Bostrichidae atacam madeira geralmente derrubada, ou hospedeiros enfraquecidos ou mortos, cujo tecido está um pouco seco (FISHER 1950, LESNE 1911). O fato de que alguns *M. brasiliensis* e *X. capucinus* foram encontrados dentro de ramos de cipós vivos de tucunacá (PEREIRA, R.)¹³, é considerado incomum. Várias espécies de Scolytinae, por outro lado, têm a capacidade de atacar hospedeiros vivos, quer estressado ou não (WOOD, 2007).

¹³ PEREIRA, R. Produtor e consultor agrícola, presidente do Núcleo da UDV onde se realizou o experimento. Foi o primeiro responsável pelo plantio de mariri em Campinas, e atualmente é vice-coordenador do plantio regional. Comunicação pessoal, 2010.

Os compostos secundários geralmente atuam nas partes mais novas da planta, e também nos tecidos mais propensos a ser exposto a herbívoros ou ataque de microrganismos. Assim, pode-se esperar que os ramos devam apresentar maior taxa de concentração desses compostos que as regiões inferiores do caule, especialmente de cipós mais antigos, com diâmetro de haste maior, onde foi encontrada a maioria dos orifícios (Figuras 16 e 17). As galerias feitas pelos besouros foram predominantemente restritas à casca, no floema, onde β -carbolinas devem estar em maior concentração. Já os besouros da família Cerambycidae foram capazes de sobreviver e completar seu ciclo em cipós mariri dentro das partes inferiores, no tecido do xilema, onde a concentração de β -carbolinas é menor que na casca (EGGERS, 1928).

Relatos de ataques de Cerambycidae foram tanto de regiões onde o cipó mariri ocorre naturalmente, como de regiões onde eles foram introduzidos (Tabela 8). No entanto, uma característica comum à maioria desses ataques foi que a maioria dos cipós atacados eram velhos, e apenas em Guidoval/MG os ataques foram mais severos no início do plantio. Isso ocorreu porque os cipós não tiveram árvores como suporte para o seu crescimento, não sendo protegidos pela sombra. Resultados dessa pesquisa sugerem que, quando os cipós são cultivados em condições onde o stress causado a eles é atenuado, este diminui as condições favoráveis para ataques de besouros.

Os sintomas de ataque por Cerambycidae podem variar; exsudação da seiva pode ocorrer, ou presença de fezes. Algumas vezes esses besouros podem anelar os galhos, chegando a quebrar o caule. Apesar do fato de que os ataques foram descritos como graves, na literatura citada, em geral danos por esses besouros podem ser considerados baixos. Segundo dados de ocorrência (Tabela 8) normalmente, a poda, remoção e queima de partes dos cipós impediram maiores ataques.

Em poucas ocasiões pessoas responsáveis por plantações de mariri, geralmente leigos, conseguiram a captura de adultos, ou larvas desses insetos, sendo apenas um inseto Cerambycidae do gênero *Oncideres* e um do gênero *Criodion* foram identificados (Tabela 8). O indivíduo de *Oncideres* foi capturado enquanto cortava um ramo do cipó mariri em um plantio em Itapecerica da

Serra/SP. Este gênero é composto de espécies polífagas (LIMA, 1936), e suas fêmeas serram os ramos de herbáceas ou de hospedeiros lenhosos saudáveis, onde ovipositam (HANKS, 1999).

O indivíduo de *Criodion* (Cerambycidae) foi encontrado em Governador Valadares/MG, em um cipó mariri que também continha diversas larvas que não foram identificadas. Esses cipós não tinham árvores como suporte e foram adubadas com bagaço de cana-de-açúcar. Esses Cerambycidae costumam se alimentar de leguminosas vivas (MARTINS, 2004), e parece que pelo menos a espécie relacionada com o cipó mariri se encaixa na categoria de espécies que se desenvolvem em ramos enfraquecidos (HANKS, 1999). Este é o primeiro registro destes dois gêneros em cipó *B. caapi* na literatura.

Alguns Cerambycidae foram encontrados nas armadilhas do experimento, e algumas larvas encontradas dentro do cipó caupuri, mas infelizmente não foi possível seu desenvolvimento no laboratório. Apesar da maioria dos orifícios estarem presente nos cipós tucunacá, muitos cipós da variedade caupuri, vindos de Belém/PA, com nós mais salientes, morreram com ataque de brocas. Os caupuris vindo de Manaus se mostraram mais resistentes, e nenhum foi atacado por besouros brocadores (PEREIRA, R.)¹⁴.

No geral, ficou constatado que os cipós cultivados em locais de reflorestamento foram mais suscetíveis ao ataque de besouros que os cipós dos fragmentos florestais, isso sendo realçado pelo efeito de borda nesses locais. Os ataques foram maiores nas regiões inferiores dos cipós, com maior diâmetro da haste e com idade superior. A variedade caupuri foi menos atacada que as plantas tucunacá, e nenhum besouro vivo foi encontrado após dissecções de galerias. As chances são de que os alcalóides β-carbolina, combinados ou não com outros metabólitos secundários presentes nos cipós, podem ter sido responsáveis pela ausência de besouros vivos dentro das galerias. As galerias foram encontradas apenas em algumas estruturas da

¹⁴ PEREIRA, R. Produtor e consultor agrícola, presidente do Núcleo da UDV onde se realizou o experimento. Foi o primeiro responsável pelo plantio de mariri em Campinas, e atualmente é vice-coordenador do plantio regional. Comunicação pessoal, 2010.

planta, como o floema, onde compostos secundários estão em sua maior concentração.

Há um interesse crescente em inseticidas botânicos, considerando que muitos inseticidas sintéticos não preenchem os requisitos para um manejo integrado de pragas (DEBASHRI e TAMAL, 2012; SCHMUTTERER, 1990). Considerando os resultados obtidos nestes experimentos, esforços devem ser feitos para estudar o papel de β -carbolinas na colonização de algumas brocas no cipó *B.caapi*, se esse pode atuar como repelente natural para esses besouros, e se houver, na diferença química entre as variedades caupuri e tucunacá.

7. CONCLUSÕES

Através da análise dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Houve uma alta biodiversidade de Scolytinae, que totalizaram 2879 insetos (68 espécies). As subtribos mais capturadas foram: Cryphalina (24 espécies), nos gêneros *Cryptocarenum*, *Hypocryphalus*, *Hypothenemus*; Xyleborina (23 espécies) *Ambrosiodmus*, *Coptoborus*, *Dryocoetoides*, *Premnobiuss*, *Theoborus*, *Xyleborinus*, *Xyleborus*, *Xylosandrus* e *Corthylina* (12 espécies) *Amphicranus*, *Corthylus*, *Microcorthylus*, *Monarthrum*, *Tricolus*. Representantes das subtribos *Micracina* (*Hylocurus*, *Micracis*), *Bothrosternina* (*Cnesinus*, *Pagiocerus*) e *Dryocoetina* (*Coccotrypes*) foram os menos capturados, com três espécies cada.
- Na família Bostrichidae foram capturados 299 insetos (5 espécies) distribuidos nas subfamílias *Dinoderinae* (*Dinoderus*), *Bostrichinae* (*Dolichobostichus*, *Micrapate*), e *Xyloperthini* (*Xylopsocus*), e na subfamília *Platypodinae* foram capturados apenas 14 insetos, no gênero *Euplatypus*.
- Foram encontradas seis novas espécies registradas para o estado de São Paulo: *Coptoborus catulus* Blandford, *Dryocoetoides cristatus* Fabricius, *Xyleborus intersetosus* Blandford, *Xyleborus posticus* Eichhoff, *Pagiocerus eggersi* Blandford, *Hylocurus retusipennis* Blandford.
- A maior captura em armadilhas foi nos setores 1 e 2 (área reflorestada), onde houve maior número de mortes dos cipós. O setor 2 teve o menor índice de diversidade de insetos e uma maior captura de *Hypothenemus* e *Cryptocarenum*, insetos bioindicadores de áreas degradados. O setor é o mais antropizado, e sofre com o efeito de borda, ventos, radiação solar, o que o torna mais seco.
- Não houve variação sazonal no ano da pesquisa sendo capturados besouros em ambas as estações: fria e seca/ quente e chuvosa.

- As plantas com orifícios feitos pelos besouros foram encontradas apenas nos setores 1 e 2, de área reflorestada, sendo o setor 2 significativamente de maior ocorrência.
- A variedade mais atacada foi a do mariri tucunacá, nos cipós de tamanho grande (G), com mais de 10 anos de idade. A altura de ataque ocorreu de 0 a 1m do solo.
- O tamanho dos orifícios encontrados, de diâmetro entre 0,8-1,5 mm é mais compatível para ataques de Scolytinae do que de Bostrichidae e foi significadamente mais encontrados nos cipós.
- Não se encontrou besouros dentro dos cipós, as galerias eram pequenas e superficiais, devido provavelmente devido à concentração de alcalóides, compostos secundários, usados como mecanismo de defesa da planta. Pode-se dizer que as β -carbolinas harmalina, harmina e tetratetrahidroharmina funcionam com ação anti fúngica e inseticidas. Cipós grandes, mais velhos, e a região próxima ao caule podem apresentar menor quantidade desses compostos.
- Foram encontradas larvas de Cerambycidae nos cipós caupuris mortos. Esses insetos se desenvolvem no xilema onde β carbolinas é menor.
- A maioria dos ataques ocorridos em outras regiões brasileiras foi de Cerambycidae, em áreas degradadas, contornadas pelo plantio de cana-de-açúcar e uso de queimadas. Os cipós jovens que foram atacados não tiveram árvores como suporte.

8. REFERÊNCIAS

- ABBASIPOUR, H.; MAHMOUDVAND, M.; RASTEGAR, F.; BASIJ,M. Insecticidal activity of Peganum harmala seed extract against the diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Bulletin of Insectology*, v. 63 (2), p. 259-263, 2010.
- ABREU, R. L. S.; FONSECA, C. R. V.; MARQUES, E. N. Análise das principais espécies de scolytidae coletadas em floresta primária no estado do amazonas. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil*, Jaboticabal, v. 26 (3), p. 527-535, 1997.
- AHMAD, A.; KHAN, K.A.; SULTANA, S.; SIDDIQUI, B. S.; BEGUM, S.; FAIZI, S.; SIDDIQUI, S. Study of the in vitro antimicrobial activity of harmine, harmaline and their derivatives. *Journal of Ethnopharmacology*, Amsterdam, v 35 (3), p.289-94, 1992.
- ANDERSON, R. F. *Forest and shade tree entomology*. New York: John Wiley, 428 p., 1964.
- ANDERSON, R. S.; SMITH. S. J.; LYNCH, A. M.; GEILS, B. W. The pollen record of a 20th century spruce beetle (*Dendroctonus rufipennis*) outbreak in a Colorado subalpine forest, USA. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 260, p. 448-455, 2010.
- ANDERSON, W. R. Floral conservatism in neotropical Malpighiáceae. *Biotropica*, Washington, v. 11, p. 219-223, 1979.
- ANDERSON, W. R. Malpighiaceae. In: *The botany of the Guayana Highland*, Part XI. Mem. New York Bot. Garden, v. 32, p. 21-305, 1981.
- ANDERSON, W. R. The taxonomy of jubelina (Malpighiaceae). *Contributions from the University of Michigan Herbariu*, Ann Arbor, v. 17, p. 21-37, 1990 a.
- ANDERSON, W. R. The origin of the Malpighiaceae: the evidence from morphology. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, New York, v. 64, p. 210-224, 1990 b.
- ANDERSON, W. R.; GATES. B. Notes on Banisteriopsis (Malpighiaceae) from south central Brasil. *Contribuições da University of Michigan Herbarium*, Michigan, v. 11(2), p. 51-55, 1975.
- ANISZEWSKI, T. Alkaloids - secrets of life. *Elsevier*, Amsterdam, 316 p., 2007.
- ARNETT, R. H. *The beetles of the United States*: A manual for identification. Ann Arbor. American Entomological Institute, p. 397-1033, 1968.

ATKINS, M. D. A. Study of the flight of the douglas-fir beetle, *Dendroctonus pseudotsugae* Hopk, (Coleoptera: Scolytidae). I flight preparation and response. *The Canadian Entomologist*, Ottawa, v. 91 (5), p. 283-91, 1959.

ATKINS, M. D. A study of flight of the douglas-fir beetle *dendroctonus pseudotsugae* hopk. (Coleoptera: Scolytidae) III. flight capacity. *The Canadian Entomologist*, Ottawa, v. 93 (6), p. 467-474, 1961.

ATKINSON, T. H.; EQUIHUA, M. Biology of the Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera) in a tropical deciduous forest at Chamela, Jalisco, Mexico. *Florida Entomologist*, Gainesville, v. 69, p. 303-310, 1986.

ATKINSON, T. H.; FOLTZ, J. L.; WILKINSON, R. C. *Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky), an Asian ambrosia beetle recently introduced into Florida (Coleoptera: Scolytidae). Florida: Department of Agriculture and Consumer Services. *Entomology, circular* 310, p.4, 1988.

ATKINSON, T.H., PECK, S. Annotated checklist of the bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Platypodidae and Scolytidae) of tropical southern Florida: *Florida Entomologist*, v. 77 (3), p. 313-329, 1994.

AUKEMA, B. H.; RAFFA, K. F. Chemically mediated predator-free space: herbivores can synergize intraspecific communication without increasing risk of predation. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 26 (8), p. 1923-1939, 2000.

AUKEMA, B. H.; RAFFA, K. F. Behavior of adult and larval *Platysoma cylindrical* (Coleoptera: Histeridae) and larval *Medetera bistriata* (Diptera: Dolichopodidae) during Subcortical predation of *Ips pini* (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of Insect Behavior*, New York, v. 17 (1), p.115-128, 2004.

AYRES, B. D.; AYRES, M. P.; ABRAHAMSON, M. D.; TEALE, S. A. Resource partitioning and overlap in three sympatric species of *Ips* bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) Department of Entomology, University of California, USA. *Oecologia*, Berlin, v. 128, p. 443-453, 2001.

BAKER, W. L. Eastem forest insects. USDA. *Forest Service Miscellaneous publication*. Washington, v. 1175, p. 264, 1972.

BAKKE, A.; SAETHER, T.; KVAMME, T. Mass trapping of the spruce bark beetle *Ips typographus* pheromone and trap technology. *Medd. Nor. Inst. Skogforsk*, Sweden, v. 38, p. 1-35, 1983.

BARROSO, G. M.; GUIMARÃES, E. F.; ICHASO, C. L. F.; COSTA, C. G.; PEIXOTO, A. L.; LIMA, H. C. *Sistemática de angiospermas do Brasil*. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, v. 2, 1991.

BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. *Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas*. Viçosa, MG: Ed. UFV, 1999.

BATRA, L. R. Ecology of ambrosia fungi and their dissemination by beetles. *Transactions of the Kansas Academy of Science*. Lawrence, v. 66 (2), p. 213-36, 1963.

BAUER, J.; VITÉ, J. P. Host selection by *Trypodendron lineatum*. *Naturwissenschaften*, Berlin, v. 62, p. 539, 1975.

BEAVER, R.A. Biological studies of Brazilian Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera). The tribe Xyleborini. *Zeitschrift fur Angewandte Entomologie*. Hamburg, v. 80, p. 15-30, 1976.

BEAVER, R. A. Bark and ambrosia beetles in tropical forests. In: *Biotrop Special Publication*. Bogor: Biotrop Seameo Regional Center for Tropical Biology, Biotrop Special, Publication 2, p. 133-149, 1977.

BEAVER, R. A. Host specificity of temperate and tropical animals. *Nature*. London, v. 281, p. 134-141, 1979.

BEAVER, R. A. Biological studies on ambrosia beetles of the Seychelles (Col., Scolytidae and Platypodidae). *Zeitschrift fur Angewandte Entomologie*. Hamburg, v. 105, p. 62-73, 1988.

BEDARD, W. D. Control of the mountain pine beetle by means of chemicals. *Journal of Forestry*, Washington, v. 36, p. 35-40, 1938.

BELANGER, R. P. Silvicultural guidelines for reducing losses to the southern pine beetle. In: THATCHER, R. C.; SEARCY, J. L.; COSTER, J. E.; HERTEL, G. D. (Ed.). *The southern pine beetle*. Washington: USDA Forest Service, Technical Bulletin 1631, p.165-176, 1980.

BENTES-GAMA, M. M.; PEREIRA, N. S.; CAPELASSO, P. H. S.; SALMAN, A. K. D.; VIEIRA, A. H. *Especies arbóreas nativas com potencial para recuperação de paisagens alteradas em Rondônia*. EMBRAPA Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia, Porto Velho. Documento 128, 36 p., 2008.

BENTO, J. M. S.; VILELA, F. E.; DELLA LUCIA, T. M. C.; LEAL, W. S.; NOVARETTI, W. R. T. *Migdolus: biologia, comportamento e controle*: Ed. Bento, J. M. S. Salvador, 58p, 1995.

BENTZ, B. 2008. *Western U.S. bark beetles and climate change*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Climate Change Resource Center. Disponível em: <<http://www.fs.fed.us/ccrc/topics/bark-beetles.shtml>>. Acessado em: 10 out. 2011.

BENTZ, B. J.; MULLINS, D. E. Ecology of mountain pine beetle cold hardening in the intermountain west. *Environmental Entomology*, College Park, v. 28 (4), p. 577-587, 1999.

BENTZ, B. J.; RÉGNIÈRE, J.; FETTIG, C. J.; HANSEN, E. M.; HAYES, J.; HICKE, J. A.; KELSEY, R. G.; NEGRÓN, J. F.; SEYBOLD, S. J. Climate change and bark beetles of the Western United States and Canada: direct and indirect effects. *Bioscience*, Washington, v. 60 (8), p. 602-613, 2010.

BERISFORD, C. W. Natural enemies and associated organisms. In: THATCHER, R. C.; SEARCY, J. L.; COSTER, J. E.; HERTEL, G. D. (Ed.). *The southern pine beetle*. Washington: USDA Forest Service, Technical Bulletin, 1631, Chap. 3, p. 31-52, 1980

BERRYMAN, A. A. A synoptic model of the lodgepole pine/mountain pine beetle interaction and its potential application in forest management. In: *Theory and practice of mountain pine beetle management in lodgepole pine forest*. National Science Foundation Washington State University/USDA. Washington, USDA, 1978.

BERTI FILHO, E. Coleópteros de importância florestal, Scolytidae. *IPEF*. Piracicaba, 19, p. 39-43, 1979.

BERTI FILHO, E. *Insetos associados a plantações de espécies do gênero Eucalyptus nos Estados da Bahia, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e São Paulo*. 1981. 176 f. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queirós”, Piracicaba, 1981.

BERTI FILHO, E; CERIGNONI, J.A.; JUNIOR, C.N.S. *Phoracantha semipunctata* Fabricius (Coleoptera,Cerambycidae) broca de Eucalyptus spp., nativa da Austrália, já ocorre no Estado de São Paulo. *IPEF*, Piracicaba, 48/49, p. 142-143, 1995.

BERTI FILHO, E.; FLECHTMANN, C. A. H. A model of ethanol trap to Collect Scolytidae and Platypodidae (Insecta, Coleoptera). *IPEF*, Piracicaba, 34, p. 53-56, 1986.

BILLINGS, R. F. Direct control. In: THATCHER, R. C.; SEARCY, J. L.; COSTER, J. E.; HERTEL, G. D.(Ed). *The southern pine beetle*. Washington: USDA. Technical Bulletin, 1631, p. 179-192, 1980.

BLACK, S. A.; SLESSOR, K. N. Sulcatol: synthesis of an aggregation pheromone. *Journal of Chemical Education*, Canada, v. 59 (3), p. 255-256, 1982.

BLINDA, F.; JOLY, L. J. Los Bostrichidae (Coleoptera) de Venezuela. *Boletín de Entomología Venezolana*, Caracas, v. 6 (2), p. 83-133, 1991.

BOOTH, R. G.; COX, M. L.; MADGE, R. B. Guides to insects of importance to man: 3. Coleoptera Nitidulidae. In: BOOTH, R. G.; COX, M.L.; MADGE, R.B. (Ed.). London, *International Institute of Entomology*. The Natural History Museum, p. 73-74, 1990.

BORDEN, J. H. Factors Influencing The Response of *Ips confusus* (Coleoptera: Scolytidae) to male attractant. *The Canadian Entomologist*, Ottawa, v. 99 (11), p. 1164-1193, 1967.

BORROR, D. J.; DeLONG, D. M. *Introdução ao estudo dos insetos*. São Paulo: Edgard Blücher, 1969. 653 p.

BOUAYAD, N.; RHARRABE, K.; LAMHAMDI, M.; NOUROUTI, N.G.; SAYAD, F. Dietary effects of harmine, a β -carboline alkaloid, on development, energy reserves and α -amylase activity of *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae). *Saudi Journal of Biological Sciences*, Riyadh, v.19 (1), p. 73-80, 2012.

BRITO, G.S. Farmacologia humana da hoasca (chá preparado de plantas alucinógenas usado em contexto ritual no Brasil) in: LABATE, B. C.; ARAUJO, W. S. 2002. *O Uso Ritual da Ayahuasca*. Campinas: Mercado de Letras; São Paulo: Fapesp, 2002.

BROCKERHOFF, E. G.; KNÍZEK, M.; BAIN, J. Checklist of indigenous and adventive bark and ambrosia beetles (Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae) of New Zealand and interceptions of exotic species (1952-2000). *New Zealand Entomologist*, Nelson, 26, p. 29-44, 2003.

BROWNE, F. G. The biology of Malayan Scolytidae and Platypodidae. *The Malayan Forest Records*, Kuala Lumpur, v. 22, (1), 1961, 255 p.

BROWNE, F. G. Notes on *Xyleborus ferrugineus* (F.), (Coleoptera, Scolytidae). In: *Report of The West African Timber Borer Research Unit*, 5, Bureau: CAB.: 47-55, 1962. Disponível em:
<http://www.cabdirect.org/abstracts/19630500978.html;jsessionid=9910FD7ABFD9B529BD789BE9EC30DB9A?freeview=true>. Acessado em: 20 dez. 2011.

BUCSA, C.; TĂUŞAN, I. Preliminary data on Xylophagous beetles (Insecta: Coleoptera) from the “breite ancient oak trees” nature reserve (Sighișoara, Romania). *Brukenthal Acta Musei*, v. 3, p. 593-606, 2010. Disponível em:<http://myrmecosromanica.files.wordpress.com/2011/01/bucsa_tausan_2010.pdf>. Acessado em: 12 nov. 2011.

BYERS, J. A. Chemical ecology of bark beetles. Department of Ecology, Animal Ecology, University of Lund. Birkhauser verlag, CH4010, Lund (Sweden), v. 45, p. 271-283, 1989.

BYERS, J. A. Attraction of bark beetles, *Tomicus piniperda*, *Hylwgops palliatus*, and *Trypodendron domesticum* and other insects to short-chain alcohols and monotetpenes. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 18, p. 2385-2402, 1992.

BYERS, J. A. Host-tree chemistry affecting colonization in bark beetles. In: CARDE, R. D.; BELL, W. J. (Ed.). *Chemical ecology of insects 2*, New York, Chapman & Hall, p. 154-213, 1995.

BYERS, J. A. Effects of attraction radius and flight paths on catch of scolytid beetles dispersing outward through rings of pheromone traps. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 25, p. 985-1005, 1999.

BYERS, J. A. Wind-aided dispersal of simulated bark beetles flying through forests. *Ecological Modelling*, Amsterdam, v. 125, p. 231-243, 2000.

BYERS, J. A. Chemical ecology of bark beetles in a complex olfactory landscape. In: LIEUTIER, F. et al. *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis*, Dordrecht: Springer, Chap. 8, p. 89-134, 2004.

BYERS, J. A.; WOOD, D. L. Interspecific Inhibition of The Response of the Bark Beetles *Dendroctonus brevicomis* and *Ips paraconfusus* to their pheromones in the Field. *Journal Chemical Ecology*, New York, v. 6: p. 149-164, 1980.

BYERS, J. A.; LÖFQVIST, J. Flight Initiation and survival in the bark beetle *Ips Typographus* (Coleoptera: Scolytidae) during the spring dispersal. *Holarctic Ecology*. V. 12, n.4, p. 432-440, 1989. Disponível em:
<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/3682052.pdf?acceptTC=true>. Acessado em: 12 fev. 2012.

BYERS, J. A.; LANNE, B. S.; LÖFQVIST, J. Host tree unsuitability recognized by pine shoot beetles in Båtigt. *Experientia, Department of Animal Ecology, Lund University, SE-223 62 Lund, (Sweden)*, v. 45: 489-492, 1989 a.

BYERS, J. A.; ANDERBRANT, O.; LOFQVIST, J. Effective attraction radius: a method for comparing species attractants and determining densities of flying insects. *Journal Chemical Ecology*, New York, v. 15, p. 749- 65, 1989b.

CAIRNS, D. M.; LAFON, C. W.; BIRT, A. G.; WALDRON, J. D.; TCHAKERIAN, M.; COULSON, R. N.; XI, W.; KLEPZIG, K. *Simulation Modeling as a Tool for Understanding the Landscape Ecology of Southern Pine Beetle Infestations in Southern Appalachian Forests*. Geography Compass 2, p. 580-599. doi: 10.1111/j.1749-8198.2008.00098.x, Texas USA, 2008.

CALLAWAY, J.C.; McKENNA, D.J.; GROB, C.S.; BRITO, G.S.; RAYMON, L.P.; POLAND, R.E.; ANDRADE, E.N.; ANDRADE, E.O.; MASH, D.C. Pharmacokinetics of Hoasca alkaloids in healthy humans. *Journal Ethnopharmacol*, v. 65, (1), p. 243-56, 1999.

CALLAWAY, J.C.; BRITO, G.S.; NEVES, E.S. Phytochemical analyses of *Banisteriopsis Caapi* and *Psychotria Viridis*. *Journal of Psychoactive Drugs*, San Francisco, v. 37(2), p. 145-150, 2005.

CAMERON, R. S.; BILLINGS, R. F. Southern pine beetle: factors associated with spot occurrence and spread in young plantations. *Southern Journal of Applied Forestry*. Washington, v. 12, p. 208-214, 1988.

CARPANETO, G.; AUDISIO, P.; COLONNELLI, E.; BOLOGNA, M. *Fauna, Italian ministry of the environment and territory protection*, by Graphic linea print factory - Udine, Italy, 2006. Disponível em: <www.comune.udine.it/.../ComuneUdine/.../15-faggete_gb_02.pdf>. Acessado em 10/2011.

CARRANO-MOREIRA, A. F. *Análise faunística de Scolytidae em comunidades florestais no Estado do Paraná*. 1985. 90f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, 1985.

CARRERA, M. *Entomologia para você*. São Paulo: Editora Nobel, 185 p., 1980.

CARROLL, A. L.; SAFRANYIK, L. 2004. The bionomics of the mountain pine beetle in lodgepole pine forests: establishing a context. In: SHORE, T. L.; BROOKS, J. E.; STONE, J. E. (Ed.). *Mountain pine beetle symposium: challenges and solutions*. Kelowna, British Columbia, October, 30-31, 2003, Canada: Natural Resources Canada, Canadian Forest Service. Victoria, British Columbia, p. 21-32, 2004.

CARROLL, A. L.; SHORE, T. L.; SAFRANYIK, L. 2006. Direct control: theory and practice In: SAFRANYIK, L.; WILSON, B. (Ed.) *The mountain pine beetle: a synthesis of biology, management, and impacts on lodgepole pine*. Natural Resources Canadá, Canadian Forest Service. Victoria, British Columbia, p. 155-172, 2006.

CARROLL, A.L; TAYLOR, S.W.; RÉGNIÈRE, J.; SAFRANYIK, L. 2003. Effects of Climate Change on Range Expansion by the Mountain Pine Beetle in British Columbia In: SHORE, T. L.; BROOKS, J. E.; STONE, J. E. (Ed.). *Mountain Pine Beetle Symposium: Challenges and Solutions*. October 30-31, 2003, Kelowna, British Columbia. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific . Forestry Centre. Victória, British Columbia, 2003, 298 p.

CARROLL, A. L.; TAYLOR, S. W.; RÉGNIÈRE, J.; SAFRANYIK, L. Effects of climate change on range expansion by the mountain pine beetle in British Columbia. In: SHORE, T. L.; BROOKS, J. E.; STONE, J. E. (Ed.). *Mountain pine beetle symposium: challenges and solutions*. October 30-31, 2003. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre. Victoria, British Columbia, p. 223-232, 2004.

CARVALHO, A. O. R. Análise faunística de coleópteros coletados em plantas de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake e *Eucalyptus saligna* Sm, 1984. 102 f. Dissertação de Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1984.

CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER ,C. H.; BENCHIMOL, R. L.; KATE, A. K.; ALVES, R. M. Copoasu (*Theobroma grandiflorum* Willd. Ex Spreng. Shum.): cultivo y utilizacion. *Manual Técnico da Secretaria Pro-Tempore del Tratado de Cooperacion Amazonica*, Caracas, 1999, 42 p.

CATTANIO, J. H.; BARBOSA, J. B. F.; CORRÊA, M. A. Conservação genética do mariri (*Banisteriopsis sp*) e chacrona (*Psychotria sp*) – banco de germoplasma. In: COSTA, J. B. *Hoasca, ciência, sociedade e meio ambiente*. Campinas: Mercado das Letras, 2011, 360 p.

CAVIN, J. C.; RODRIGUEZ, E. The Influence of dietary α -carboline alkaloids on growth rate, food consumption, and food utilization of larvae of *Spodoptera exigua*. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 14 (2), p. 475-484, 1988.

CHABOUSOU, F. *Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose*. Porto Alegre: L. & PM, 1987, 320 p.

CHAPMANN, J. A. Field studies on attack flight and log selection by the ambrosia beetle *Trypodendron lineatum* Oliv. (Coleoptera: Scolytidae). *Canadian Entomologist*, Ottawa, v. 94 (1), p. 74-92, 1962.

CHASKO G. G.; GATES, J. E. Avian habitat suitability along a transmission-line corridor in an oak-hickory forest region. *Wildl. Monogr*, v. 82 (1), 1982, 41p.

CHAUÍ, M. *Brasil: Mito fundador e sociedade autoritária*. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2000, 104p.

CHEN, J., FRANKLIN, J. F.; SPIES, T. A. Contrasting microclimates among clear-cut, edge, and interior of old-growth Douglas-fir forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, Oxford, v. 63 (3/4), p. 219–237, 1993.

CHEN, J., FRANKLIN, J.F., SPIES, T.A. Growing-season microclimatic gradients from clearcut edges into old-growth Douglas-fir forests. *Ecological Applications*, Tempe, v. 5 (1), p. 74-86, 1995.

CHÉNIER , J. V. R. ; PHILOGÈNE, B. J. R. Evaluation of three trap designs for the capture of conifer-feeding beetles and other forest Coleoptera. *The Canadian Entomologist*, Ottawa, v. 121 (2), p. 159-167, 1989 a.

CHÉNIER, J.V.R., PHILOGÈNE, B.J.R. Field responses of certain forest Coleoptera to conifer monoterpenes and ethanol. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 15 (6), p. 1729-1745, 1989 b.

CHONG, J. H; REID, L.; WILLIAMSON, M. Distribution, host plants, and damage of the black twig borer, *Xylosandrus compactus* (Eichhoff), in South Carolina. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, Clemson, v. 26 (4), p. 199-208, 2009. Disponível em:

<<http://scentsoc.org/Volumes/JAUE/26/2640199.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2012.

CLARK, W. E. Revision of the fischeri species group of the genus *Anthonomus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). *Transactions of the American Entomological Society*, v. 116 (3), p. 619-642, 1990.

CLARKE, S. R.; BILLINGS, R. F.; SALOM, S. M.; WAYNE BERISFORD, C. Technology transfer of treatments using verbenone for the suppression of southern pine beetle infestations. In: GRÉGOIRE, J. C.; LIEBHOLD, A. M.; STEPHEN, F. M.; DAY, K. R. ; SALOM, S. M. (Ed.). *Proceedings: Integrating Cultural Tactics Into the Management of Bark Beetle and Reforestation Pests*. Washington: USDA, (Forest Service General Technical Report NE-236), p. 95-100, 1997.

COISSI, J. USP testa "chá do Santo Daime" contra depressão. *Folha de Ribeirão*. Ribeirão Preto, 19 de nov. 2008.

COLE, D. M. Feasibility of silvicultural practices for reducing losses to the mountain pine beetle in lodgepole pine forests. In: NATIONAL SCIENCE FOUNDATION WASHINGTON STATE UNIVERSITY/ USDA. *Forest Service Held at Washington State University*. Forest, Wildlife and Range Experiment Station. Idaho: University of Idaho, Moscow, p.140-147, 1978 a.

COLE, W. E. Management strategies for preventing mountain pine beetle epidemics in lodgepole pine stands: based on empirical models. In: NATIONAL SCIENCE FOUNDATION WASHINGTON STATE UNIVERSITY/ USDA. *Forest Service Held at Washington State University. Forest, Wildlife and Range Experiment Station Theory and practice of mountain pine beettle management in lodgepole pine forest*. Idaho: University of Idaho, Moscow, p. 87-97, 1978 b.

COLEMAN, T.; CLARKE, S.; MEEKER, J.; RIESKE, L. Forest Composition following overstory mortality from southern pine beetle and associated treatments. *Canadian Journal of Forest Research*, Ottawa, v. 38 (6), p. 1406 - 1418, 2008. Disponível em:

<<http://naldc.nal.usda.gov/download/18075/PDF>>. Acesso em: 20 mar. 2012.

CONDÉ, P. A. Ecologia: zelo com o mariri e a chacrona e a preservação e melhoria da paisagem e do ambiente. In: COSTA, J. B. *Hoasca, ciência, sociedade e meio ambiente*. Campinas: Mercado das Letras, 2011, 360 p.

COOPS, N. C.; JOHNSON, M.; WULDER, M. A.; WHITE, J. C. Assessment of Quick Bird high spatial resolution imagery to detect red attack damage due to mountain pine beetle infestation. *Remote Sensing of Environment*, New York, v. 103 (1), p. 67-80, 2006.

CORRÊA, M. A. Aspectos botânicos (organográficos) e taxonômicos de *Banisteriopsis caapi*. Symposium paper presented at 1st Congresso em saúde, Centro de Estudos Médicos – União do Vegetal. São Paulo, 30 maio a 2 junho de 1991.

CORRÊA, M. A. Distribuição, cultivo, sustentabilidade e conservação das espécies utilizadas na preparação da bebida Hoasca. In: COSTA, J. B. *Hoasca, ciência, sociedade e meio ambiente*. Campinas: Mercado das Letras, 2011, 360 p.

COSTA, C.; VANIN, S. A.; CASARI-CHEN, S. A. *Larvas de coleóptera do Brasil*. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo; FAPESP, 1988, 165 p.

COSTA, E. C.; LINK, D. Ocorrência e flutuação de Bostrichidae (Coleoptera) em ecossistemas florestais. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 6, 1988, Nova Prata. *Anais...* Nova Prata: [S.n.]. v. 1, p. 619-631, 1988.

COSTELLO, S. L., NEGRÓN, J. F., JACOBI, W. R. Traps and attractants for wood-boring insects in ponderosa pine stands in the Black Hills, south Dakota. *Journal of Economic Entomology*, Menasha, v.101 (2), p. 409-420, 2008.

COULSON, R. N.; STEPHEN F. M. Impact of insects on forest landscapes: implications for forest health management. In: PAINÉ, T. D. (Ed.). *Invasive forest insects, introduced forest trees, and altered ecosystems: ecological Pest Management in Global Forests of a Changing World*. New York: Springer, p. 101-125, 2006.

COUTURIER, G.; TANCHIVA, E. *Xylosandrus Compactus* (Coleoptera: Scolytidae) nueva praga del “camu-camu” (*Myrciaria dubia*, Myrtaceae), en la amazonía peruana. *Revista Peruana de Entomología*, Lima, v. 34, p. 31-32, 1991.

COYLE, D. R; BOOTH, D. C.; WALLACE, M. S. Ambrosia Beetle (Coleoptera: Scolytidae) Species, Flight, and Attack on Living Eastern Cottonwood Trees. *Forest Entomology*. *Journal of Economic Entomology*, v. 98 (6), p. 2049-2057, 2005.

DALL'OGLIO, O. T.; PERES FILHO, O. Levantamento e flutuação populacional de coleobrocas em plantios homogêneos de seringueira em Itiquira – MT. *Scientia Forestalis*, Piracicaba (51), p. 49-58, 1997.

DATERMAN, G. E.; RUDINSKY, J. A.; NAGEL, W. P. *Flight patterns of bark and timber beetles associated with coniferous forest of western Oregon*. Oregon: Oregon State University, Agriculture Experiment Station. Technical Bulletin, 87, 1965, 46 p.

- DEBASHRI, M., TAMAL, M. A Review on efficacy of *Azadirachta indica* A. Juss based biopesticides: an Indian perspective. *Research Journal of Recent Sciences*, Karachi, v. 1 (3), p. 94-99, 2012.
- DESROCHERS A.; FORTIN M. J. Understanding avian responses to forest boundaries: a case study with chickadee winter flocks. *Oikos*, v. 91, p. 376-384, 2000.
- DEPIERI, R. A; MARTINEZ, S. S. Redução da sobrevivência da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae), e do seu ataque aos frutos de café pela pulverização com nim em laboratório. *Neotropica entomology*, Londrina, v. 39 (4), 2010.
- DIGNAN, P.; BREN, L. Modelling light penetration edge effects for stream buffer design in mountain ash forest in southeastern Australia. *Forest Ecology and Management*. Amsterdam, v. 179(1/3), p. 95-106, 2003.
- DINIZ, I. R.; MORAIS, H. C. Larvas de Lepidoptera e suas plantas hospedeiras em um cerrado de Brasília, DF, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, Curitiba, v. 39 (4), p. 775-770, 1995.
- DINIZ, I. R.; MORAIS, H. C.; CAMARGO, J. A. Host plants of lepidopteran caterpillars in the cerrado of the Distrito Federal, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, Curitiba, v. 45 (2), p. 107-122, 2001.
- DIXON, W. N.; WOODRUFF, R. E. The black twig borer, *Xylosandrus compactus* (Eichhoff) (Coleoptera: Scolytidae). Florida: FL Dept. Agriculture Consumer Serv., *Plant Industry Entom. Circ.* 250, 1982, 2 p. Disponível em: <<http://faculty.ncf.edu/mccord/pdf/BlackTwigBorer.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2012.
- DODDS, K. J.; DUBOIS, G.; HOEBEKE, R. Trap type, lure placement, and habitat effects on cerambycidae and scolytinae (Coleoptera) catches in the Northeastern United States. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 103 (3), p. 698-707, 2010.
- DOERR, M. D; BRUNNER, J. F; SMITH, T. J. Biology and management of bark beetles (Coleoptera: Curculionidae) in Washington *Cherry Orchards*. *Journal of the Entomological Society of British Columbia*, Victoria, v. 105, p. 69-81, 2008. Disponível em: <http://www.sfu.ca/biology/esbc/Journal/journal2008/Doerr_2008_Article_Galley.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2012.
- DONALDSON, S. G.; SEYBOLD, S. J. *Thinning and sanitation: tools for the management of bark beetles in the lake tahoe basin*. Reno: University of Nevada Cooperative Extension, Fact Sheet FS-98-42, 1998.

DORVAL, A.; PERES FILHO, O. Levantamento e flutuação populacional de coleópteros em vegetação do cerrado da baixada cuiabana, MT. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 11 (2), p. 171-182, 2001.

DORVAL, A.; PERES FILHO, O. ; MARQUES E. N. Levantamento de Scolytidae (Coleoptera) em Plantacões de Eucalyptus spp. em Cuiabá , estado de Mato Grosso. *Ciência Florestal* (14), p. 47-58, 2004.

DUEHL, A. J.; KOCH, F. H.; HAIN, F. P. Southern pine beetle regional outbreaks modeled on landscape, climate and infestation history. *Forest Ecology and Management*. Amsterdam, v. 261, p. 473–479, 2011.

DUTE, R. R; MILLER, M. E.; DAVIS, M.; WOODS, F. M.; MCLEAN, K. S. Effects of ambrosia beetle attack on *Cercis Canadensis*. *IAWA Journal*, Utrecht, v. 23 (2), p. 143-160, 2002.

EGGERS, H. Ipidae (Coleoptera) da América do Sul. *Arquivos do Instituto Biológico de Defesa Agrícola e Animal*, São Paulo, v. 1, p. 83-99, 1928.

EL-GENGAIHI, S. E.; DIMETRY, N. Z.; MOHAMED, S. M. Chemical and biological investigation of harmful plant. 2. Alkaloid investigation. *Journal of Applied Entomology*, Berlin, v. 121(1/5), p. 165-167, 1997.

EMMONS, L. H.; GENTRY, A. H. Tropical forest structure and the distribution of gliding and prehensile-tailed vertebrates. *American Naturalist*, Chicago, v. 121 (4), p. 513-524, 1983.

ENGEL, V. L.; FONSECA, R. C. B.; OLIVEIRA, R. E. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. Série Técnica IPEF, v. 12 (32), p. 43-64, 1998.

ERBILGIN, N.; GILLETTE, N. E.; MORI, S. R.; STEIN, J. D.; OWEN, D. R.; WOOD, D. L. Acetophenone as an Anti-attractant for the Western Pine Beetle, *Dendroctonus Brevicomis* LeConte (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of Chemical Ecology*. New York, v. 33, p. 817-823, 2007.

ESSEEN, P. A. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology*, Boston, v. 19 (3), p. 768-782, 2005.

FEENY, P. P. Plant apparency and chemical defense. In: WALLACE, J.W., MANSELL, R.L. (Ed.). Biochemical interaction between plants and insects. Plenum Press, New York. Recent Advances in Phytochemistry, p. 1-40, 1976.

FINNEGAN, R. J. Notes on the biology of the pitted ambrosia beetle, *Corthylus punctatissimus* (Coleoptera: Scolytidae), in Ontario and Quebec. *The Canadian Entomologist*, Otawa, v. 99 (1), p. 49-54, 1967.

FISHER, W. S. A Revision of the North American Species of beetles belonging to the Family Bostrichidae. United States Department of Agriculture, Washington: *Miscellaneous Publication* 698, 1950.

FISCHER, R. C.; THOMPSON, G. H.; WEBB, W. E. Ambrosia beetles in forest and sawmill: their biology, economic importance and control. *Forestry Abstracts*, Farnham Royal, v. 15, p. 3-15, 1953.

FLECHTMANN, C. A. H.; COUTO H. T. Z.; GASPARATO, C. F.; BERTI FILHO, E. Scolytidae em reflorestamento com pinheiros tropicais. Piracicaba: IPEF, 1995, 201 p.

FLECHTMANN, C. A. H.; OTTATI, A. L. T. Scolytidae em área de mata nativa de cerrado em Selvíria/MS. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, São Paulo, v. 25 (2), p. 285-288, 1996.

FLECHTMANN, C. A. H.; GASPARATO, C. L.; TEIXEIRA, E. P. Levantamento populacional de Bostrichidae (Coleoptera) em área de cerrado na região de Agudos, SP. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 8 (1), p. 45-50, 1996.

FLECHTMANN, C. A. H.; GASPARATO, C. L.; TEIXEIRA, E. P. Influencia de cores na atração de Bostrichidae (Coleoptera) em área de pinheiro tropical em Agudos, SP. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 9 (1), p. 1-17, 1997 a.

FLECHTMANN, C. A. H.; GASPARATO, C. L.; TEIXEIRA, E. P. Altura de vôo de Bostrichidae (Coleóptera) em Pinus caribaea v. hondurensis Em Agudos, SP. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 9 (1), p. 19-26, 1997b.

FLECHTMANN, C. A. H.; GASPARATO, C. L.; TEIXEIRA, E. P. Comparação de Fauna de Bostrichidae em Quadras de Pinheiros Tropicais e Cerrados em Agudos, SP. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 9 (2), p. 133-140, 1997c.

FLECHTMANN, C. A. H.; OTTATI, A. L. T.; BERISFORD C. W. Attraction of ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae) to different tropical pine species in Brazil. *Environmental Entomology*, College Park, v. 28 (4), p. 649-658, 1999.

FLECHTMANN, C. A. H. Scolytidae in pine plantations: overview and situation in Brazil. Escolitídeos nas florestas de Pinus no Brasil. IPEF, Piracicaba, v. 13 (33), p. 49-56, 2000.

FLECHTMANN, C.A.H; BERISFORD, C. W. Identification of sulcatol, a potential pheromone of the ambrosia beetle *Gnathotrichus materiarius* (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, Berlin, v. 127, (4), p. 189-194, 2003.

FLECHTMANN, C. A. H.; OTTATI, A. L. T.; BERISFORD, C. W. Comparison of four trap types for ambrosia beetles (Coleoptera, Scolytidae) in Brazilian

Eucalyptus Stands. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 93 (6), p. 1701-1707, 2000.

FLECHTMANN, C. A. H.; OTTATI, A. L. T.; BERISFORD, C. W. Ambrosia and bark beetles (Scolytidae: Coleoptera) in pine and eucalypt stands in southern Brazil. *Forest Ecology and Management*. Amsterdam, v. 142, (1/3), p. 183-191, 2001.

FLOWERS, R. W., JANZEN, D. H. Feeding records of Costa Rican leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). *The Florida Entomologist*. Gainesville, v. 80 (3), p. 334-366, 1997.

FONSECA, J. P. Relação das principais pragas observadas nos anos de 1931, 1932 e 1933, nas plantas de maior cultivo no estado de S. Paulo. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 5, p. 263- 289, 1934.

FRAZIER, J. L.; NEBEKER, T. E.; MIZELL, R. F.; CALVERT, W. H. Predatory behavior of the Clerid beetle *Thanasimus dubius* (Coleoptera: Cleridae) on the Southern pine beetle (Coleoptera: Scolytidae). *Canadian Entomologist*, Ottawa, v. 113 (1), p. 35-43, 1981.

FURNISS, R. L.; CAROLIN V. M. Western forest insects. *Miscellaneous Publication* 339. Washington: USDA, 1977, 654 p.

FURST, P. T. *Los alucinógenos y la cultura*. México: Fondo de Cultura Econômica, 1980.

GALLEGÓ, D.; GALIÁN, J.; DIEZ, J. J.; PAJARES, J. A. Kairomonal responses of *Tomicus destruens* (Col., Scolytidae) to host volatiles α-pinene and ethanol. *Journal of Applied Entomology*, Berlin, v. 132 (8), p. 654-662, 2008.

GALLO, D. O.; NAKANO, S. S.; NETO, R. P. L.; CARVALHO, G. C.; BATISTA, E. B.; FILHO, J. R. P.; PARRA, R. A.; ZUCCHI, S. B.; ALVES, J. D.; VENDRAMIM, L. C.; MARCHINI, J. R. S. *Entomologia agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GAMA, J. M. F.; SOUTO, R. N. P. Coleção entomológica do IPEA Cerambycidae (Coleoptera): novos registros de ocorrências no Amapá. Macapá: IPEA, 2001.

GARCIA, C. M.; MORRELL, J. J. Development of the powderpost beetle (Coleoptera: Bostrichidae) at constant temperatures. *Environmental entomology*. College Park, v. 38 (2), p. 478-483, 2009.

GATES, B. A monograph of banisteriopsis, diplopterys (Malpighiaceae). New York: Botanical Garden. *Flora Neotropica*, Monograph (30), 237 p., 1982.

GENTRY, A. H. Diversidade e regeneração da capoeira do INPA, com referência especial à Bignoniaceae. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 8, (1), p. 67-70, 1978.

GENTRY, A. H. The distribution and evolution of climbing plants. In: PUTZ, F. E.; MOONEY, H. A. (Ed.). *The biology of vines*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 3-50, 1991.

GENTRY, A. H.; DODSON, C. Contribution of non-trees to species richness of tropical rain forest. *Biotropica*, Washington, v. 19, (2), p. 149-156, 1987.

GERWING, J. J.; SCHNITZER, S. A.; BURNHAM, R. J.; BONGERS, F.; CHAVE, F.; DEWALT, S. J.; EWANGO, C. E. N.; FOSTER, R.; KENFACK, D.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; PARREN, M.; PARTHASARATHY, N.; PÉREZ-SALICRUP D. R.; PUTZ, F. E.; THOMAS, D. W. A standard protocol for liana censuses. *Biotropica*, Washington, v. 38, p. 256-261, 2006.

GENTIL, L. R. B.; GENTIL, H. S. O Uso de Psicoativos em um Contexto Religioso: A União do Vegetal, in: LABATE, B. C.; ARAUJO, W. S. *O Uso Ritual da Ayahuasca*. Campinas: Mercado de Letras; São Paulo, Fapesp, 2002.

GUÉRIN, J. *Coleópteros do Brasil*. São Paulo: Ed. Da USP/FFCL, 1953, 335p.

HAACK, R. A. Exotic bark- and wood-boring Coleoptera in the United States: recent establishments and interceptions. *Canadian Journal of Forest Research*, Ottawa, v. 36, p. 269-288, 2006.

HAINES-YOUNG, R.; CHOPPING, M. Quantifying landscape structure: a review of landscape indices and their application to forested landscapes. *Physical Geography*, London, v. 20 (4), p. 418-445, 1996.

HANKS, L. M. Influence of the larval host plant on reproductive strategies of cerambycid beetles. *Annual Review of Entomology*, Stanford, v. 44, p. 483-505, 1999.

HARRIS, J. L.; FRANK, M.; JOHNSON, S. *Forest insect and disease conditions in the Rocky Mountain region 1997-1999*. Washington: USDA Forest Service, Rocky Mountain Region, 2001, 39 p.

HARRIS, J. L.; MASK, R.; WITCOSKY, J. *Forest insect and disease conditions in the Rocky Mountain region, 2000-2001*. Washington: USDA Forest Service, Rocky Mountain Region, 2002, 42p.

HARRINGTON, T. C. Ecology and evolution of mycophagous bark beetles and their fungal partners. In: VEGA, F. E.; BLACKWELL, M. (Ed.). *Ecological and evolutionary advances in insect-fungal associations*. Oxford: Oxford University Press, p. 257-291, 2005.

HEINZ, C. A.; ZANGERL, A. R.; BERENBAUM, M. R. Effects of natural and synthetic neuroactive substances on the growth and feeding of cabbage looper, *Trichoplusia ni*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, v. 80 (3), p. 443-451, 1996.

HÉLIE, J. F.; PETERS, D. L.; TATTRIE, K. R.; GIBSON, J. J. *Review and synthesis of potential hydrologic impacts of mountain pine beetle and related harvesting activities in British Columbia Mountain*. Canada: Pine Beetle Initiative/Natural Resources Canada, Canadian Forest Service: Working Paper, p. 23–26, 2005. Disponível em:
http://www.eotop.ca/pdf/hillaireMC/Helie_et_al_MPB_report.pdf Acesso em: 05 abr. 2012.

HERMS, D. A.; HAACK, R. A.; AYRES, B. D. Variation in semiochemical-mediated prey-predator interaction: *Ips pini* (Scolytidae) and *Thanasimus dubius* (Cleridae). *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 17 (3), p. 515-524, 1991.

HICKS JR., R. R. Climate, site, and stand factors. In: THATCHER, R. C.; SEARCY, J. L.; COSTER, J. E.; HERTEL, G. D. (Ed.). *The southern pine beetle*. Washington: USDA Forest Service, (Technical Bulletin, 163), p. 55-68, 1980.

HILL, D. S. *The Economic importance of insects*. London: Chapman & Hall, 1997, 395 p.

HOLSTEN, E. Evaluation of monosodium methanearsonate (MSMA) for lethal trap trees in Alaska. Washington: USDA Forest Service. *Technical Report*, R 10-7, 1985.

HOLSTEN, E. H.; THEIR, R. W.; MUNSON, A. S.; GIBSON, K. E. *The Spruce Beetle*. Washington: USDA Forest Service (U.S. For. Ser. For. Insect & Disease Leaflet 127), 1999.

HORA, R. C.; SOARES, J. J. Estrutura fitossociológica da comunidade de lianas em uma floresta estacional semidecidual na Fazenda Canchim, São Paulo , SP. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 25 (3), p. 323-329, 2002.

HOSKING, G. P. *Xyleborus saxeseni*. Report / Forest Research Institute, Wellington, v.1968, p. 63-65, 1969.

HOSKING, G. P. *Xyleborus saxeseni*, Its life-history and flight behaviour in New Zealand. *New Zealand Journal of Forestry Science*, Rotoura, v. 3 (1), p. 37-53, 1972.

HOSKING, G. P. *Xyleborus saxeseni*, its life-history and flight behaviour in New Zealand. *New Zealand Journal of Forestry Science*, Rotoura, v. 3 (1), p. 37-53, 1977.

HOSKING, G. P.; KNIGHT, F. B. Flight habits of some *Scolytidae* in the spruce-fir type of northern Maine. *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, v. 68 (5), p. 917-921, 1975.

HULCR, J.; BEAVER, R. A.; PURANASAKUL, W.; DOLE, S. A.; SONTHICHAIR, S. A. Comparison of bark and ambrosia beetle communities in two forest types in northern Thailand (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae). *Environmental Entomology*, College Park, v. 37 (6), p. 1461-1470, 2008.

IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis no Estado do Acre. Portaria nº 4, de 16 de outubro de 2001. *Diário da União da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 19 nov. 2001. Disponível em: <<http://www.ayahuascabrasil.org/index.php?op=legis097>>. Acesso em: 10 jan. 2012.

JABEEN, K.; JAVAID, A.; AHMAD, E.; ATHAR, M. Antifungal compounds from *Melia azedarach* leaves for management of *Ascochyta rabeiae*, the cause of chickpea blight. *Natural Product Research*, London, v. 25 (3), p. 264-276, 2011.

JOHNSEY, R. L.; NAGEL, W. P.; RUDINSKY, J. A. The diptera *Medetera aldrichi* wheeler (Dolichopodidae) and *Lonchaea furnissi* McAlpine (Lonchaeidae) Associated with the Douglas-fir Beetle in Western Oregon and Washington. *The Canadian Entomologist*, Ottawa, v. 97, (5), p. 521-527, 1965.

JOLY, A. B. *Botânica: introdução a taxonomia vegetal*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1991, 777 p.

JOSEPH, G., KELSEY, R. G.; PECK, R. W.; NIWA, C. G. Response of some scolytids and their predators to ethanol and 4-allylanisole in pine forests of Central Oregon. *Journal of Chemical Ecology*, v. 27 (4), p. 697-715, 2001.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOG, E. A.; STEVENS, P. F. *Plant systematics: a phylogenetic approach*. Sunderland: Sinauer Associates, 1999. 464 p.

KALSHOVEN, L. G. E. Notes on the biology of Indonesian Bostrichidae (Coleoptera). *Entomologische Berichten*, Amsterdam, v. 23 (12), p. 242-257, 1963.

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, v. 5 (2), p. 173-185, 1989.

KELSEY, R. G. Ethanol and ambrosia beetles in Douglas - fir logs with and without branches. USDA Forest Service Pacific Northwest Research Station. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 20, p. 3307- 3319, 1994.

KENDRA, P. E.; NIOGRET, J.; MONTGOMERY, W. S.; SANCHEZ, J., PEÑA, J. E.; EPSKY, N. D.; HEATH, R. R. Efficacy of Essential Oil Lures for Detection of Redbay Ambrosia Beetle, *Xyleborus glabratus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), *Florida Entomological Society Annual Meeting*. Abstract Publication, 2011a.

KENDRA P. E.;MONTGOMERY, W. S.;NIOGRET, J.; PEÑA, J. E.;CAPINERA, J. L.;BRAR, G.;EPSKY, N. D.;HEATH, R. R. Attraction of the redbay ambrosia beetle, *Xyleborus glabratus*, to avocado, lychee, and essential oil Lures. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 37 (9), p. 932-42, 2011 b.

KENDRA, P. E.; SANCHEZ, J.; MONTGOMERY, W. S.; OKINS, K. E.; NILOGRET, J.; PEÑA, J. E.; EPSKY, N. D.; HEATH, R. R. Diversity of Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) attracted to avocado, lychee, and essential oil lures. *Florida Entomologist*, Gainesville, v. 94 (2), p. 123-130, 2011c.

KINZER, G. W.; FENTIMAN JR., A. F.; FOLTZ, R. L.; RUDINSKY, J. A. Bark beetle attractants: 3-Methyl-2-cyclohexen-1-one isolated from *Dendroctonus pseudotsugae*. *Journal Economic Entomology*, Laham, v. 64, p. 970-971, 1971.

KIRKENDALL, L. R.; FACCOLI, M. Bark beetles and pinhole borers (Curculionidae, Scolytinae, Platypodinae) alien to Europe. *ZooKeys*, v. 56, p. 227-251, 2010. Disponível em:

<<http://www.pensoft.net/journals/zookeys/article/529/bark-beetles-and-pinhole-borers-curculionidae-scolytinae-platypodinae-alien-to-europe>>. Acesso em: 12 mar. 2011.

KLEIN, W. H. Strategies and tactics for reducing losses in lodgepole pine to the mountain pine beetle by chemical and mechanical means. In: NATIONAL SCIENCE FOUNDATION WASHINGTON STATE UNIVERSITY/USDA. *Theory and practice of mountain pine beetle management in lodgepole pine forest*. Forest Service Held at Washington State University. Washington: USDA, 1978.

KLIMETZEK, D.; KÖHLER, J.; VITÉ, J. P.; KOHNLE, U. Dosage response to ethanol mediates host selection by secondary bark beetles. *Naturwissenschaften*, Berlim, v. 73, p. 270-272, 1986.

KNIPLING, E. F. Role of phermones and kairmones for insect suppression systems and their possible health and environmental impacts. *Environmental Health Perspectives*, Research Triangle Park, v. 14, p. 145-152, 1976.

KNIZEK, M.; BEAVER, R. Taxonomy and systematics of bark and ambrosia beetles. In: LIEUTIER, F.; DAY, K. R.; BATTISTI, A.; GREGOIRE, J. C.;

EVANS, H. (Ed.). *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 41-54, 2004.

KOEHLER, P. G.; OI, F. M. *Powderpost beetles and other wood-destroying insects*. Florida: Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida (ENY-266), 2003. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/IG119>>. Acesso em: 12 jan. 2011.

KÖPPEN, W. *Climatología: con um estudio de los climas de la terra*. México: Fondo Cultura Economic, 1948, 479 p.

KSÓKA, G.; KOVÁCS, T. *Xylophagous insects*. Budapest: Forest Research Institute. Erdészeti Turományos Intézet. Agroinform Kiadó, 189 p, 1999.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 15 (3), p. 259-263, 2006.

KOVACS, K. F.; HAIGHT, R. G.; LIEBHOLD, A. M.; McCULLOUGH, D. G.; MERCADER, R. J.; SIEGERT, N. W. Cost of Potential Emerald Ash Borer Damage in U.S. Communities, 2009- 2019. *Ecological economics*, Amsterdam, v. 69, p. 569-578, 2010.

KÜHNHOLZ, S.; BORDEN, J. H.; UZUNOVIC, A. Secondary ambrosia beetles in apparently healthy trees: adaptations, potential causes and suggested research. *Integrated Pest Management Reviews*, v. 6 (3-4), p. 209-219, 2001. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/t63nn58115226652/fulltext.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2011.

KURZ, W. A.; DYMOND, C. C.; STINSON, G.; RAMPLEY, G. J.; NEILSON, E. T.; CARROLL, A. L.; EBATA, T.; SAFRANYIK, L. Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change. *Nature*, London, v. 452, p. 987-990, 2008.

LABATE, B. C.; ARAUJO, W. S. *O Uso Ritual da Ayahuasca*. Campinas: Mercado de Letras; São Paulo: Fapesp, 2002, 686 p.

LABATE, B. C. A literatura brasileira sobre as religiões ayahuasqueiras. In: LABATE B. C. *O uso ritual da ayahuasca*. Campinas: Mercado de Letras p. 231-73, 2004.

LAMCHOURI F.; SETTAF A.; CHERRAH Y.; EL HAMIDI M.; TIGUI N.; LYOUSSE B.; HASSAR M. Experimental toxicity of *Peganum harmala* seeds.- *Annales Pharmaceutiques Francaises*, v. 60, p. 123-129, 2002.

LA PUEBLA, P. B.; COLÓN, J. I. L.; BAENA, M. Los Bostrichidae Latreille, 1802, de la fauna ibero-balear (Coleoptera). Heteropterus. *Revista de Entomología*, Lorenço Marques, v. 7 (2), p.147-227, 2007.

LAWRENCE, J. F; NEWTON, A. F. Families and subfamilies de Coleoptera (With select genera, notes, references and data on family-group names), p. 779-1006. In: J.F. PAPALUK & S.A. SLIPINSKI (Eds). *Biology, phylogeny, and classification of Coleoptera*. Varsóvia, Museum i Institut Zoologii PAN, 1995, 1092 p.

LAWSON, S. A.; MORGAN, F. D. Rearing of two predators, *Thanasimus dubius* and *Temnochila virescens*, for the biological control of *Ips grandicollis* in Australia. *Entomologia Experimentalis Aplicata*, v. 65 (3), p. 225–233, 1992.

LECOQ-MÜLLER, N. Paisagens rurais no município de Campinas. *Anais da Associação dos Geógrafos do Brasil*, São Paulo, v. 2, p. 54-66, 1947.

LEE, Y.-S.; KIM, J.; SHIN, S. C.; LEE, S. G.; PARK, I. K. Antifungal activity of Myrtaceae essential oils and their components against three phytopathogenic fungi. *Flavour and Fragrance Journal, New York*, v. 23 (1), p. 23-28, 2008.

LESNE, P. Descriptions de genres nouveaux et d'espèces nouvelles de coléoptères de la famille des Bostrichides. *Annales de la Société Entomologique de France*, v. 44 (1), p. 169-178, 1895.

LESNE, P. Revision des Coléoptères de la famille des Bostrichides. 2e Mémoire, Bostrichides Hypocéphales, Dinoderinae. *Annales de la Société Entomologique de France*, v. 66 (2/3), p. 319-350, 1897.

LESNE, P. Revision des Coléoptères de la famille des Bostrichides. 3e Mémoire, Bostrychinae. *Annales de la Société Entomologique de France*, v. 67 (4), p. 438-621, 1898.

LESNE, P. Revision des Coléoptères de la famille des Bostrichides. 4e Mémoire, Bostrychinae sens. strict.. - II. Les Xylopertha. *Annales de la Société Entomologique de France*, v. 69 (3/4), p. 473-639, 1900.

LESNE, P. *Le régime alimentaire des Bostrichides*. *Bulletin de la Société Entomologique de France*, v. 80 (7), p. 135-138, 1911.

LEUSCHNER, W. A. Impacts of the Southern Pine Beetle In: THATCHER, R. C.; SEARCY, J. L.; COSTER, J. E.; HERTEL, G. D. (eds) *The southern pine beetle*, USDA Forest Service Technical Bulletin 1631, Chapter 7, 1980.

LINDGREN, B. S; FRASER, R. G. Control of ambrosia beetle damage by mass trapping at a dryland log sorting area in British Columbia. *The Forestry Chronicle*, v. 70 (2), p. 159-163, 1994.

LIMA, A. M. C. *Terceiro catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Diretoria de Estatística de Produção, 1936, 460 p.

LIMA, A. M. C. *Insetos do Brasil*: Coleópteros, 8º, 9º e 10º tomo, 2º parte. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia. (Série Didática 10), 1953. 323 p.

LIMA, A. M. C. *Insetos do Brasil*: 10º Tomo: Coleópteros 4º e última parte, Escola Nacional de Agronomia. (Série Didática 12), 1956, 373 p.

LINDGREN, B. S.; MILLER, D. R. Effect of verbenone on five species of bark beetles (Coleoptera:Scolytidae) in lodgepole pine forests. *Environmental Entomology*, College Park, v. 31 (5), p. 759-765, 2002.

LINZMEIER, A. M.; COSTA, C. S. R. Spatio-temporal dynamics of alticini (Coleoptera, Chrysomelidae) in a fragment of araucaria forest in the State of Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, São Paulo, v. 53 (2), p. 294-299, 2009.

LUNA, L. E. *Vegetalismo*: chamanismo entre los riberenos de la Amazonia Peruana. Tese (Doutorado) - Stockholm Studies in Comparative Religion, Stockholm, 1996.

LUNA, L. E. Xamanismo amazônico, ayahuasca, antropomorfismo e mundo natural in: LABATE, B. C.; ARAUJO, W. S. *O Uso Ritual da Ayahuasca*. Campinas: Mercado de Letras; São Paulo: Fapesp, 2002.

MACEDO, J. H. P.; BERTI FILHO, E.; SANTOS, H. R.; COSTA, E. C.; MARQUES, E. N.; PERES FILHO, O.; MUELLER, J. A.; FAVA, H. E. P.; ROCHA, M. P; PIETROWSKI, V.; NASCIMENTO, E. N.; SILVA, L. K. S. Pragas florestais do Sul do Brasil. Piracicaba: IPEF Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais/SIF, 1993, 112 p.

MAES, J. M.; HESPENHEIDE, H. A.; BERGHE, E. V. D. Catálogo de Los Buprestidae (Coleoptera) de Nicaragua. *Revista Nicaraguense de Entomología*, Leon, v. 25, p. 21-35, 1993.

MALUMPHY, C.; MACLEOD, A.; EYRE, D. Banded-winged whitefly *Trialeurodes abutiloneus*. THE FOOD AND ENVIRONMENT RESEARCH AGENCY, DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT FOOD AND RURAL AFFAIRS. London. *Plant Pest Factsheet*, 2010. Disponível em: <<http://www.fera.defra.gov.uk/>>. Acessado em dezembro de 2012.

MARINONI, R. C.; GANHO, N. G.; MONNÉ, M. L.; MERMUDES, J. R. M. Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta). Ribeirão Preto: Holos, 63 p., 2001.

MARQUES, E. N. *Scolytidae e Platypodidae em Pinus taeda*. 1984, 65 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1984.

MARTINS, U. R. Cerambycidae sul-americanos (Coleoptera). *Sociedade Brasileira de Entomologia*, São Paulo, Taxonomia, v. 5, 2004, 284 p.

MATHRE, D. E. Survey of *Ceratocystis* spp. associated with bark beetles in California. Contributions from the Boyce Thompson. *Institute for Plant Research*, Yonkeers, v. 22, p. 353-362, 1964.

MBAMBO, B.; ODHAV, B.; MOHANLALL, V. Antifungal activity of stigmasterol, sitosterol and ergosterol from *Bulbine natalensis* Baker (Asphodelaceae). *Journal of Medicinal Plants Research*, Lagos, v. 6, 2012, 7 p. Disponível em: ><http://www.academicjournals.org/JMPR><. Acesso em 18/11/2012.

McCAMBRIDGE, W. F.; HAWKSWORTH, F. G.; EDMINSTER, C. B.; LAUT, J. G. *Ponderosa pine mortality resulting from a mountain pine beetle outbreak*. Colorado: USDA Forest Service, 1982, p. 11. Disponível em: <http://www.fs.fed.us/rm/pubs_rm/rm_rp235.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2011.

McDONALD, R. C.; KIMMERER, T. W. Ethanol in the stems of trees. *Physiol Plant*, v. 82, p. 582-588, 1991.

McGARIGAL, K.; MARKS, B. J. FRAGSTATS: *spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. United States Department of Agriculture. Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland. 122p. (General Technical Report, PNW-GTR-351), 1995.

McKENNA, D. J. Clinical investigations of the therapeutic potential of ayahuasca: rationale and regulatory challenges. *Pharmacology and Therapeutics*, Oxford, v. 102 (2), p. 111-129, 2004.

McKENNA, D. J.; CALLAWAY, J. C.; GROB, C. S. The scientific investigation of ayahuasca: a review of past and current research. *The Heffer Review of Psychedelic Research*. Santa Fé, 1, p. 65-77, 1998.

McKENNA, D. J.; TOWERS, G. H. N.; ABBOTT, F. Monoamine oxidase inhibitors in South American hallucinogenic plants: tryptamine and β-carboline constituents of ayahuasca. *Journal of Ethnopharmacology*, Amsterdam, v. 10 (2), p. 195-223, 1984.

MCLEAN, J. A. Ambrosia beetles: a multimillion dollar degrade problem of sawlogs in coastal British Columbia. *The Forestry Chronicle*, v. 61 (4), p. 295-298, 1985.

MCLEAN, J. A.; BAKKE, A.; NIEMEYER, H. An evaluation of three traps and two lures for the ambrosia beetle *Trypodendron lineatum* (Oliv.) (Coleoptera:

Scolytidae) in Canada, Norway, and West Germany. *Canadian Entomology*, Ottawa, v. 119, p. 273–280, 1987.

MEEKER, J.; DIXON, W.; FOLTZ, J.; FASULO, T. The southern pine beetle, *dendroctonus frontalis* zimmermann (Coleoptera: Scolytidae). Florida: University of Florida, *DPI Entomology Circular*, 369, 2000.

MENDONÇA, R. J. M.; FELFILI, B. M. T.; WALTER, M. C.; SILVA JÚNIOR, A. V.; REZENDE, T. S.; FILGUEIRAS & P. E. N. NOGUEIRA. Flora vascular do Cerrado. In: SANO, S. & S. ALMEIDA, (eds.) *Cerrado: ambiente e flora*. EMBRAPA CPAC, Planaltina, p. 287-556, 1998

MENSCHOY, A. B. Trabalhos entomológicos no Instituto Agronômico do Sul. *Boletim Técnico do Instituto Agronômico do Sul*, Pelotas, v. 10, p. 1-67, 1954.

MILLER, D. R.; GIBSON, K. E.; RAFFA, K. F.; SEYBOLD, S. J.; TEALE, S.A.; WOOD, D. L. Geographic variation in response of *Pine engraver, Ips pini*, and associated species to pheromone, lanierone. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 23, (8), p. 2013-2031, 1997. Disponível em: <<http://www.entomology.wisc.edu/raffa/Research/AllPubs/Bark%20Beetles%20and%20Associates/Pine%20Engraver/Miller.Gibson.Raffa.Seybold.Teale.Wood.ChemEco.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2012.

MILLER, M. C.; MOSER, J. C.; MCGREGOR, M. ; GREGOIRE, J.C.; BAISIER, M. ; DAHLSTEN, D. L.; WERNER, R. A. Potential for biological control of native North American *Dendroctonus* beetles (Coleoptera:Scolytidae). *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, v. 80 (3), p. 417-428, 1987.

MILLER, N. C. E. Coleopterous pests of stored Derris in Malaya. Malaya: Department of Agriculture Straits Settlements Federated Malay States, *Scientific Series* 14, 34 p., 1934.

MILLIGAN, R. H.; OSBORNE, G. O.; YTSMA, G. Evidence for an aggregation pheromone in *Platypus gracilis* Broun (Coleoptera *Platypodidae*). *Journal of Applied Entomology*, Berlim, v. 106, p. 20-24, 1988.

MOECK, H. A. Ethanol as the primary attractant for the ambrosia beetles, *Trypodendron lineatum* (Coleoptera: Scolytidae), *Canadian Entomologist*, Ottawa, v. 102 (8), p. 985-995, 1970.

MONTGOMERY, M.; WARGO, P. E. M. Ethanol and others host-derived volatiles as attractants to beetles that bore into hardwoods. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 9 (2), p. 181-190, 1983.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. Reproductive phenology of climbers in a southeastern Brazilian forest. *Biotropica*, Washington, v. 28 (2), p. 180-191, 1996.

MOUNTFORD, M. D. An index of similarity and its application to classificatory problems. In MURPHY, P. W. (ed.), *Progress in Soil Zoology*. Butterworths, London, p. 43- 50, 1962.

MOURA, R. G. *Coleobrocas (Insecta: Coleoptera) associadas a madeira de Tectonia grandis Linn.f.(Lamiaceae)*. 2007. 57 f. Dissertação (Mestrado) - da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

MÜLLER, J. A.; ANDREIV, J. Caracterização da família Scolytidae (Insecta: Coleoptera), em tres ambientes florestais. *Cerne*, Lavras, v. 10 (1), p. 39-45, 2004.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 10 (2), p. 58-62, 1995.

MURTHA, P. A. Finding the trees using remote sensing and hyperspatial data. In: *Utilization of Satellite-based Hyperspectral Remote Sensing Data for identification of Mountain pine beetle infestations Status Report – Year 1*. Prepared for Lignum Ltd., WILLIAMS LAKE, B.C., University of British Columbia, 2003. Disponível em: <www.for.gov.bc.ca/hfd/library/FIA/2003/R2003-150.pdf>. Acesso em 20 de mai 2011.

NADAI, J.; ANJOS, N.; SOUZA, R. M.; SILVEIRA, R. D. Dimorfismo sexual em *Lampetis* spp. (Coleoptera: Buprestidae). *Acta Biológica Leopoldensia*, São Leopoldo, v. 27 (1), p. 43-46, 2005.

NARANJO, P. El ayahuasca in la arqueología Ecuatoriana. *América Indígena*, v. 46, p. 117-28, 1986.

NARANJO, P. Hallucinogenic plant use and related indigenous belief systems in the Ecuadorian Amazon. *Journal of Ethnopharmacology*, Lausanne, v. 1, p. 121-145, 1979.

NEGRÓN, J. F.; POPP, J. B. Probability of ponderosa pine infestation by mountain pine beetle in the Colorado Front Range. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 191, p. 17-27, 2004.

NENAAH, G. Antibacterial and antifungal activities of (beta)-carboline alkaloids of *Peganum harmala* (L) seeds and their combination effects. *Fitoterapia*, Amsterdam, v. 81 (7), p. 779-782, 2010.

NIEMEYER, H. Field response of *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae) to different trap structures and white versus black flight barriers. *Zeitschrift fur angewandte entomologie*, Hamburg, v. 99, p. 44-51, 1985.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A.; PONTI, L. Controle Biológico de Pragas Através do Manejo de Agroecossistemas. *EMATER*, Brasília: MDA, 2006, 31p.

NOREIKA, N.; KOTZE, D. J. Forest edge contrasts have a predictable effect on the spatial distribution of carabid beetles in urban forests. *Journal of Insect Conservation*, 2012. Disponível em: <<http://springerlink.com/content/14432411247u4583>>. Visitado em 10/11/2012.

NORDLUND, D. A. Semiochemicals: a review of the terminology. In: NORDLUND, D. A.; JONES, R. L.; LEWIS, W. J. (Ed.). *Semiochemicals: their role in pest control*. New York: John Wiley & Sons, p. 13-28, 1981.

NORRIS, D. M.; BISHOP, W. O.; KNOKE, J. K.; SAUNDERS, J. L. Further Studies of Factors Which Influence *Xyleborus* spp: emergence and attack of *Theobroma cacao*. *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, v. 61 (4), p. 852 -856, 1968.

NOWAK, J.; ASARO, C.; KLEPZIG, K.; BILLINGS, R. The southern pine beetle prevention initiative: working for healthier forests. *Journal of Forestry*, Washington, p. 261-267, Jul./Aug 2008. Disponível em: <http://www.fs.fed.us/r8/foresthealth/publications/spb/the_southern_pine_beetle.pdf> Acesso em: 22 fev. 2011.

OBERPRIELER, R. G.; MARVALDI, A. E.; ANDERSON, R. S. Weevils, weevils, weevils everywhere. ISSN 1175-5326 (print edition) In: ZHANG, Z. Q.; SHEAR, W. A. (Eds), Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy. *Zootaxa*, v. 1668, p. 1-766, 2007.

OHMART, C. P.; EDWARDS, P. B. Insect herbivory on *Eucalyptus*. *Annual Review of Entomology*, Costa Rica, v. 36, p. 637-657, 1991.

OLIVEIRA, C. M.; FLECHTMANN, C. A. H.; FRIZZAS, M. R. First record of *Xylosandrus compactus* (Eichhoff) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) on soursop, *Annona muricata* L. (Annonaceae) in Brazil, with a list of host plants. *The Coleopterists Bulletin*, Washington, v. 62 (1), p. 45–48, 2008.

OTT, J. *Ayahuasca analogues: pangaean entheogens*. 1^a ed. Kennewick, WA: Natural Books Co., 1994, 127 p.

PAINÉ, T. D.; BIRCH, M. C.; ŠVIHRA, P. Niche breadth and resource partitioning by four sympatric species of bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Oecologia*, Berlim, v. 48, p. 1-6, 1981.

PAINÉ T, D.; HANLON, C. C. Response of *Dendroctonus brevicomis* and *Ips paraconfusus* (Coleoptera: Scolytidae) to combinations of synthetic pheromone attractants and inhibitors verbenone and ipsdienol. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 17 (11), p. 2163-2176, 1991.

PAINÉ, T. D.; RAFFA, K. F.; HARRINGTON, T. C. Interactions among scolytid bark beetles, their associated fungi, and live host conifers. *Annual Review of Entomology*, Stanford, v. 42, p. 179-206, 1997.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. *Propagação vegetativa de espécies florestais*. Viçosa: Ed. da UFV, Série cadernos didáticos, 83, 46 p., 2001.

PARDEY, A. E. B. Control biológico de la broca del café en Colombia. In: HOHMANN, C. L. *Manejo da broca-do-café*. Londrina: IAPAR, 282 p., 2007.

PARK, M. J.; GWAK, K. S.; YANG, I.; KIM, K. W.; JEUNG, E. B.; CHANG, J. W.; CHOI, I. G. Effect of citral, eugenol, nerolidol and á-terpineol on the ultrastructural changes of *Trichophyton mentagrophytes*. *Fitoterapia*, Amsterdam, v. 80 (5), p. 290-296, 2009.

PAYNE, T. L. Life history and habits. In: THATCHER, R. C.; SEARCY, J. L.; COSTER, J. E.; HERTEL, G. D. (Ed.). *The southern pine beetle*. Washington: USDA Forest Service Technical Bulletin 1631, p. 7-27, 1980.

PAYNE, T. L.; ANDRYSZAK, N. K.; WIESER, H.; DIXON, E. A.; IBRAHIM, N.; COERS, J. Antennal olfactory and behavioral response of southern pine beetle, *Dendroctonus frontalis*, to analogs of its aggregation pheromone frontalin. *Journal Chemical Ecology*, New York, v. 14, p. 1217-1225, 1988.

PAYNE, T. L.; BILLINGS, R. F. Evaluation of (S)-verbenone applications for suppressing southern pine beetle (Coleoptera: Scolytidae) infestations. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 82, p. 1702-1708, 1989.

PAYNE, T. L.; COSTER, J. E.; RICHERSON, J. V.; EDSON, L. J.; HART, E. R. Field response of the southern pine beetle to behavioral chemicals. *Environmental Entomology*, College Park, v. 7 (4), p. 578-582, 1978.

PAYNE, T. L.; DICKENS, J. C.; RICHERSON, J. V. Insect predator-prey coevolution via enantiomeric specificity in a kairomone-pheromone system. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 10 (3), p. 487-492, 1984.

PEER, K.; TABORSKY, M. Delayed dispersal as a potential route to cooperative breeding in ambrosia beetles. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, New York, v. 61, p. 729-739, 2006. Disponível em:<<http://www.jstor.org/stable/10.2307/25511634>>. Acesso em: 12 jan. 2012.

PENA , R. 2010. Pesquisadora da UDV estuda cipó da ayahuasca. Disponível em: ><http://www.bialabate.net/news/pesquisadora-da-udv-estuda-cipó-da-ayahuasca><. Acessado em 24. Abril, 2010.

PEÑALOSA, J. Dinâmica de crescimento de Lianas. In: GOMEZ-POMPA, A.; DEL AMO, R. S. *Investigaciones sobre La regeneración de selvas altas en Veracruz, México*. México: Alhambra Mexicana, v. 2, p. 147-169, 1985.

- PENTEADO, S. R.; CARPANEZZI, A. A.; NEVES, E. J. M.; SANTOS, A. F.; FLECHTMANN, C. A. H. Escolitídeos como bioindicadores do “declínio do nim” no Brasil. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 31 (65), p. 69-73, 2011.
- PERES FILHO, O.; TEIXEIRA, E. P.; BEZERRA, M. L. M.; DORVAL, A.; BERTI FILHO, E. First record of *Sinoxylon conigerum* Gerstäcker (Coleoptera: Bostrichidae) in Brazil. Scientific Note. *Neotropical Entomology Itabuna*, Londrina, v. 35 (5), p. 712-713, 2006.
- PERES FILHO, O; DORVAL, A.; NOQUELLI, M. J. S. Coleópteros em plantio de *Eucalyptus camaldulensis* no estado de Mato Grosso. *Floresta e Ambiente*, Seropédica, v. 14 (1), p. 45-51, 2007.
- PERTTUNEN, V.; HÄYRINEN, T. Effect of light intensity and air humidity on flight initiation in *blastophagus piniperda* l. (col. scolytidae). *Entomologica Scandinavica*, Stenstrup, v. 1 (1), p. 41-46, 1970.
- PETRUCZYNIK, A. HPLC of indole alkaloids. In: WAKSMUNDZKA-HAJNOS, M., SHERMA, J. *High performance liquid chromatography in phytochemical analysis*. CRC Press, Boca Raton, p. 731-767, 2010.
- PHILLIPS, T. W. Responses of *Hylastes salebrosus* to turpentine, ethanol, and pheromones of *Dendroctonus* (Coleoptera: Scolytidae). *The Florida Entomologist*, Gainesville, v. 73 (2), p. 286-292, 1990.
- PHILLIPS, T. W.; NATION J. L.; WILKINSON, R. C.; FOLTZ, J. L. Secondary Attraction and Field Activity of Beetle Produced Volatiles in *Dendroctonus terebrans*. *Journal Chemical Ecology*, New York, v. 15, p. 1513-1533, 1989.
- PHILLIPS, T. W.; WIKENING, A. J.; ATKINSON, T. H.; NATION, J. L.; WILKINSON, R. C.; FOLTZ, J. L. Synergism of turpentine and ethanol as attractants for certain pine-infesting beetles (Coleoptera). *Environmental Entomology*, College Park, v. 17, p. 456-62, 1988.
- PIELOU, E. C. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. *Journal of Theoretical Biology*, v. 10 (2), p. 370-383, 1966.
- PIRES, A.P.S.; OLIVEIRA, C.D.R.; YONAMINE, M. Ayahuasca: uma revisão dos aspectos farmacológicos e toxicológicos. *Rev Ciênc Farm Básica Apl.*, v. 31 (1), p. 15-23, 2010.
- PIO-CORREA, M. *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1969, 765 p.
- PORTR, J. H.; PARRY, M. L.; CARTER, T. R. The potential effects of climatic change on agricultural insect pests. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v. 57, p. 221-240, 1991.

PRAGER, M. S.; POMAR, D. C. V. Las micorrizas: el micelio externo de los hongos formadores de micorriza arbuscular (HMA). *Cadernos Ambientais*, 12, Universidade Nacional de Colômbia, 2008, 15p.

PUTZ, F. E. Liana biomass and leaf área of a “tierra firme” Forest in the Rio Negro basin, Venezuela. *Biotropica*, v. 15, p. 185-189, 1983.

PUTZ, F. E. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama. *Ecology*, Durham, v. 65, p. 1713-1724, 1984.

PUTZ, F. E. Liana stem diameter growth and mortality rates on Barro Colorado Island, Panama. *Biotropica*, Washington, v. 22, p.103-105, 1990.

RAINHO, H. L.; FLECHTMANN, C. A. H.; SILVA, H. A. S.; ROCHA, T. A. Ataque de Scolytinae e Platypodinae (Curculionidae) em Seringueiras (*Hevea brasiliensis*) em São Paulo. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, São Lourenço. *Anais...* São Lourenço: SEB, 2011. CD-ROM. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/cahf/home/H_Pub/meet/fle_m110.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2012.

RANGER, C. M.; REDING, M. E.; GANDHI, K. J. K.; OLIVER, J. B.; SCHULTZ, P. B.; CAÑAS, L.; HERMS, D. A. Species dependent influence of (-)- α -pinene on attraction of ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) to ethanol-baited traps in nursery agroecosystems. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 104 (2), p. 574-579, 2011.

RANGER, C. M.; REDING, M. E.; PERSAD, A. B.; HERMS, D. A. Ability of stress-related volatiles to attract and induce attacks by *Xylosandrus germanus* and other ambrosia beetles. *Agricultural and Forest Entomology*, Oxford, v. 12 (2), p. 177-185, 2010.

RANNEY, J. W.; BRUNER, M. C.; LEVENSON, J. B. The importance of edge in the structure and dynamics of forest islands. In: BURGESS, R.; SHARPE, D. M. (Ed.). *Forest island dynamics in man-dominated landscapes*. New York: Springer- Verlag, p. 67-95, 1981. (Ecological studies, 41).

REEVE, J. D.; SIMPSON, J. A.; FRYAR, J. S. Extended development in *Thanasimus dubius* (F.) (Coleoptera: Cleridae), a predator of southern pine beetle. *Journal of Entomological Science*, Tifton, v. 31, p. 123-131, 1996.

REVISTA ALTO FALANTE. *Edição Histórica UDV 50 anos*; Órgão Oficial da Diretoria Geral do Centro Espírita Beneficente União do Vegetal. Brasilia, julho de 2011. <www.udv.org.br/blog>.

RHARRABE, K.; BAKRIM, A.; GHAILANI, N.; SAYAH, F. Bioinsecticidal effect of harmaline on *Plodia interpunctella* development (Lepidoptera: Pyralidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, v. 89 (2), p. 137-145, 2007.

RIBA, J.; VALLE, M.; URBANO, G.; YRITIA, M.; MORTE, A.; BARBANOJ, M. J. Human pharmacology of ayahuasca: subjective and cardiovascular effects, monoamine metabolite excretion, and pharmacokinetics. *The Journal Pharmacology and Experimental Therapeutics*, Baltimore, v. 36 (1), p. 73-83, 2003.

RIBEIRO, I. A.; ROSSETO, C. J.; SABINO, J. C.; GALLO, P. B. Seca da mangueira: VIII Resistência de porta-enxertos de mangueira ao fungo *Ceratocystis fimbriata* ell. & halst. *Bragantia*, Campinas, v. 45 (2), p. 317-322, 1986.

RIES, L.; FLETCHER, R. J.; J. R.; BATTIN, J.; SISK, T. D. Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models, and variability explained. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, Palo Alto, v. 35, p. 491-522, 2004.

RIZWAN-UL-HAQ, M.; HU, M. Y.; AFZAL, M.; BASHIR, M. H.; GONG, L.; LUO, J. Impact of two medicinal plant extracts on glutathione s-transferase activity in the body tissues of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *Pakistan Journal of Botany*, Karachi, v. 42 (6), p. 3971-3979, 2010.

ROBERTS, A.; DRAGICEVIC, S.; NORTHRUP, J.; WOLF, S.; LI, Y.; COBURN, C. *Mountain pine beetle detection and monitoring: remote sensing evaluations*, Forestry Innovation Investment , 2003, 45 p. Disponível em: <http://homepage.agrl.ethz.ch/sewolf/PDF/MPB_ForestInnovationInvestment-Report_2003.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2012.

ROCHA, J. R. M.; DORVAL, A.; PERES, FILHO, O.; SILVA, A. L. Coleópteros (Bostrichidae, Platypodidae e Scolytidae) em um fragmento de cerrado da baixada Cuiabana. *Ambiência*, Guarapuava, v. 7 (1), p. 89-101, 2011.

ROCHA, M. F. Os escolitídeos e a qualidade de sítio em povoamentos de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. 1993. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

RODRÍGUES-LAGUNES, D. A.; LAGUNES-TEJEDA, A.; RIESTRO-DIAZ, D.; RODRÍGUEZ-MACIEL, C.; VELÁSQUEZ-MENDOZA, J.; BECERRIL-ROMAN, E.; PACHECO-VELASCO E. Extractos acuosos de nim para el combate de la broca de café. *Man Integr Plagas*, v. 49, p. 73-77, 1998.

ROOT, R. B. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecology Monographies*, Washington, v. 43 (1), p. 95-124, 1973.

RUDINSKY, J. A. Ecology of Scolytidae. *Ann. Rev. Entomology*, v. 7, p. 327-348, 1962. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.en.07.010162.001551>> Acessado em 22 de out. 2010.

RUDINSKY, J. A. Multiple functions of the southern pine beetle pheromone verbenone. *Environ. Entomology*, v. 2, p. 511-514, 1973.

RUDINSKY, J. A.; MICHAEL, R. R. Sound production in scolytidae: Rivalry' behaviour of male *Dendroctonus* beetles. *Journal of Insect Physiology*, London, v. 20 (7), p. 1219-1230, 1974.

RUDINSKY, J. A; RYKER, L. C.; MICHAEL, R. R.; LIBBEY, L. M.; MORGAN, M. E. Sound production in Scolytidae: female sonic stimulus of male pheromone release in two *Dendroctonus* beetles. *Journal of Insect Physiology*, London, v. 22 (12), p. 1675-1681, 1976.

SAFRANYIK, L. Effects of climate and weather on mountain pine beetle populations, p. 79-86. In: KIBBEE, D. L.; BERRYMAN, A. A.; AMMAN, G. D.; STARK, R. W. (Ed.). *Theory and practice of mountain pine beetle management in lodgepole pine forests*. Univ. Idaho, 1978.

SAFRANYIK, L. Mountain pine beetle epidemiology in lodgepole pine. In: SHORE, T. L.; BROOKS, J. E.; STONE, J. E. (Ed.). *Mountain pine beetle symposium: challenges and solutions*. Victoria British Columbia, Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, p. 33-40, 2004.

SAFRANYIK , L.; CARROLL, A. L. The biology and epidemiology of the mountain pine beetle in lodgepole pine forests, p. 3-66. In: SAFRANYIK, L.; WILSON, B. (Ed.). *The montain pine beetle: A synthesis of biology, management, and impacts on lodgepole pine*. Victoria, British Columbia, Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, 2006.

SALMINEN, J. P.; KARONEN, M. Chemical ecology of tannins and other phenolics: we need a change in approach. *Functional Ecology*, Oxford, v. 25 (2), p. 325-338, 2011.

SALOM, S. M.; McLEAN, J. A. Flight behavior of scolytid beetle in response to semiochemicals at different wind speeds. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 17 (3), p. 647-661, 1991.

SAMANIEGO, A.; GARA, R. I. Estudios sobre la actividad de vuelo y selección de hue'spedes por *Xyleborus* spp. (Coleoptera: Scolytidae y Platypodidae). *Turrialba*, San José, v. 20, p. 471-477, 1970.

SAMOYLENKO, V.; RAHMAN, M. D.; TEKWANI, L. B.; TRIPATHI, L. M.; WANG, Y. H.; KHAN, S. I.; KHAN, I. A.; MILLER, L. S.; JOSHI, V. C.; MUHAMMAD, I. *Banisteriopsis caapi*, a unique combination of MAO inhibitory and antioxidative constituents for the activities relevant to neurodegenerative disorders and Parkinson's disease. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 127 (2), p. 357–367, 2010.

- SANTANA, D. Cultivo de eucalipto. Colombo: *Embrapa Florestas* (sistema de produção, 4, 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/Cultivod_oEucalipto/06_pragas_de_eucalipto.htm>. Acesso em: 12 fev. 2011.
- SANTOS, R. G.; LANDEIRA-FERNANDEZ, J.; STRASSMAN, R. J.; MOTTA, V.; CRUZ, A. P. M. Effects of ayahuasca on psychometric measures of anxiety, panic-like and hopelessness in Santo Daime members. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 112 (3), p. 507- 513, 2007.
- SAS INSTITUTE. SAS/STAT user's guide, vol. 2. SAS Institute, Cary, 1990, 795 p.
- SCHMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology*, v. 35, p. 271-297, 1990.
- SCHNITZER, S. A.; BONGERS, F. The ecology of lianas and their role in forests. *Trends in Ecology and Evolution*, Amsterdam, v. 17 (5), p. 223-230, 2002.
- SCHULTES,R. E. The Beta Carboline hallucinagens of South America. *Journal of Psychoactive Drugs*. v. 14, p. 205-219, 1982.
- SEABROOK, W. D. Neurobiological contributions to understanding insect pheromone systems. *Annual Review of Entomology*, Stanford, v. 23, p. 471-485, 1978.
- SETZER, J. O estado atual dos solos do município de Campinas, estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 4 (1), p. 39-62, 1942.
- SEYBOLD, S. J.; PAYNE, T. D. *Bark beetles integrated pest management for home gardeners and landscape professionals*. Pest Notes Publication, 7421, University of California, 2008, 7 p.
- SHANNON, C. E.; WEAVER, W. *The mathematical theory of communication*. The University of Illinois Press, Urbana, 125 p., 1964.
- SHORE, T. L.; SAFRANYIK, L.; WHITEHEAD, R. J. Principles and Concepts of Management, p 117-122. In: SAFRANYIK, L.; WILSON, B. (Ed.). *The mountain pine beetle: A synthesis of biology, management, and impacts on lodgepole pine*. Canada: Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Victoria, British Columbia, 2006.
- SHUTLES, R. E. Some impacts of Spruce`s explorations on modern phytochemical research. *Rhodora* v. 70, 1968.

SILVA, A. G. A.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. N.; SIMONI, L. *Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil: seus parasitos e predadores*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, vol 4, 1968.

SITTICHAYA, W.; BEAVER, R. A.; LIU, L. Y.; NGAMPONGSAI, A. An illustrated key to powder post beetles (Coleoptera, Bostrichidae) associated with rubberwood in Thailand, with new records and a checklist of species found in Southern Thailand. *Zookeys*, v. 26, p. 33-51, 2009.

SIX, D. L. Bark beetles-fungus symbioses. In: BOURTZIS, K.; MILLER , T. A. (Ed.). *Insect symbiosis*. Agrinio: CRC Press, p. 97-111, 2003.

SIX, D. L.; WINGFIELD, M. J. Phytopathogenicity in bark beetle–fungus symbioses: a challenge to the classic paradigm. *Annual Review of Entomology*, Stanford, v. 56, p. 255–272, 2011.

SKAKUN, R. S.; WULDER, M. A. ; FRANKLIN, S. E. Sensitivity of the thematic mapper enhanced wetness difference index (EWDI) to detect mountain pine needle red-attack damage. *Remote Sensing of Environment*, New York, v. 86, p. 433-443, 2003.

SMITH, M. T.; PAYNE, T. L.; BIRCH, M. C. Olfactory-based behavioral interactions among five species in the Southern Pine bark beetle group. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 16 (12), p. 3317-333, 1990.

SOARES, E. L. C.; MOURA, C. P. Objetivos da união do vegetal como grupo religioso brasileiro e internacional. In: COSTA, J. B. *Hoasca, ciência, sociedade e meio ambiente*. Campinas: Mercado das Letras, 2011, 360 p.

SOUZA, R. M.; ANJOS, N.; MOURÃO, S. A. *Apate terebrans* (Pallas) (Coleoptera: Bostrychidae) atacando árvores de nim no Brasil. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 38 (3), p. 437-439, 2009.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. *Botânica sistemática*: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa: Instituto Plantarum, p. 355-360, 2005.

SPONAGEL, K. W. Eficacia del aceite de nim, extractos AZT y acetona de nim en el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* en comparación con medidas químicas y biológicas. In BRECHELT, A.; HELLPAP, C. (eds) *Memorias del 1er. Congreso Latinoamericano y del Caribe sobre Nim y otros Insecticidas Vegetales*. Santo Domingo, GTZ, p. 255-266, 1994.

STARK, R. W. Integrated pest management in forest practice. *Journal of Forestry*, Washington, v. 75, p. 251-254, 1977.

STOSZEK, K. J. Forest under stress and insect outbreaks, Northwest *Environmental Journal*, University of Washington, v. 4 (2), p. 247-261, 1988.

SULLIVAN, B. Electrophysiological and behavioral responses of *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Curculionidae) to volatiles isolated from conspecifics. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 98, p. 2067-2078, 2005.

SULLIVAN, B. T. Southern pine beetle behavior and semiochemistry. In: COULSON, R. N.; KLEPZIG, K. D. *Southern pine beetle II*. Asheville: U.S. Department of Agriculture Forest Service, Southern Research Station, p. 25-50, 2011.

SULLIVAN , B. T.; PETTERSSON, E. M.; SELTMANN, K. C.; BERISFORD, C. W. Attraction of the bark beetle parasitoid *Roptrocerus xylophagorum* (Hymenoptera: Pteromalidae) to host-associated olfactory cues. *Environmental Entomology*, College Park, v. 29, p. 1138-1151, 2000.

SULLIVAN, B. T.; SHEPHERD, W. P.; PURESWARAN , D. S.; TASHIRO , T.; MORI, K. Evidence that (+)-endo -brevicomin is a male-produced component of the southern pine beetle aggregation pheromone. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 33, p. 1510-1527, 2007.

TAYLOR, S. W.; CARROLL, A. L.; ALFARO, R. I.; SAFRANYIK, L. Forest, Climate and Mountain Pine Beetle Outbreak Dynamics. In: SAFRANYIK, L.; WILSON, B. (Ed.). *The montain pine beetle: a synthesis of biology, management, and impacts on lodgepole pine*. Canada: Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Victoria, British Columbia, p. 67-94, 2006. Disponível em: <<http://www.for.gov.bc.ca/hfd/library/documents/bib96122.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2012.

TEIXEIRA, E. P.; NOVO, J. P. S.; BERTI FILHO, E. First Record of *Sinoxylon anale* Lesne and *Sinoxylon senegalensis* (Karsch) (Coleoptera: Bostrichidae) in Brazil. Scientific Note. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 31 (4), p. 651-652, 2002.

THATCHER, R. C. Introduction, p. 1-4. In: THATCHER, R. C.; SEARCY, J. L.; COSTER, J. E. HERTEL, G. D. *The southern pine beetle*. Pineville: United States Department of Agriculture/Forest Service, 1980 (USDA Forest Service. Technical Bulletin,1631).

TOREZAN SILINGARDI, H. M. Predatory behavior of *Pachodynerus brevithorax* (Hymenoptera: Vespidae, Eumeninae) on endophytic herbivore beetles in the Brazilian tropical savanna. *Sociobiology*, Chico, v. 57 (1), p. 181-189, 2011.

ULYSHEN, M. D.; HANULA, J. L.; HORN, S.; KILGO, J. C.; MOORMAN, C. E. Spatial and temporal patterns of beetles associated with coarse woody debris in managed bottomland hardwood forests. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 199 (2/3), p. 259-272, 2004.

VALLET, J., BEAUJOUAN, V., PITHON, J., ROZÉ, F., DANIEL, H. The effects of urban or rural landscape context and distance from the edge on native woodland plant communities. *Biological Conservation*, Essex, v. 19 (12), p. 3375-3392, 2010.

VIDAL, M. M.; PIVELLO, V. R.; MEIRELLES, S. T.; METZGER, J. P. Produção de serapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada (Ibiúna, SP): importância da borda e tamanho dos fragmentos. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 30 (3), p. 521-532, 2007.

VILLAS BOAS, M. M. Controle Fitossanitário do mariri. In: COSTA, J. B. *Hoasca, ciência, sociedade e meio ambiente*. Campinas: Mercado das Letras, 360 p, 2011.

VITÉ, J. P. Silviculture and the management of bark beetle pests, p.155-68. In: CONFERENCE ON ECOLOGICAL ANIMAL CONTROL BY HABITAT MANAGEMENT, 1971, *Proceedings...* Tall Timbers Research Station, Tallahassee, 1971.

WAGNER, T. L.; GAGNE, J. A.; SHARPE, P. J. H.; COULSON, R. N. A biophysical model of southern pine beetle *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Scolytidae) development. *Ecological Modelling*, Washington, v. 21, p. 125-147, 1984.

WARD, J. D.; MISTRETA, P. A. Land ownership susceptibility. *Epidemiology Forest Encyclopedia Network*, 2008.

Disponível em <www.forestencyclopedia.net/p/p1018>. Acesso em jan/2011.

WARING, R. H.; PITMAN, G. B. *A simple model for host resistance to bark beetles*. Oregon: Oregon State University, School of Forestry Forest Research laboratory, (Note 65), 1980.

WARING, R. H.; PITMAN, G. B. Modifying lodgepole pine stands to change susceptibility to mountain pine beetle attack. *Ecology*, Durham, v. 66 (3), p. 889-897, 1985.

WERMELINGER, B. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus*: a review of recent research. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 202, p. 67-82, 2004.

WERNER , R. A; FURNISS, M. M.; YARGER, L. C.; WARD, T. *Effects on eastern larch beetle of its natural attractant and synthetic pheromones in Alaska*. [S.n.]: United States Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, 1981. (Research Note PNW-371). Disponível em:<http://www.fs.fed.us/pnw/pubs/pnw_rn371.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2011.

WERNER, R. A.; HOLSTEN, E. H.; MATSUOKA, S. M.; BURNSIDE, R. E. Spruce beetles and forest ecosystems in south-central Alaska: A review of 30 years of research. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 227, p. 195–206, 2006.

WHITE, M. G. *The sterilization of exported packaging timber (to meet quarantine regulations)*. Timber Laboratory Paper, Princes Risborough Laboratory, UK , 49, 1971.

WHITNEY, H. S.; SAFRANYIK, L.; MURARO, S. J.; DYER, D. A. Defense of the Concept of Direct Control of Mountain Pine Beetle Populations in lodgepole Pine: Some Modern Approaches. In: KIBBEE, D. L; BERRYMAN, A. A.; AMMAN, G. D.; STARK, R. W. Editors. *Proceedings of Symposium on Theory and Practice of Mountain Pine Beette Management in Lodgepole Pine Forest*. National Science Foundation Washington State University/ USDA Forest Service Held at Washington State University April, p. 25-27, 1978.

WILCKEN, C. F.; BERTI FILHO, E.; TADEU OTTATI, A. L.; FIRMINO, D. C.; BRASIL COUTO, E. Occurrence of *Phoracantha recurva* Newman (Coleoptera: Cerambycidae) in eucalypts in the State of São Paulo, Brazil. *Scientia Forestalis*, v. 62, p. 149-153, 2002.

WILLIAMS, D. W.; LIEBHOLD, A. M. Climate change and the outbreak ranges of two North American bark beetles. *Agricultural and Forest Entomology*, v. 4 (2), p. 87-99, 2002. Disponível em: <http://www.nrs.fs.fed.us/pubs/jrnls/2002/ne_2002_williams-d_001.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2012.

WILLIAMSON, D. L.; VITÉ, J. P. Impact of insecticidal control on the southern pine beetle population in east Texas. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 64, p. 1440-1444, 1971.

WINK, M. Introduction: biochemistry, physiology and ecological functions of secondary metabolites. In WINK, M. [ed], Biochemistry of plant secondary metabolism. *Annual Plant Reviews*, 40, p. 1-19, 2010.

WOOD, D. L. Selection and colonization of ponderosa pine by bark beetles. In: EMDEN, H. F. VAN (Ed.). *Insect/plant relationships*. London: Royal Entomology Society, p. 101-117, 1972.

WOOD, S. L. A reclassification of the subfamilies and tribes of *Scolytidae* (Coleoptera). *Annales de la Société Entomologique de France*, v. 14 (1), p. 95-122, 1978.

WOOD, S. L. The role of pheromones, kairomones, and allomones in the host selection and colonization behavior of bark beetles. *Annual Review of Entomology*, Stanford, v. 27, p. 411- 446, 1982.

WOOD, S. L. A reclassification of the genera of *Scolytidae* (Coleoptera). *Great Basin Naturalist Memoirs*. Provo 10, p. 1-126, 1986.

WOOD, S. L. *Bark and ambrosia beetles of South America (Coleoptera: Scolytidae)*. Brigham Young University, Provo. 900 p., 2007.

WOOD, D. L.; BROWNE, L. E.; BEDARD, W. O.; TILDEN, P. E.; SILVERSTEIN, R. M.; RODIN, J. O. Response of *Ips confusus* to synthetic sex pheromones in nature. *Science*, Washington, v. 159, p. 1373-1374, 1968.

WOODRUFF, R. E.; GERBERG, E. J.; SPILMAN, T. J. A false powder-post beetle, *Xylopsocus capucinus* (Fabridius) (Insecta: Coleoptera: Bostrichidae). *DPI Entomology Circular* 195, 2000 Entomology and Nematology Department, Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida

Disponível em: <<http://entomology.ifas.ufl.edu/creatures>>. Acesso em: 11 mar. 2012.

WULDER, M. A.; DYMOND, C. C.; WHITE, J. C. *Remote sensing in the survey of mountain pine beetle impacts: review and recommendations*. Victoria: Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, 55 p., 2005.

Disponível em: <<http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/25842.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2012.

WULDER, M. A; DYMOND, C. C.; WHITE, J. C.; ERICKSON, B. Detection, mapping, and monitoring of the mountain pine beetle. In SAFRANYIK, L.; WILSON, B. (Ed.). *The montain pine beetle: a synthesis of biology, management, and impacts on lodgepole pine*. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Victoria, BC, p. 123-154, 2006 a. Disponível em: <<http://www.for.gov.bc.ca/hfd/library/documents/bib96122.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2012.

WULDER, M. A.; WHITE, J. C.; BENTZ, B.; ALVAREZ, M. F.; COOPS, N. C. 2006 b .Estimating the probability of mountain pine beetle red-attack damage. *Remote Sensing of Environment*, New York, v. 101, p. 150–166.

XI, W.; WALDRON, J. D.; CAIRNS, D. M.; LAFON, C. W. ; BIRT, A. G.; TCHAKERIAN, M. D.; KLEPZIG, K. D. ; COULSON, N. Restoration of southern pine forests after the southern pine beetle. In: STANTURF, J.; MADSEN, P. (Ed.). *Forest landscape restoration: integrating natural and social sciences*. Washington: Springer, 2010. Disponível em: <http://kelab.tamu.edu/coulson/Pdf_pub/Xi_et_al_Chapter_13.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2012.

YULE, R. F. N.; MENDONÇA, A. V. R.; BOTEZELLI, E. L. M.; OLIVEIRA FILHO, A.T.O. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas

da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em lavras, MG. *Acta bot. Brás.*, v. 17 (2), p. 213-229, 2003.

ZANUNCIO, J. C.; SOSSAI, M. F.; FLECHTMANN, C. A. H.; ZANUNCIO, T. V.; GUIMARÃES, E. M.; ESPINDULA, M. C. Plants of an *Eucalyptus* clone damaged by Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 40 (5), p. 467-470, 2005.

ZHAO, H.; ZONG, G.; ZHANG, J.; WANG, D.; LIANG, X. Synthesis and anti-fungal activity of seven oleanolic acid glycosides. *Molecules, Basel*, v. 16 (2), p. 1113-1128, 2011.