

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA
DIVISÃO DO CURSO DE ENTOMOLOGIA

**Potencial Inseticida de Extrativos de Três Espécies Vegetais da
Amazônia em *Cryptotermes brevis* Walker, 1853
(Isoptera:Kalotermitidae)**

Ester Paixão da Silva

Manaus - AM
Janeiro / 2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA
DIVISÃO DO CURSO DE ENTOMOLOGIA

Ester Paixão da Silva

Orientador: Dr. José Wellington de Moraes
Co-orientador: Dr. Luiz Rubens Piedade

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação do
INPA, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre
em Entomologia.

Manaus - AM
Janeiro / 2010

Ficha Catalográfica

S586 Silva, Ester Paixão da
Potencial inseticida de extrativos de três espécies vegetais da Amazônia em *Cryptotermes brevis* Walker, 1853 (Isoptera: Kalotermitidae / Ester Paixão da Silva -- Manaus : [s.n.], 2010. xiii, 50 f. : il. (algumas color.)

Dissertação (mestrado em Entomologia)--INPA, Manaus, 2010.
Orientador: Dr. José Wellington de Moraes
Co-orientador: Luiz Rubens Piedade
Área de Concentração: Entomologia

1. *Cryptotermes brevis* - Controle 2. Inseticidas vegetais - Controle
3. Cupim de madeira seca I. Título

CDD 19^a ed. 595.736

Sinopse:

Foi avaliado o potencial inseticida de extrativos de três espécies vegetais da Amazônia em *Cryptotermes brevis* (Isoptera: Kalotermitidae).

Palavras-chave: Extrativos vegetais, toxicidade, inibição alimentar, cupim de madeira seca

Agradecimentos

“Posso todas as coisas naquele que me fortalece Fl. 4:13”

A Deus, que me faz mais do que vencedora em Cristo Jesus;

Agradeço ao meu marido, aos meus pais e irmãos, que estão sempre ao meu lado me apoiando nas minhas conquistas;

Ao INPA pela oportunidade e confiança a mim concedida;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão da bolsa;

Ao Dr. José Wellington de Moraes pela orientação;

Ao aluno Cristian Dambros pelo auxílio nas análises estatísticas dos dados;

Ao técnico Jailson pelo companheirismo nesse tempo que trabalhamos juntos no Laboratório de Fauna do Solo;

Ao MSc e amigo Cristiano Souza pela orientação na parte química, sendo solícito a todo o momento;

A coordenação de Pesquisa em Produtos Florestais – CPPF / INPA e ao laboratório de Química da Madeira, na pessoa da Dra. Maria de Jesus Coutinho Varejão pelo apoio na obtenção e análise química dos extratos;

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1. INSETICIDAS	3
2.2. LEGUMINOSEAE	6
2.3. MYRISTICACEAE	7
2.4. CUPINS.....	8
2.5. <i>CRYPTOTERMES SP.</i> (KALOTERMITIDAE)	10
3. OBJETIVO	12
3.1. OBJETIVO GERAL	12
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
4. MATERIAL E MÉTODOS	13
4.1. AVALIAÇÃO DO POTENCIAL INSETICIDA DAS ESPÉCIES VEGETAIS.....	13
4.1.1. <i>Coleta das cascas das espécies vegetais</i>	13
4.1.1.1. Área de Estudo: Arquipélago de Anavilhanas, Rio Jaú e Rio Carabinani.	13
4.1.1.2. Seleção e coleta de material.....	14
4.1.1.3. Obtenção dos extratos.....	14
4.1.2. <i>Montagem do experimento</i>	16
4.1.2.1. Espécie de cupim selecionada para os testes	16
4.1.2.2. Unidades de ensaio e impregnação	17
4.1.3. <i>Testes de inibição alimentar e mortalidade</i>	19
4.1.3.1. Inibição alimentar.....	19
4.1.3.2. Mortalidade	19
4.2. ANÁLISE DOS CONSTITUINTES QUÍMICOS	20
4.2.1. <i>Detecção das principais classes de substâncias a partir dos extratos das cascas das espécies vegetais</i>	20
4.2.2. <i>Determinação do teor de taninos e polifenóis totais presentes nas cascas das espécies vegetais</i>	21
4.3. ANÁLISE DOS DADOS.....	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1. POTENCIAL DE INIBIÇÃO ALIMENTAR DAS ESPÉCIES VEGETAIS	23
5.2. MORTALIDADE	29
5.3. PRINCIPAIS CLASSES DE COMPOSTOS PRESENTES NAS CASCAS DAS ESPÉCIES FLORESTAIS	32
7. CONCLUSÃO	38
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Principais gêneros de cupins-praga em centros urbanos, na agricultura e em florestas da Amazônia brasileira. A – <i>Cryptotermes</i> sp.; B – <i>Coptotermes</i> sp.; C – <i>Nasutitermes</i> sp.....	9
Figura 2 – <i>Cryptotermes brevis</i>	10
Figura 3 – Grânulos fecais de <i>Cryptotermes brevis</i>	11
Figura 4 – Representatividade de cupins coletados em áreas urbanas de Manaus	11
Figura 5 – Mapa da região do arquipélago das Anavilhanas, baixo rio Negro, Estado do Amazonas	13
Figura 6 – Equipamentos utilizados no processo de extração: A – moinho Wiley; B – ultra-som; C – Evaporador rotativo;.....	15
Figura 7 – Pseudo-operários de <i>Cryptotermes brevis</i> usados nos testes com os extrativos.	16
Figura 8 – Esquema do experimento ilustrando as unidades experimentais de extrativos em diferentes concentrações, solvente e controle com 10 réplicas cada	18
Figura 9 – Consumo por <i>Cryptotermes brevis</i> dos corpos de prova impregnados com os extratos de <i>Senna silvestris</i> , obtidos com etanol e mistura AHA, respectivamente, em diferentes concentrações. T = testemunha; C = controle	23
Figura 10 – Consumo por <i>Cryptotermes brevis</i> dos corpos de prova impregnados com os extratos de <i>Dalbergia inundata</i> , obtidos com etanol e mistura AHA, respectivamente, em diferentes concentrações. T = testemunha; C = controle	24
Figura 11 – Consumo por <i>Cryptotermes brevis</i> dos corpos de prova impregnados com os extratos de <i>Virola guianensis</i> , obtidos com etanol e mistura AHA, respectivamente, em diferentes concentrações. T = testemunha; C = controle	25

Figura 12 – Consumo por <i>Cryptotermes brevis</i> dos corpos de prova impregnados com os extratos etanólicos e obtidos com mistura AHA de <i>Senna silvestris</i> , <i>Dalbergia inundata</i> e <i>Virola guianensis</i>	26
Figura 13- Mortalidade de <i>Cryptotermes brevis</i> submetidos à alimentação forçada com corpos-de-prova impregnados com extratos de <i>Senna silvestris</i> obtidos com etanol e mistura AHA, respectivamente. T = testemunha; C = controle	29
Figura 14- Mortalidade de <i>Cryptotermes brevis</i> submetidos à alimentação forçada com os corpos de prova impregnados com extratos de <i>Dalbergia inundata</i> obtidos com etanol e mistura AHA, respectivamente. T = testemunha; C = controle	30
Figura 15- Mortalidade de <i>Cryptotermes brevis</i> submetidos à alimentação forçada com os corpos de prova impregnados com extratos de <i>Virola guianensis</i> obtidos com etanol e mistura AHA, respectivamente. T = testemunha; C = controle	30

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Testes de identificação das classes de compostos presentes nos extratos das cascas das espécies estudadas	20
Tabela 2 – Valores médios de consumo dos papéis filtro impregnados com extrativos etanólicos e da mistura AHA de espécies madeireiras da Amazônia seguidas dos seus respectivos erros padrões (mg), após 30 dias de exposição ao cupim <i>Cryptotermes brevis</i>	26
Tabela 3 –Diferentes classes de compostos nas cascas das espécies do estudo	36
Tabela 4 – Teor de extrativos, taninos e polifenóis totais e número de classes encontradas nos extratos das cascas das espécies vegetais estudadas.....	37

Resumo

Cryptotermes brevis têm sido apontada, em diversos estudos, como uma das principais espécies-praga de cupim em centros urbanos, sendo encontrada principalmente em ambientes domésticos. Estudos de controle destes insetos, alternativos aos conhecidamente prejudiciais produtos químicos, incluem o uso de extrativos vegetais que podem ser usados como preservantes de madeiras suscetíveis, sendo o conhecimento de suas substâncias ativas útil para a produção de inseticidas sintéticos. Neste trabalho objetivou-se estudar a ação tóxica e antialimentar de extrativos da casca de *Dalbergia inundata*, *Senna silvestris* e *Virola guianensis* em *Cryptotermes brevis*. Os extratos foram obtidos a frio, em etanol P.A. 95% e mistura de acetona-hexano-água (54:44:2), concentrados em rotaevaporador e depois diluídos para obtenção das concentrações 0,1, 1, 2 e 5% e impregnados em discos de papel filtro. Em cada disco de papel foram colocados dez pseudo-operários de *Cryptotermes brevis* com dez réplicas para cada concentração. O experimento foi acompanhado durante trinta dias. Os extrativos não foram tóxicos para os cupins, mas tiveram influência no consumo dos mesmos. A análise dos principais compostos químicos presentes nos extratos das espécies indicou a presença de flavonóides, taninos, antraquinonas, heterosídeos cianogênicos, esteróides, triterpenos e saponinas.

Palavras-chave: Extrativos vegetais, toxicidade, inibição alimentar, cupim-de-madeira-seca

Abstract

Cryptotermes brevis have been identified in several studies as a major pest species of termites in urban centers, found mainly in the domestic environment. Control studies of these insects, an alternative to harmful chemicals known to include the use of plant extracts that can be used as wood preservatives susceptible, and the knowledge of their active substances useful for the production of synthetic insecticides. This work aimed to study the toxicity and antifeedant extractives from the bark of *Dalbergia inundata*, *Senna silvestris* and *Virola guianensis* in *Cryptotermes brevis*. The extracts were obtained in cold ethanol 95% and mixture of acetone-hexane-water (54:44:2), concentrated in vacuum rota-evapactor and after diluted to obtain concentrations of 0.1, 1, 2 and 5% and impregnated filter paper discs. In each paper disc has ten pseudo-workers of *Cryptotermes brevis* ten replicates for each concentration. The experiment was followed for thirty days. The extractives were not toxic to termites, but they had influence on consumption. The analysis of the main chemical compounds present in extracts of the species indicated the presence of flavonoids, tannins, anthraquinones, heterosides cyanogenic, steroids, triterpenes and saponins.

Key Words: Plant extracts, toxicity, feedind deterrence, dry wood termites

1. INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade o homem tem se deparado com a necessidade de controlar pragas, seja na agricultura, na pecuária ou mesmo na medicina. Com o processo crescente de urbanização também surgem diversos tipos de organismos que disputam por espaço e alimento, tornando-se, de alguma maneira, inconvenientes e levando a necessidade de se buscar alternativas para o seu controle ou extermínio.

Apesar de sua importância ecológica, como recicladores de matéria orgânica de origem vegetal, algumas espécies de cupins têm causado prejuízos econômicos tanto em centros urbanos, como no campo.

A ampla ocorrência de cupins em cidades se deve à grande disponibilidade de madeiras, principalmente as susceptíveis como compensado ou aglomerado. Muitas infestações iniciam-se em árvores próximas às residências, de onde estes insetos iniciam a construção de seus túneis de forrageamento ligando o ninho até os imóveis, onde eles encontram outra fonte de alimento.

A espécie *Cryptotermes brevis* Walker, 1853 (Isoptera:Kalotermitidae) possui grande importância econômica, tanto pela sua ampla distribuição em ambiente urbano quanto pela freqüência em domicílio (Eleotério & Berti filho, 2000).

O método de controle mais usado atualmente em infestações urbanas de espécies-praga de cupins são os inseticidas químicos, utilizados diretamente em árvores ou madeiramento de edificações e móveis, através de injeção, pincelamento, fumigação ou barreira química. Métodos alternativos ao uso dos prejudiciais produtos químicos se baseiam no conhecimento da biologia destes insetos, nos quais são utilizados seus feromônios ou hormônios juvenis e inibidores da síntese de quitina. Nesta busca por métodos naturais também se insere o uso de inseticidas de origem vegetal, que podem ser aplicados diretamente na madeira ou servirem como modelo para produção de inseticidas

sintéticos, através do conhecimento de seus compostos ativos e modo de ação (Cabrera *et al.*, 2001).

O objetivo do presente estudo foi investigar o potencial de ação inseticida dos extratos etanólicos e de mistura acetona-hexano-água da casca de *Dalbergia inundata* Spruce ex Benth (Fabaceae) (mosquiteiro de capivara), *Senna silvestris* (Vell.) H. S. Irwin & Barneby (Fabaceae) (abotinha) e, *Virola guianensis* Aubl. (Myristicaceae) (ucuúba) em cupim-de-madeira-seca *Cryptotermes brevis*.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Inseticidas

Apesar de ainda não existir um produto que contenha todas as propriedades inerentes a um “inseticida ideal”, as substâncias destinadas a combater insetos precisam preencher alguns requisitos básicos, como eficiência contra insetos, mesmo em baixas concentrações, isenção de toxicidade ao homem e animais domésticos, assim como não serem acumulativos nas gorduras dos mesmos, além de ter viabilidade econômica (Mariconi, 1977).

Os inseticidas mais utilizados há alguns anos pertenciam ao grupo dos organoclorados e fosforados. Os mesmos substituíram o uso dos naturais na década de 40 por se mostrarem mais potentes (Mariconi, 1981). Os clorados como DDT, DDD, BHC, Lindane, Clordane, Heptacloro, Aldrin e outros foram descobertos no fim do século XIX e início do século XX sendo amplamente utilizados no combate a várias pragas. Estes inseticidas têm maior poder residual que os fosforados e outros e até a poucos anos atrás, eram os menos tóxicos para os animais de sangue quente. Por outro lado os compostos deste grupo acumulam-se nas gorduras do homem e dos animais, podendo ocasionar graves problemas (Mariconi, 1977). Apesar de ainda serem empregados no combate a diversas pragas, o amplo espectro de ação dos inseticidas químicos, que os levam a exterminar tanto os insetos considerados pragas como também os seus predadores naturais e ainda aqueles benéficos ao homem, tornam os mesmos desvantajosos. Somado a isto a resistência que os insetos adquirem a estes produtos exige a aplicação de maiores quantidades, causando danos ecológicos progressivos e poluição ao meio ambiente (Mariconi, 1981).

Assim, o conhecimento dos prejuízos advindos do uso indiscriminado de produtos químicos no controle de pragas, como os impactos ambientais e resíduos tóxicos alimentares, tem incentivado estudos relacionados a novas técnicas de

controle de pragas, como o uso de inseticidas de origem vegetal (Mossini & Kemmelmeier, 2005; Tavares & Vendramim, 2005).

Os primeiros inseticidas botânicos utilizados foram a nicotina, a piretrina, a rotenona, a sabadina e a rianodina extraídos das espécies vegetais *Nicotiana tabacum*, *Chrysanthemum cinerariaefolium*, *Derris* spp. e *Lonchocarpus* spp., *Schoenocaulon officinale* e de *Rhynchospora speciosa* respectivamente (Lagunes & Rodríguez 1992). A rotenona caiu em desuso por possuir toxicidade a peixes e mamíferos (Mascaro *et al.*, 1998), a molécula original da piretrina foi modificada para possibilitar a aplicação no campo e melhorar seu potencial como inseticida (Embrapa, 2004), originando inseticidas como a deltametrina, um dos mais recomendados no controle de pragas de grãos armazenados (Lorini & Galley, 1996).

Inseticidas botânicos são formulados a partir de extrativos, substâncias resultantes do metabolismo secundário das plantas que, segundo estudos químico-ecológicos, executam importante papel nas relações inseto-planta (Viglianco *et al.*, 2008), as quais podem ser obtidas das diversas partes da planta (folha, fruto, caule ou raiz) e cuja função parece ser a defesa das espécies vegetais contra os insetos herbívoros (Tavares & Vendramim, 2005). A atuação dos extrativos na proteção vegetal contra o ataque de cupins, dentre outros insetos, ocorre pela repelência que ocasionam devido ao seu cheiro ativo, pelo gosto desagradável que possuem, agindo como veneno para os protozoários existentes no trato digestivo destes organismos ou como veneno sistêmico para o próprio cupim (Supriana *et al.*, 1985). O interesse na pesquisa dos extrativos vegetais se justifica, em parte, pela necessidade da obtenção de novos produtos e subprodutos de valor comercial (Klock *et al.*, 2005).

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) surgiu nas últimas décadas a partir da necessidade de buscar novas alternativas ao uso de produtos químicos. O principal propósito do MIP é o uso de táticas de controle que podem ser aplicadas isoladas ou em conjunto visando à análise de custo/benefício e levando em conta o interesse e/ou impacto dos produtos sobre o homem e o ambiente (Kogan,

1998). O controle de insetos através de produtos naturais extraídos de plantas tem apresentado melhor adequação com os propósitos do MIP por apresentarem seletividade, baixa toxicidade para humanos e animais domésticos, eficiência contra várias espécies de inseto-praga e biodegradabilidade (Saxena, 1989). Quanto ao modo de ação apresentados pelas substâncias úteis no controle de insetos podemos destacar os que possuem ação inseticida, esterilizadora, repelentes e inibidores da alimentação (deterrentes alimentares) (Saito *et al.*, 2004; Roel, 2001).

Espécies vegetais cujos extratos apresentaram atividade contra uma diversidade de insetos podem ser encontradas na literatura: *Piper aduncum* L. e *Piper hispidinervum* (Piperaceae) (Estrela *et al.*, 2006); *Chenopodium ambrosioides* (Chenopodiaceae) (Procópio *et al.*, 2003; Tavares & Vendramim, 2005); *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) (Roel *et al.*, 2000; Torres *et al.*, 2001); *Prosopis juliflora* Swartz D. C. (Leguminoseae) (Embrapa, 2001; Cavalcante *et al.*, 2006).

Assim, a utilização de extrativos de plantas com potencial inseticida no controle de pragas e de suas substâncias como modelo para compostos sintéticos tem sido alvo de estudos que visam desenvolver alternativas mais seletivas e menos prejudiciais ao meio ambiente.

2.2. Leguminosae (Fabaceae)

A família Leguminosae possui destaque na composição da flora da região amazônica e está distribuída em todos seus ecossistemas (Silva,1980).

Em estudo com Leguminosas florestais da Amazônia, Barbosa *et al.* (2006) avaliou as principais classes de componentes químicos nos extrativos etanólicos das cascas destas espécies revelando a presença de compostos cianogênicos, triterpenos, saponinas, antraquinonas, fenóis e taninos. Segundo a mesma autora a presença destas substâncias na composição química da casca de leguminosas geralmente está associada com a sua resistência a organismos xilófagos como insetos ou fungos podendo ser investigadas para uso em inseticidas e/ou fungicidas de base natural. Saito *et al.* (2004) avaliaram a atividade inibidora de alimentação de deztoito espécies vegetais de diferentes famílias utilizando lagartas de *Spodoptera frugiperda* e *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera). A leguminosa *Machaerium gemmatalis* foi a mais ativa para as duas espécies de lagarta. Testes químicos realizados neste mesmo trabalho indicaram a presença de saponinas e antraquinonas nas espécies vegetais estudadas, sendo as saponinas, segundo o autor, possivelmente responsáveis pela atividade.

Extratos de Leguminosas têm sido avaliados quanto à atividade deterrente alimentar para uma diversidade de insetos: *Machaerium hirtum* (Saito, 2004); *Detarium microcarpum* L. (Ladjide *et al.*, 1995), *Pterocarpus macrocarpus* Kruz. (Morimoto *et al.*, 2006), *Lonchocarpus castilloi* (Reyes-Chilpa *et al.*, 1995), *Lathirus latifolius* (Bell *et al.*,1996), *Tephrosia emoroides* (Machocho *et al.*, 1995), *Tephrosia* spp. (Hassan *et al.*, 2005) e *Sophora flavescens* (Mao *et al.*, 2007), revelando grande potencial de ação contra esses organismos.

Assim, estudos de investigação de extratos orgânicos de Leguminosas têm como objetivo o melhor aproveitamento destas espécies como fonte de compostos úteis no controle de insetos e outros organismos que causam a biodeterioração da madeira.

2.3. Myristicaceae

Myristicaceae se encontra entre as famílias de espécies florestais arbóreas mais representativas em regiões tropicais (Whitmore, 1990). Em um inventário realizado por Lima Filho *et al.* (2001) no Estado do Amazonas, as Miristicáceas estavam entre as mais abundantes em floresta de terra firme.

Segundo Schultes (1971) citado por Paulo (1983), o interesse pelo estudo fitoquímico e farmacológico desta família iniciou-se, na década de 50, pela descoberta do uso de suas espécies por índios da Amazônia em preparações alucinógenas conhecidas como rapé, principalmente a partir do gênero *Virola*. Desde então este gênero tem sido estudado pelo seu potencial bioativo, principalmente quanto ao aspecto farmacológico (Barata, 1976; Paulo, 1983; Barata *et al.*, 2000; Bernardes, 2006; Denny *et. al*, 2007).

Estudos químicos com espécies de *Virola* revelaram a presença de alcalóides, flavonóides, lignanas / neolignanas (lignóides) e esteróides (Borges, 2003), sendo os lignóides uma das principais classes de compostos que ocorrem nas espécies apresentando uma diversidade de atividades biológicas como: anticancer (Denny *et al.*, 2007), tripanocida (Bernardes, 2006), antifúngica (Gottlieb, 1977 *apud* Paulo, 1983; Teixeira, 2007), contra penetração da cercária *Schistosoma mansoni* (Barata *et al*, 1978), inibidora da germinação de sementes e do desenvolvimento da radícula de plantas daninhas (Borges *et al.*, 2007).

2.4. Cupins

Os cupins têm considerável importância econômica e ecológica. Os prejuízos econômicos são atribuídos às espécies que causam danos a madeira, um recurso natural renovável que possui importância pela sua utilidade nos mais variados fins, sendo empregado, por exemplo, em edificações, na construção de móveis e na fabricação de papel. As espécies que atacam plantas cultivadas também são capazes de causar vultuosos danos econômicos (Carrera, 1973).

Dentre os insetos, provavelmente, são os organismos que possuem maior importância ecológica e atuam nos processos de mineralização do carbono, na produção e humidificação do solo em ambientes de pastagem e floresta e na ciclagem de nutrientes em ambientes terrestres (Krishna & Grimaldi, 2003). Diversos estudos têm avaliado os efeitos antrópicos sobre térmitas, como distúrbios ambientais (Eggleton *et al.*, 1999; Eggleton *et al.*, 1996; Bandeira *et al.*, 2003; Bandeira & Vasconcelos, 2004), fragmentação de habitats (Souza e Brown, 1994; Roisin & Leponce, 2004), assim como o efeito do fogo sobre a riqueza de espécies (Souza e Brown, 1994; Davies, 1997; DeSouza *et al.*, 2003) caracterizando-os como bons indicadores ambientais.

A diversidade de térmitas foi revisada por Constantino & Acioli (2006) que citam cerca de 2.800 espécies conhecidas, sendo 300 para o Brasil e 280 para a Amazônia. O grupo possui distribuição ampla em regiões tropical e subtropical, com poucas espécies em regiões desérticas ou de clima temperado.

As espécies de cupins estão distribuídas em sete famílias: Mastotermitidae, Kalotermitidae, Termopsidae, Hodotermitidae, Serritermitidae, Rhinotermitidae e Termitidae. Estes últimos englobam quase 80% das espécies (Noirot, 1995) e são denominados térmitas superiores, pois independem de organismos simbiotes intestinais no processo de degradação da celulose (Koovor, 1971). Mais conhecidos pelo potencial como praga, os cupins-praga constituem somente 10% das espécies existentes (Krishana, 1969; Bandeira *et al.*, 1998). Os custos, com o controle curativo e recuperação das construções danificadas por cupins é alto,

pois de maneira geral, são percebidos quando a madeira já está altamente comprometida (Eleotério & Berti Filho, 2000). Segundo a estimativa de Su (2002) as perdas causadas pelo ataque de cupins, mundialmente, ultrapassam a quantia de US\$ 20 bilhões por ano. Milano (1998) estima que, na cidade de São Paulo, os gastos com controle e reposição das peças danificadas cheguem à cerca de US\$ 10 milhões anuais. Segundo o mesmo autor estima-se que a quantidade de ninhos de *Coptotermes havilandi* instalados cresça em proporção geométrica, a uma taxa de cerca de 10% ao ano. As espécies pertencentes aos gêneros *Cryptotermes* (Kalotermitidae), *Coptotermes* (Rhinotermitidae) e *Nasutitermes* (Termitidae) (figura 1) são as principais representantes das espécies consideradas como pragas em centros urbanos (Vasconcelos *et al.*, 2003), na agricultura e em florestas da Amazônia brasileira (Bandeira, 1996). No Brasil a espécie *Cryptotermes brevis* (Kalotermitidae) é a principal invasora de estruturas e mais importante economicamente. O gênero *Nasutitermes* é o que possui o maior número de espécies (Vasconcelos *et al.*, 2003).

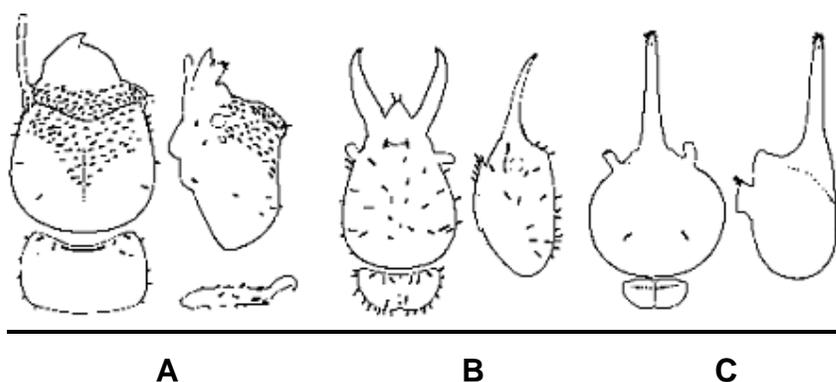


Figura 1 – Principais gêneros de cupins-praga em centros urbanos, na agricultura e em florestas da Amazônia brasileira. A – *Cryptotermes* sp.; B – *Coptotermes* sp.; C – *Nasutitermes* sp.

Fonte: Constantino, 1999.

2.5. *Cryptotermes* sp. (Kalotermitidae)

O gênero *Cryptotermes* possui ampla distribuição mundial e é considerada a principal praga entre os cupins de madeira seca (Brammer & Scheffrahn, 2002; Vasconcelos *et al.*, 2003).

Normalmente atacam estruturas em madeira como compensado e aglomerado e podem ser encontrados com facilidade em objetos construídos com madeira nos mais variados tipos de ambientes (Bandeira & Vasconcelos, 2004). Para o Brasil são descritas três espécies introduzidas (Constantino, 1999). Dentre as espécies pertencentes ao gênero *Cryptotermes* no continente americano, a mais amplamente distribuída é *Cryptotermes brevis* (figura 2) ocorrendo em todas as regiões do mundo. Dentre os cupins de madeira seca, é a principal espécie invasora de estruturas. Geralmente possuem colônias pouco populosas, com cerca de 300 indivíduos a poucos milhares onde podem ser encontrados soldados, pseudo-operários, jovens e reprodutores. Os cupins de madeira seca fazem seus ninhos na própria peça ou estrutura de madeira de onde retiram seu alimento apresentando sinais externos de ataque bastante discretos, onde a percepção do mesmo se dá pela presença de excrementos granulados deixados junto à peça ou estrutura infestada (figura 3), assim quando se percebe efetivamente o dano, o prejuízo já é grande (Vasconcelos *et al.*, 2003).



Figura 2 – *Cryptotermes brevis*

Fonte: www.cmhorta.pt

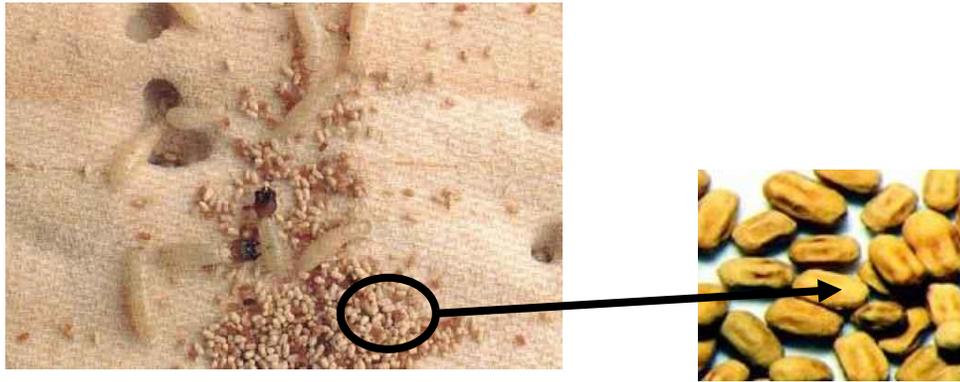


Figura 3 – Grânulos fecais de *Cryptotermes brevis*
 Fonte: Forestryimages.org

Fonte: www.cmhorta.pt

Em levantamento da termitofauna urbana de Manaus, *Cryptotermes* foi um dos gêneros mais representativos sendo superado apenas por *Nasutitermes* (figura 4) (Pierrot, 2006). Estudos de levantamento e identificação de cupins-praga em centros urbanos têm registrado a ampla distribuição da espécie *Cryptotermes brevis* no domicílio e peri-domicílio (Bandeira *et al.*, 1998; Eleotério & Berti filho, 2000; Constantino & Dianese, 2001), destacando a importância econômica desta espécie como praga urbana.

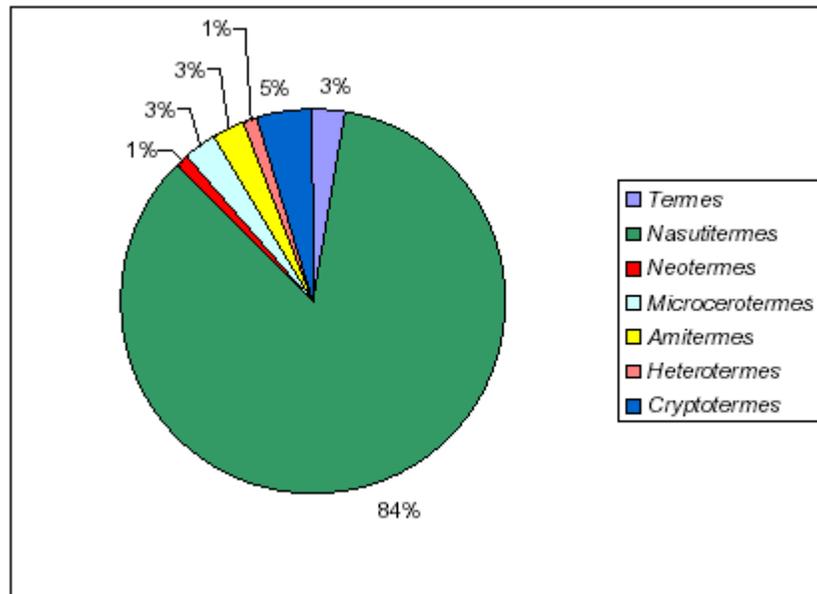


Figura 4 – Representatividade de cupins coletados em áreas urbanas de Manaus
 Fonte: Pierrot, 2006

3. OBJETIVO

3.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito de extrativos obtidos de três espécies vegetais da Amazônia Central frente ao ataque de cupins *Cryptotermes brevis*, visando determinar sua potencialidade para usos como inseticida de base natural.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

(1) Avaliar o efeito inseticida de extrativos de *Dalbergia inundata* (Fabaceae), *Senna silvestris* (Fabaceae) e *Virola guianensis* (Myristicaceae) frente a cupins *Cryptotermes brevis*.

(2) Testar os extrativos, obtidos com diferentes solventes e em diferentes concentrações, quanto à toxicidade e fagoinibição em *Cryptotermes brevis*.

(3) Detectar os principais compostos químicos presentes nos extratos etanólicos das cascas das espécies geralmente relacionados com alguma atividade biológica em insetos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Avaliação do Potencial Inseticida das espécies vegetais

4.1.1. Coleta das cascas das espécies vegetais

4.1.1.1. Área de Estudo: Arquipélago de Anavilhanas, Rio Jaú e Rio Carabinani.

O Arquipélago de Anavilhanas compreende uma área de 100 mil hectares, entre os municípios de Manaus e Novo Airão (latitude 2°00 a 3°02 S e longitude 60°27 a 61°07 W) (figura 5), onde predomina a vegetação de igapó e de mata ciliar. O arquipélago é formado por centenas de ilhas e de inúmeros lagos. Os rios Jaú e Carabinani situam-se no Parque Nacional do Jaú (Lat. 1°00' a 3°00' S; Long. 61°31' a 64°00' W), a maior reserva florestal da América do Sul, com 2,27 milhões de hectares, também banhada pelo rio Negro (SEMA, 1977).

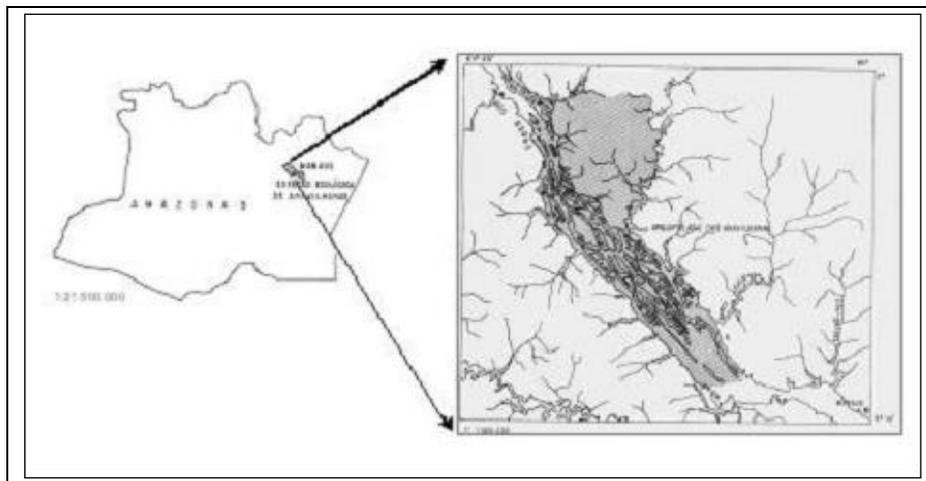


Figura 5 – Mapa da região do arquipélago das Anavilhanas, baixo rio Negro, Estado do Amazonas

4.1.1.2. Seleção e coleta de material

As cascas de *Dalbergia inundata*, *Senna silvestris* e *Virola guianensis* foram coletadas durante excursão realizada em junho de 2008 na área de estudo.

As cascas foram removidas de três árvores de cada espécie vegetal situadas nas margens do rio Negro, tanto em igapó quanto em mata ciliar, com auxílio de um facão. Após a remoção foram postas para secar na proa do barco e então colocadas em sacos plásticos transparentes com as devidas identificações e transportadas para o CPPF-INPA. A identificação das espécies foi feita com auxílio em campo do especialista Dr. Luis Augusto responsável pelo levantamento de espécies arbóreas do arquipélago. Foram coletadas também estruturas reprodutivas como flores e frutos para que, em caso de dúvida a identificação fosse feita no herbário segundo metodologia de Coradin & Muniz (1992).

No laboratório, as cascas foram mantidas em ambiente refrigerado para secagem, picotadas e trituradas em moinho Wiley (figura 6-A) para obtenção de material moído, submetido a peneiras de malhas 20, 40, 60, 80 mesh, sendo utilizadas as serragens retidas na malha de 80 mesh. O material foi acondicionado em frascos de vidro com tampa e preservados em geladeira para posterior obtenção dos extratos.

4.1.1.3. Obtenção dos extratos

Esta etapa foi desenvolvida no Centro de Pesquisas de Produtos Florestais - CPPF – INPA

A partir do material obtido conforme o item anterior foram realizadas sucessivas extrações com Etanol P.A 95% e Acetona-Hexano-Água (54:44:2), que designaremos neste estudo como mistura AHA, em frasco Erlenmeyer na proporção de 1g de material sólido para 6 mL de solvente. A mesma metodologia

foi utilizada para os dois solventes. O frasco contendo o material foi inicialmente submetido a processo de ultra-som (figura 6-B) por 30 min. Após a extração filtrou-se a solução, que foi submetida à concentração em evaporador rotativo (figura 6-C) para obtenção do extrato sólido, preservando-se a serragem e renovando-se o solvente. Esse processo foi repetido até o esgotamento da cor do solvente, (aproximadamente 6 vezes). Após o processo de extração concentraram-se as soluções até o volume de 100 mL e então foram preparadas as concentrações de 0,1, 1, 2, e 5% para utilização no teste biológicos com cupins-de-madeira-seca (*Cryptotermes brevis*). Os extratos alcoólicos foram diluídos em solução hidroalcoólica (1:1) e os extratos da mistura (AHA) em acetona.



A



B



C

Figura 6 – Equipamentos utilizados no processo de extração: A – moinho Wiley; B – ultra-som; C – Evaporador rotativo. Foto: Silva E. P.

4.1.2. Montagem do experimento

4.1.2.1. Espécie de cupim selecionada para os testes

Para a realização deste estudo foi selecionada *Cryptotermes brevis*, espécie considerada praga importante tanto pela sua ampla distribuição mundial quanto pela sua ocorrência freqüente em ambiente doméstico. Em estudos anteriores constatou-se a sua capacidade de sobreviver em laboratório, a qual é de, pelo menos 44 dias segundo Oliveira *et al.* (2004) e, na espécie coletada em Manaus, AM a sobrevivência foi de aproximadamente 150 dias segundo Pierrot (2006).

A identificação da espécie foi feita em laboratório pelo Dr. José Wellington com auxílio de chave Constantino (1999).

Através dos testes realizados foi possível avaliar o consumo e a mortalidade dos indivíduos frente aos extrativos vegetais em condições laboratoriais. No teste de inibição alimentar e mortalidade foram utilizados os pseudo-operários coletados de três colônias de *Cryptotermes brevis* provenientes de peças de madeira (figura 7) encontradas na cantina do mini campus, depósito e marcenaria da UFAM.



Figura 7 – Pseudo-operários de *Cryptotermes brevis* usados nos testes com os extrativos. Foto: Silva, E. P.

4.1.2.2. Unidades de ensaio e impregnação

Os corpos-de-prova consistiram de discos de papel de filtro (Whatman® nº40) de 4 cm de diâmetro colocados em uma placa de Petri de 6,5 cm de diâmetro. Para evitar a fuga dos cupins foi adaptado um tubo de plástico (6 cm de altura e 4 cm de diâmetro) aberto em ambas as extremidades e colocado sobre o corpo-de-prova. Dez indivíduos de no mínimo terceiro ínstar foram colocados no interior do tubo (Cabrera *et al.*, 2001).

Os corpos-de-prova foram impregnados com 100 µL de extrato utilizando-se uma micropipeta de 100-250 µL, testados nas concentrações de 0,1, 1, 2, e 5%. Os corpos-de-prova foram secos em estufa à 55° C e pesados em balança de precisão antes e após a impregnação.

O tratamento testemunha consistiu de papel impregnado com solvente utilizado nas extrações e o controle de papel de filtro sem impregnação. Cada tratamento foi replicado 10 vezes, totalizando 150 corpos de prova, em temperatura ambiente (figura 8, na próxima página).

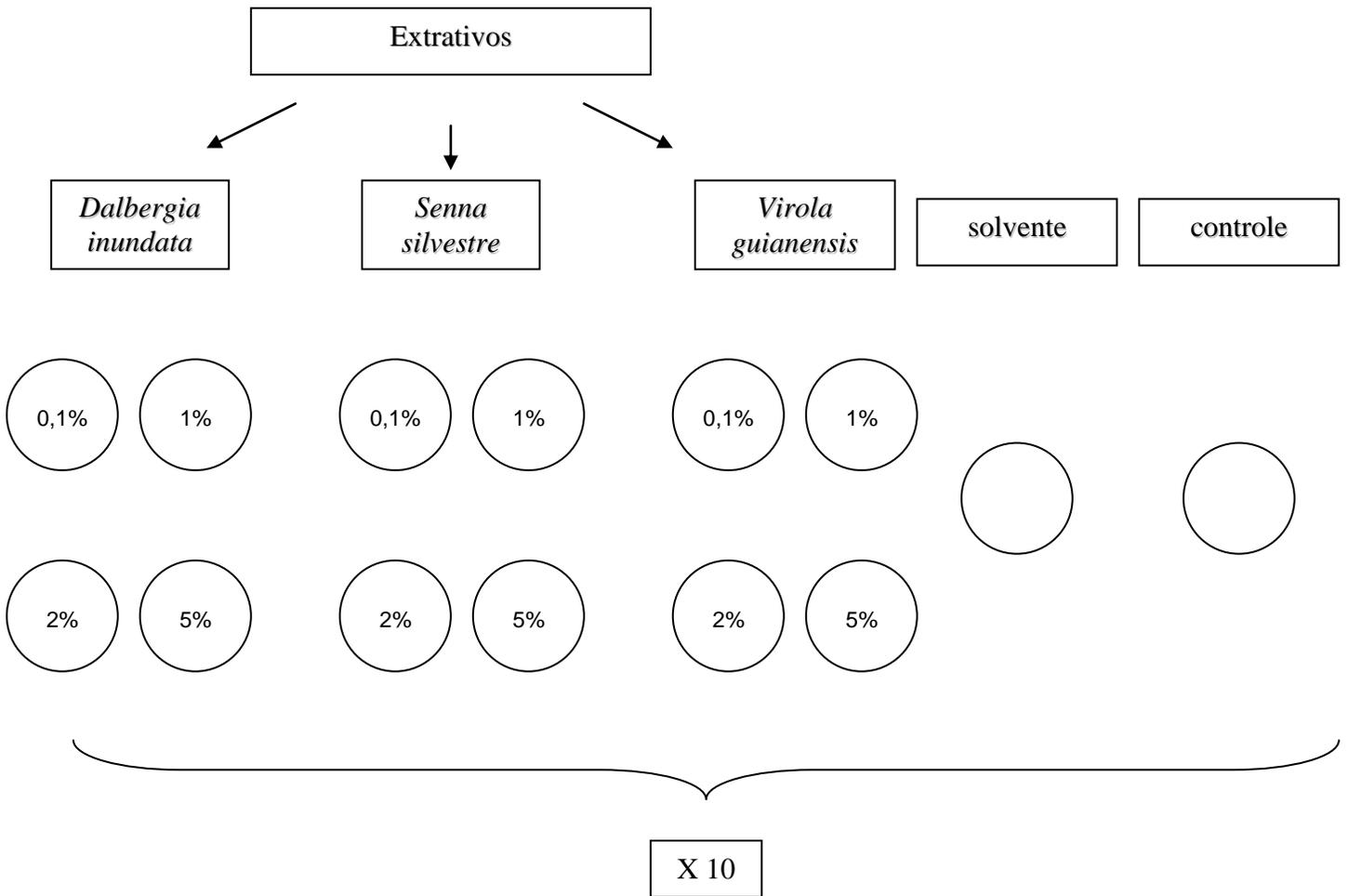


Figura 8 – Esquema do experimento ilustrando as unidades experimentais de extrativos em diferentes concentrações, solventes e controle com 10 réplicas cada (modificado de Pierrot (2007)).

4.1.3. Testes de inibição alimentar e mortalidade

4.1.3.1. Inibição alimentar

Após a montagem o experimento foi observado diariamente e após um período de 30 dias foi transferido para o Laboratório da CPPF para determinação do consumo. O cálculo do consumo foi determinado pela subtração do peso dos corpos-de-prova antes e após o experimento. Os papéis foram limpos e secos em estufa à 55° C antes da pesagem em balança de precisão.

4.1.3.2. Mortalidade

Durante a realização do experimento foi feita a contagem dos indivíduos mortos e, através da comparação com o controle, foi determinado se houve mortalidade significativa para as concentrações de cada espécie testada no estudo.

4.2. Análise dos constituintes químicos

4.2.1. Detecção das principais classes de substâncias a partir dos extratos das cascas das espécies vegetais

Para reações de caracterização de compostos presentes nos extratos etanólicos das cascas das espécies vegetais do estudo (obtidos de acordo com o item 4.1.1.3) usou-se a metodologia sugerida por Barbosa *et al.* (2006) e Matos (1998) (tabela 1), que consiste em testes com reagentes específicos para os grupos funcionais.

Tabela 1 – Testes de identificação das classes de compostos presentes nos extratos das cascas das espécies estudadas

Classes de compostos	Tipos de testes
Fenóis e taninos	FeCl ₃
Antocianinas, antocianidinas e flavonóides	HCl ; NH ₄ OH
Leucoantocianidinas, catequinas e flavanonas	HCl ; NaOH
Flavonóis, flavanonas, flavanonóis e xantonas	Mg ; HCl
Esteróides e triterpenos	Lieberman-Burchard
Saponinas	Espuma
Alcalóides	Hager, Mayer e Dragendorff
Antraquinonas	NH ₄ OH
Cumarinas	KOH
Heterosídeos cianogênicos	H ₂ SO ₄ ; papel de picrato

4.2.2. Determinação do teor de taninos e polifenóis totais presentes nas cascas das espécies vegetais

Para a análise do teor de taninos e polifenóis totais foram preparadas soluções extrativas a partir 2 g de serragens das cascas que foram refluxados com 100 mL de água em ultra-som a 65° C, durante 30 min. Em seguida, o extrato foi filtrado e reservado, e os resíduos da casca foram levados novamente para extrair por mais 30 min., sendo o material novamente filtrado e acrescentado à primeira fração extrativa, diluindo-se então para uma solução extrativa final de 500 mL (solução inicial). A seguir foram colocados em um balão 100 mL a solução inicial, onde foram adicionados 10 mL de formaldeído 40% (volume-volume) e 5 mL de HCl concentrado. O sistema foi submetido a refluxo em banho-maria, por 30 min., segundo o método de Stiasny (Vetter & Barbosa, 1995) para determinação de taninos. O precipitado foi filtrado, lavado com água destilada, seco em estufa e pesado para quantificação dos polifenóis totais da casca.

4.3. Análise dos dados

A análise das diferenças de respostas para inibição alimentar e mortalidade nos tratamentos foi feita através do teste estatístico Tukey a 5% de significância. O programa estatístico utilizado foi o R (www.r-project.org).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Potencial de inibição alimentar das espécies vegetais

Os resultados da avaliação de atividade fagoinibidora das três espécies estudadas em *Cryptotermes brevis* estão apresentados nos gráficos a seguir (figuras 9, 10 e 11). Em *Senna silvestris* esta ação foi observada a partir da concentração de 1%, tanto para os extrativos obtidos com etanol ($p < 0,001$) quanto para os obtidos com a mistura AHA ($p < 0,001$) (Figura 9).

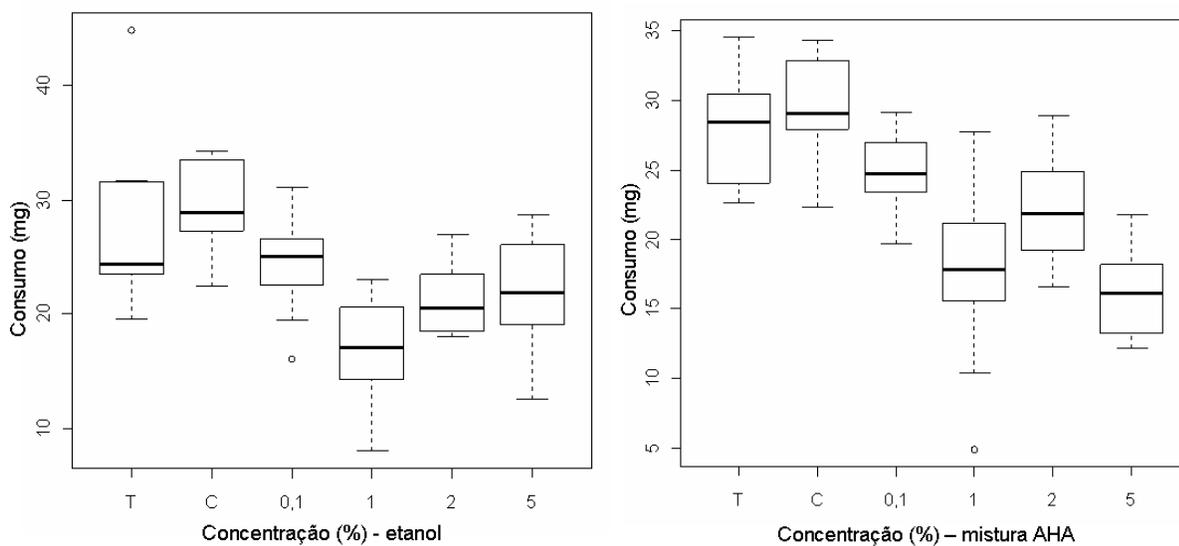


Figura 9 – Consumo por *Cryptotermes brevis* dos corpos de prova impregnados com os extratos de *Senna silvestris*, obtidos com etanol e mistura AHA, respectivamente, em diferentes concentrações. T = testemunha; C = controle

Para os extrativos de *D. inundata* as respostas de fagoinibição foram significativas a partir da concentração de 0,1% nos extrativos etanólicos ($p \leq 0,05$), e a partir de 1% nos extrativos obtidos com a mistura AHA ($p \leq 0,001$) (figura 10).

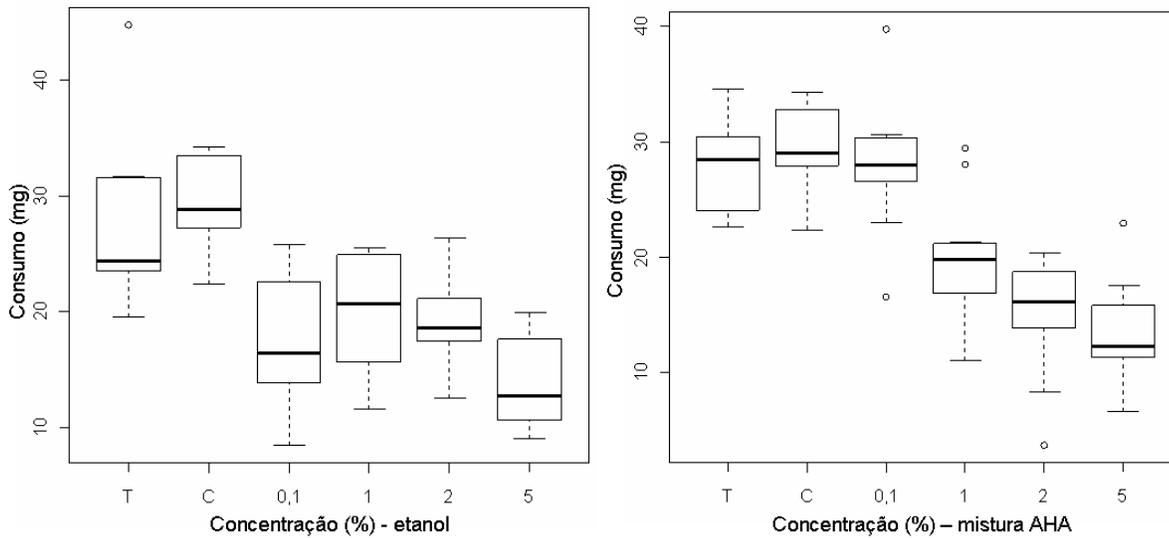


Figura 10 – Consumo por *Cryptotermes brevis* dos corpos de prova impregnados com os extratos de *Dalbergia inundata*, obtidos com etanol e mistura AHA, respectivamente, em diferentes concentrações. T = testemunha; C = controle

A ação fagoinibidora dos extrativos de *Virola guianensis* pôde ser observada a partir da concentração de 2% e 0,1% para os extrativos etanólicos ($p \leq 0,05$) e da mistura AHA ($p \leq 0,05$), respectivamente (figura 11)

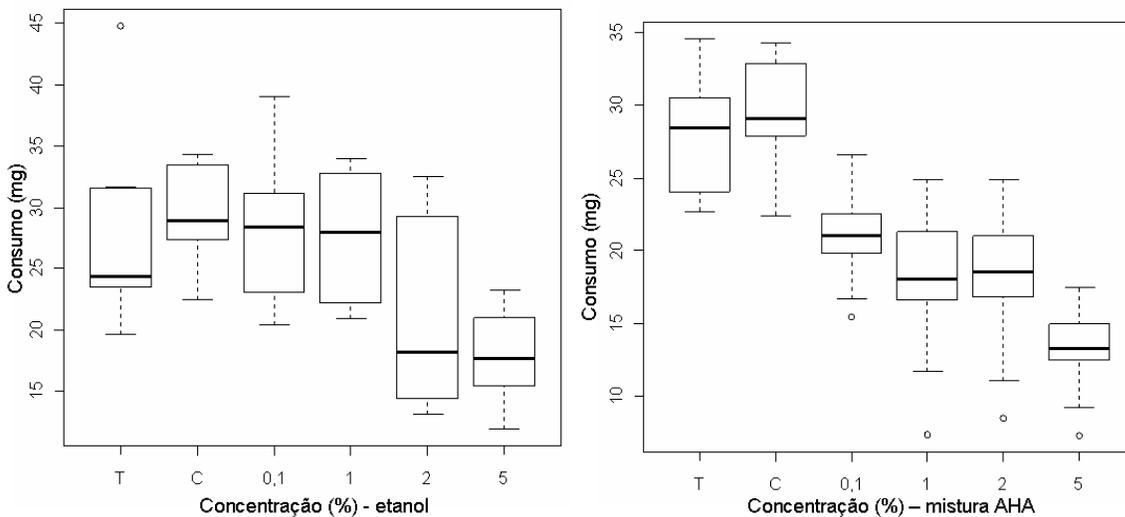


Figura 11 – Consumo por *Cryptotermes brevis* dos corpos de prova impregnados com os extratos de *Virola guianensis*, obtidos com etanol e mistura AHA, respectivamente, em diferentes concentrações. T = testemunha; C = controle

As respostas de consumo dos tratamentos controle e testemunhas (etanol e mistura AHA) não foram estatisticamente diferentes ($p > 0,05$), demonstrando que os solventes não alteraram a efetividade dos extratos.

As curvas de concentração/consumo dos extratos etanólicos e da mistura AHA das espécies arbóreas, não foram perfeitas, mas, na maioria dos casos os melhores resultados estiveram entre as maiores concentrações (figura 12, na próxima página). Os dois tipos de extratos das três espécies tiveram respostas de consumo semelhantes não diferindo significativamente na maioria das concentrações (tabela 2, na próxima página).

Em relação às diferentes respostas observadas entre os extratos etanólicos e da mistura AHA das espécies vegetais, os resultados também foram semelhantes na maioria das concentrações. Em todos os tratamentos o consumo não diferiu significativamente nas concentrações 2 e 5% (tabela 2; figura 12).

Tabela 2 – Valores médios de consumo dos papéis filtro impregnados com extrativos etanólicos e da mistura AHA de espécies madeireiras da Amazônia seguidas dos seus respectivos erros padrões (mg), após 30 dias de exposição ao cupim *Cryptotermes brevis*

Espécies	Concentração (%)*			
	0,1	1	2	5
<i>S. silvestris</i> - etanol	24,46±1,36 a	16,96±1,47 a	21,37±1,00 a	21,39±1,70 a
<i>S. silvestris</i> – AHA	24,73±0,99 a	17,79±2,18 a	21,92±1,32 a	16,13±1,12 a
<i>D. inundata</i> -etanol	17,36±1,83 b	19,88±1,57 a	18,84±1,22 a	13,67±1,25 a
<i>D. inundata</i> -AHA	27,99±1,88 a	19,81±1,82 a	15,03±1,71 a	13,99±1,76 a
<i>V. guianensis</i> -etanol	27,7±1,79 a	27,39±1,69 b	20,38±2,29 a	17,86±1,16 a
<i>V. guianensis</i> -AHA	21,03±1,03 b	17,91±1,68 a	18,07±1,63 a	13,25±1,00 a

*Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

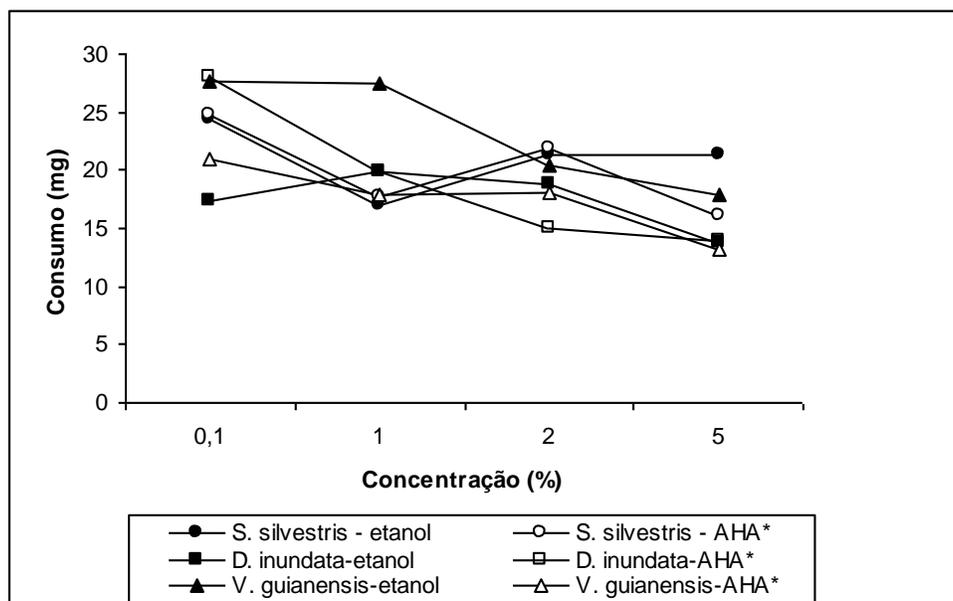


Figura 12 – Consumo por *Cryptotermes brevis* dos corpos de prova impregnados com os extratos etanólicos e obtidos com mistura AHA de *Senna silvestris*, *Dalbergia inundata* e *Virola guianensis*

De acordo com Carter e Camargo (1983) as propriedades antitermíticas dos extrativos variam de acordo com o solvente utilizado no processo de extração, sendo este fator evidenciado em diversos outros estudos. Neste trabalho tanto o etanol, quanto a mistura AHA foram eficientes em extrair substâncias antialimentares da casca das espécies vegetais avaliadas, sendo observada pouca diferença nos níveis de consumo em relação aos extratos obtidos com os dois solventes.

Em *S. silvestris* as respostas de consumo dos substratos impregnados com os dois tipos de extratos foi semelhante em todas as concentrações. Para *D. inundata* houve diferença de consumo entre os dois extratos na concentração de 0,1%, sendo este mais baixo no extrato da mistura AHA. Os extrativos da mistura AHA de *V. guianensis* foram mais ativos que os etanólicos nas concentrações 0,1 e 1%. Esta diferença de consumo entre os dois extratos das espécies estudadas pode ser justificada pela variação que pode ocorrer em princípios ativos extraídos de plantas de acordo com a concentração do extrato (Carter & Camargo, 1983; Supriana, 1985).

Não foram encontrados na literatura trabalhos sobre a ação deterrente alimentar de extrativos das espécies do estudo em insetos, entretanto uma diversidade de plantas tem sido estudada pelo potencial de ação de seus extrativos frente a espécies de cupins xilófagos.

Em estudo de laboratório, Cabrera *et al.* (2001) avaliou o potencial inseticida dos extratos das madeiras de *Aspidosperma polyneuron* (Apocynaceae), *Melia* sp. (Meliaceae), *Mezilaurus* sp. (Lauraceae) e *Tabebuia* sp. (Bignoneaceae) em *Cryptotermes brevis*. Os efeitos tóxico e antialimentar dos extrativos variou de acordo com as espécies vegetais e com o solvente utilizado no processo de extração. De acordo com o estudo os extratos que causaram maior fagoinibição foram respectivamente: *Melia* sp. em solvente Clorofórmio, *Tabebuia* sp. e *Melizaurus* sp., ambos em solvente etanol. Ainda, os extratos mais tóxicos foram *Tabebuia* sp. em ambos os solventes e *Melizaurus* em etanol. Os extratos não influenciaram no processo de muda dos cupins.

Pierrot (2006) constatou atividade fagoínibidora em *Cryptotermes brevis* de extrativos etanólicos de duas leguminosas da Amazônia, testados em laboratório, em diferentes concentrações. Para a espécie *Peltogyne venosa* a resposta de inibição alimentar foi observada a partir da concentração de 1% enquanto que para *Tachigali paniculata* o efeito fagoínibidor foi observado nas concentrações de 5 e 10%.

Carter & Camargo (1982) estudaram a resistência natural de doze madeiras da Amazônia brasileira e obtiveram extratos termicidas para *Reticulitermes flavipes* (Kollar) e *Coptotermes formosanus* Shiraki em nove delas. Segundo as mesmas autoras, apesar de alguns dos extratos não terem sido tóxicos, a repelência ou o gosto desagradável destes para os cupins, resultaram em mortalidade por fome. Alguns extrativos afetaram, ainda, os organismos simbiotes presentes no intestino destes insetos. Em trabalho seqüencial (Carter *et al.*, 1983) foram selecionadas arbitrariamente cinco das madeiras para estudo de reação de *Coptotermes formosanus* aos seus constituintes químicos. No estudo extratos hexânico de *Cedrela odorata* e acetônico de *Ocotea cymbarum* foram os mais tóxicos para os térmitas. Extratos acetônico, hexânico e de mistura acetona-hexano-água das duas espécies foram ambos mais repelentes para os térmitas.

5.2. Mortalidade

Dentre os extratos vegetais das espécies estudadas não foi observado o efeito de toxicidade por ingestão. As médias máximas de mortalidade diária por réplicas não chegaram a alcançar o valor de 1 indivíduo por dia na maioria dos tratamentos e não houve diferença significativa de mortalidade em nenhum deles ($P>0,05$) (figuras 13,14 e 15).

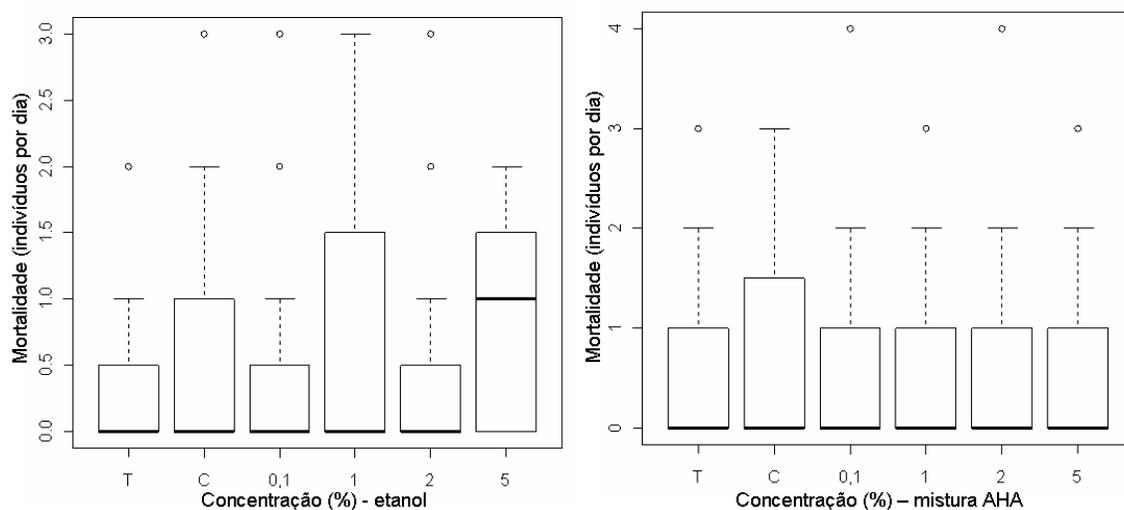


Figura 13 - Mortalidade de *Cryptotermes brevis* submetidos à alimentação forçada com corpos-de-prova impregnados com extratos de *Senna silvestris* obtidos com etanol e mistura AHA, respectivamente. T = testemunha; C = controle

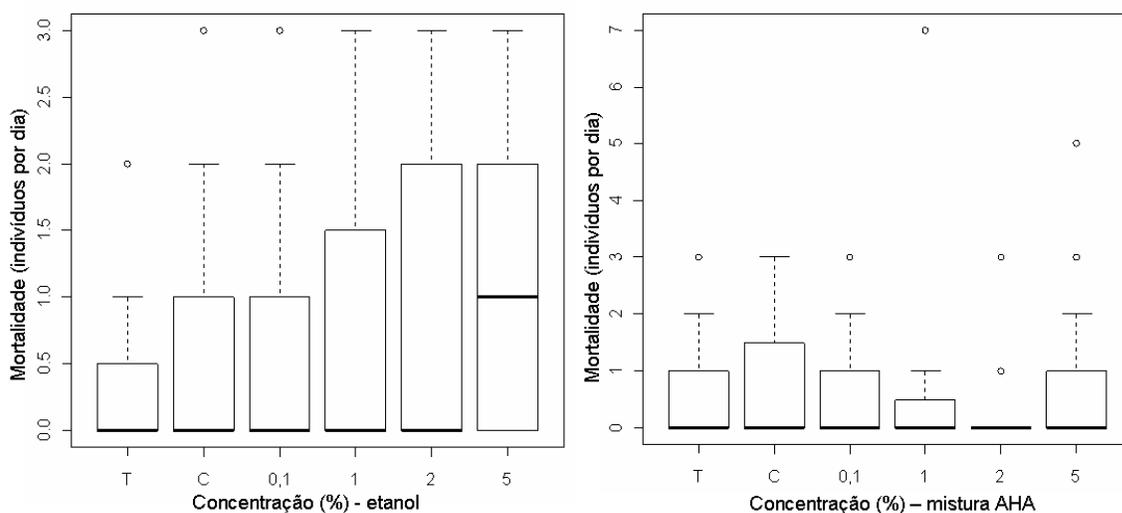


Figura 14 - Mortalidade de *Cryptotermes brevis* submetidos à alimentação forçada com os corpos de prova impregnados com extratos de *Dalbergia inundata* obtidos com etanol e mistura AHA, respectivamente. T = testemunha; C = controle

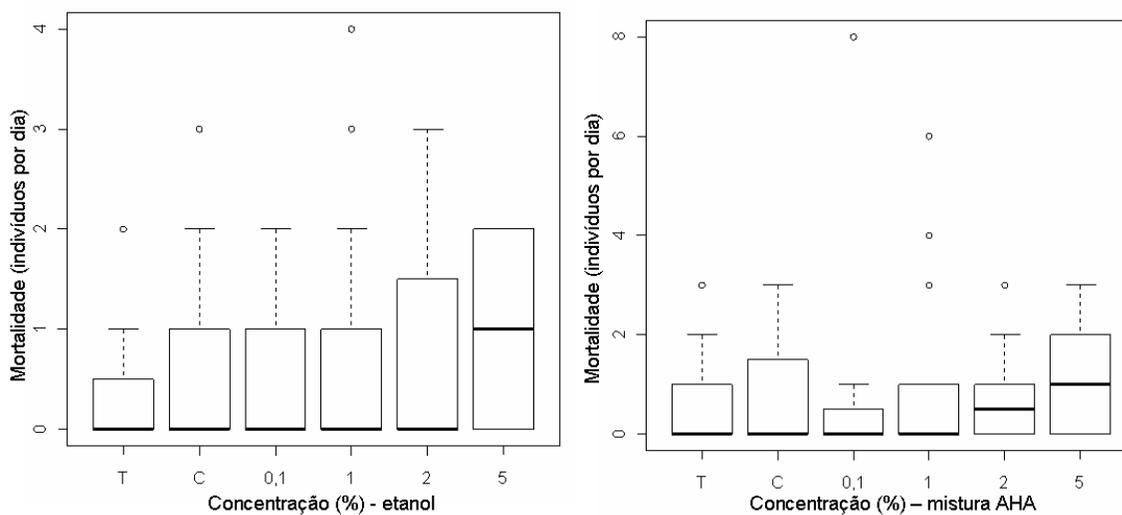


Figura 15- Mortalidade de *Cryptotermes brevis* submetidos à alimentação forçada com os corpos de prova impregnados com extratos de *Virola guianensis* obtidos com etanol e mistura AHA, respectivamente. T = testemunha; C = controle

Os resultados indicam que, possivelmente, as espécies vegetais *Senna silvestris*, *Dalbergia inundata* e *Virola guianensis* não tenham na composição química das suas cascas, substâncias tóxicas para a espécie de cupim do estudo.

Não foram encontradas informações sobre as espécies botânicas selecionadas para este trabalho, relacionadas à toxicidade em insetos. Dentre os poucos estudos com espécies dos mesmos gêneros podem ser encontrados na literatura: extrato etanólico bruto de *Senna occidentalis* aplicados sobre larvas de quarto ínstar levou a um aumento na taxa de mortalidade de *Rhodnius neglectus* Lent, 1954 (Schmeda-Hirschmann & Rojas de Arias, 1992), Extrato etanólico de *Dalbergia nigra* possui propriedade larvicida para *Aedes aegypti* (Gusmão *et al.*, 1999), ainda, estudos químicos com *Dalbergia* sp. têm revelado a presença de compostos inseticidas em sua composição química (Svasti *et al.*, 1999), sendo algumas espécies conhecidas por causarem dermatites por contato em humanos (Pileta *et al.*, 1996), lignóides de *Virola sebifera* Aubl. e *Virola* sp. inibiram o crescimento in vitro de fungos cultivados por espécies de formigas cortadeiras *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Hymenoptera:Formicidae) (Pagnocca *et al.*, 1996).

Diversos trabalhos têm evidenciado a influência de alguns fatores que podem ocasionar variações nos teores de princípios ativos e atividade biológica em plantas, como a origem, a idade, a época de coleta da planta ou o solvente usado no processo de extração dos compostos ativos (Donaduzzi *et al.*, 2003; Saito *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2004). Ainda, segundo Souza & Vendramim (2001) em uma planta inseticida, compostos tóxicos não estão distribuídos uniformemente por todo o vegetal e a variação o efeito tóxico da planta pode variar em função da estrutura vegetal utilizada. Assim, estudos com outras estruturas destas espécies, como folhas ou frutos poderiam ser realizados para constatar a presença de compostos tóxicos para cupins de madeira seca em sua constituição química.

5.3. Principais classes de compostos presentes nas cascas das espécies florestais

Os metabólitos secundários ou extrativos são assim denominados por serem produzidos a partir da quebra de metabólitos primários nos processos fisiológicos das plantas (Santos, 1999). Dentre os compostos resultantes da quebra de açúcares do metabolismo primário estão importantes classes de extrativos como os polifenóis, terpenóides e alcalóides (Cunha, 1990). Apesar de não serem essenciais para os organismos que o produzem estes compostos permitiram a sobrevivência e perpetuação de várias espécies do reino vegetal (Santos, 1999).

Estudos fitoquímicos de isolamento e identificação de princípios ativos de plantas iniciam-se com o conhecimento da constituição química de seus extratos (Saito, 2004). De acordo com Carter *et al.* (198) a análise da composição química de extratos com propriedades antitermíticas possibilita o conhecimento de seu modo de ação, assim como o isolamento e a identificação de seus compostos biologicamente ativos que podem ser usados como preservantes de madeiras suscetíveis ou como modelo para síntese de compostos similares.

O resultado das análises químicas dos extratos estudados é apresentado na tabela 3, na página 36. Dentre as três espécies em *Senna silvestris* foi encontrado o maior número de classes (6) e ainda o menor teor de extrativos (2,5%) e taninos/polifenóis totais (0,7%). Nas outras duas espécies foram encontrados três classes e os teores de extrativos e taninos/polifenóis foram de 17,7 e 7,5% para *Virola guianensis* e 7,5 e 2,4% e *Dalbergia inundata*, respectivamente (tabela 4, na página 37). A diversidade de classes não teve relação direta com os teores de extrativos concordando com os dados obtidos em estudo com leguminosas florestais Amazônicas (Barbosa *et al.*, 2006).

Os taninos encontrados nas espécies foram identificados como taninos condensados em *S. silvestris* e *V. guianensis* e taninos hidrolisados em *D. inundata*.

Foram identificados flavonóides e seus derivados em *S. silvestris* (catequina e chalcona / aurona) e *D. inundata* (catequina e flavanonol / flavanona). Em *V. guianensis* também foi detectado a presença destes compostos.

Apesar das quinonas ocorrerem com bastante freqüência em *Dalbergia* spp., sendo conhecidas como dalbergionas (Falkenberg, 1999), somente na espécie *S. silvestris* foi possível detectar este composto, sendo o mesmo identificado como hidroxí-antraquinona. As antraquinonas têm sido encontradas com freqüência em espécies de *Senna* (Carvalho *et al.*, 2006; Valencia *et al.*, 2000), sendo a maioria das atividades terapêuticas das espécies deste gênero atribuídas a estes compostos (Chapman & Hall, 1987 *apud* Valencia *et al.*, 2000). A presença de esteróide, heterosídeos cianogênicos e saponina dentre os constituintes, também só foi detectada nessa espécie.

Foi possível encontrar terpenos somente no extrato de *D. inundata*.

Não foi possível encontrar alcalóides e cumarinas em nenhum dos extratos das espécies estudadas. A ausência de alcalóides pode ser justificada, uma vez que estes compostos são raramente encontrados em tecidos vegetais mortos, como a casca (Pelletier, 1988 *apud* Henriques *et al.*, 2006).

Dentre os compostos fenólicos os flavonóides e seus derivados isolados de plantas têm sido estudados por possuírem a propriedade de inibir a alimentação de uma variedade de insetos (Morimoto *et al.*, 2000, Ho *et al.*, 2003; Simmonds, 2003; Morimoto *et al.*, 2006). As antocianinas, flavonas, flavonois, proantocianidinas e outros flavonóides estão aparentemente envolvidos nesta atividade (Gould e Lister, 2006). Em estudo de preferência alimentar, dois flavonóides (aurona e chalcona) isolados da leguminosa *Lonchocarpus castilloi* foram deterrentes alimentares, mas não tóxicos, para *Cryptotermes brevis* (Reyes-Chilpa *et al.*, 1995). Como citado, estes compostos foram detectados em *S. silvestre* podendo estar relacionados à atividade observada no extrato desta espécie para o cupim estudado. Polifenóis que, freqüentemente, também figuram como responsáveis por esta atividade em cupins e outros insetos incluem os taninos (Coley, 1986; Perveen *et al.*, 2001; Firidin *et al.*, 2008) e as quinonas

(Norris, 1970; Morimoto *et al.*, 2002). Quimicamente os taninos são classificados em taninos hidrolisáveis e taninos condensáveis. De acordo com Trugilho (2003) *apud* Zucker (1993), os taninos hidrolisáveis estariam relacionados à defesa de plantas contra os herbívoros, enquanto que os taninos condensados seriam responsáveis por essa atividade em microorganismos patogênicos. Assim a ação do extrato de *D. inundata* pode estar relacionada à presença de taninos hidrolisados em sua composição. As quinonas têm conhecida ação contra insetos e outros patógenos, várias quinonas encontradas em Leguminosas apresentam toxicidade para cupins (Falkenberg, 1999), reforçando o potencial de ação deste composto encontrado em *S. silvestris* neste estudo.

Outros metabólitos secundários vegetais como saponinas, esteróides e terpenos têm sido relatados como importantes mediadores nos processos de proteção das plantas, sendo estudados pela interferência na alimentação de insetos conforme extensa lista bibliográfica (Jain & Tripathi, 1991; Nawrot *et al.*, 1991; Jain & Tripathi, 1993; Schoonhoven & Lin-er, 1994; Waligora, 1998; Mordue & Nisbet, 2000; Shinoda *et al.*, 2002; Golawsca *et al.*, 2008).

Dentre os terpenos, os limonóides ou tetra-*nor*-triterpenos são produzidos em altos níveis em plantas que não sofrem ataques de insetos, sendo o seu modo de ação, possivelmente, decorrente da inibição da acetilcolinesterase nestes organismos. Outras atividades observadas nestes compostos incluem inibição ou retardo de crescimento, mutação, inibição reprodutiva e de alimentação e toxicidade (Viegas Júnior, 2003). Terpenóides encontrados em plantas cítricas apresentaram resultados promissores, em bioensaios de laboratório, para o controle de *Cryptotermes brevis* (Barros *et al.*, 2004; Rech *et al.*, 2005).

Foram encontradas na literatura informações sobre a toxicidade de heterosídeos cianogênicos em cupins, porém é conhecido que plantas que possuem estes compostos se tornam tóxicas ao reagir com enzimas digestivas do intestino, pois sofrem hidrólise produzindo ácido cianídrico e benzaldeído (Harborne & Willians, 2000).

Assim, a atividade fago-inibidora dos extratos brutos das espécies para o cupim *Cryptotermes brevis* devem ser continuadas e/ou melhor investigadas com a realização de testes com frações para que sejam identificados os compostos possivelmente responsáveis por esta atividade.

Tabela 3 – Diferentes classes de compostos nas cascas das espécies do estudo*

Classe Química/ Espécies Vegetais	Flavonóides						Cumarina	Xantona	Quinonas	
	Antocianina Antocianidina	Catequina	Chalcona Aurona	Leucoanto- cianidina	Flavanonol Flavanona	Flavonol			Antraqui- nona	Antranol
<i>Senna silvestre</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-
<i>Dalbergia inundata</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Virola guianensis</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-

Classe Química/ Espécies Vegetais	Taninos		Alcalóide	Heterosídeo cianogênico	Esteróide	Triterpeno	saponina
	Condensado	Hidrolisado					
<i>Senna silvestre</i>	+	-	-	+	+	-	+
<i>Dalbergia inundata</i>	-	+	-	-	-	+	-
<i>Virola guianensis</i>	+	-	-	-	-	-	-

* (+) = presença; (-) = ausência

Tabela 4 – Teor de extrativos, taninos e polifenóis totais e número de classes encontradas nos extratos das cascas das espécies vegetais estudadas

Espécies	Teor de extrativos aquosos (%)	Teor de taninos e polifenóis totais (%)	Número de Classes Químicas
<i>Senna silvestre</i>	2,5	0,7	6
<i>Dalbergia inundata</i>	7,5	2,4	3
<i>Virola guianensis</i>	17,7	7,5	3

7. CONCLUSÃO

- Os extratos etanólicos e da mistura acetona-hexano-água da casca de *Senna silvestre*, *Dalbergia inundata* e *Virola surinamensis* possuem atividade inibidora de alimentação, porém não tóxica, em cupins *Cryptotermes brevis*;
- A atividade observada nos extrativos de *Dalbergia inundata* foi dependente da concentração;
- O extrato etanólico das cascas das espécies contém em sua constituição química compostos com propriedades biológicas contra cupins e outros insetos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bandeira, A. G. 1996. Danos causados por cupins na Amazônia brasileira. In: Fontes, L. R. & Berti-Filho, E. (Ed.). *Cupins. O desafio do conhecimento*. Piracicaba: FEALQ. 512 p.
- Bandeira, A. G.; Miranda, C. S.; Vasconcelos, A. 1998. Danos causados por cupins em João Pessoa. p. 75-85. In: Fontes, L. R. & Berti Filho, E. (Eds.) *Cupins. O desafio do conhecimento*. FEALQ, Piracicaba
- Bandeira, A. G.; Vasconcelos, A.; Silva, M. P.; Constantino, R. 2003. Effects of Habitat Disturbance on the Termite Fauna in a Highland Humid Forest in the Caatinga Domain, Brazil. *Sociobiology*. v. 42, n. 1, p. 1-11.
- Bandeira, A. G.; Vasconcelos, A. 2004. Efeitos de perturbações antrópicas sobre as populações de cupins (Isoptera) do Brejo dos Cavalos, Pernambuco. In: Kátia Cavalcante Pôrto; Jaime J. P. Cabral; Marcelo Tabarelli. (Org.). *Brejos de altitude: história natural, ecologia e conservação*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. p. 145-152.
- Barata, L. E. S. 1976. *Isolamento e síntese de neolignanas de Virola surinamensis (Rol.) Warb.* Tese submetida ao Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas. 201 p.
- Barata, L. E. S.; Santos, L. S. S.; Ferri, P. H.; Phillipson, J. D.; Paine, A.; Croft, S. L. 2000. Anti-leishmanial activity of neolignans from *Virola* species and syntetic analogues. *Phytochemistry*. v.55. ed. 6. p 589-595.
- Barbosa, A. P.; palmeira, R. C. F.; nascimento, C. S.; Feitoza, D. S.; cunha, M. S. C. 2006. Leguminosas Florestais da Amazônia Central. I. Prospecção das Classes de Compostos presentes na Casca de Espécies Arbóreas. *Revista Fitos*. v. 1, n. 3, p. 47-57.
- Barros, N. M.; Heinzen, H.; Césio, M. V; Acosta, S.; Rech, V. V. L. R.; Frizzo, C. D. 2004. Ação de resíduos de industria cítrica sobre cupins-de-madeira-seca. (http://www.uces.br/ucs/tplSimposio/pesquisa/simposio/trabalhos_pdf/vida/resumo15.pdf) . Acesso: 9 nov. 2009.

- Bell, E. A.; Pereira, K. P. W. C.; Nunn, P. B.; Simmonds, M. S. J.; Blaney, W. M. 1996. Non-protein amino acids of *Lathyrus latifolius* as feeding deterrents and phagostimulants in *Spodoptera littoralis*. *Phytochemistry*. v. 43, p. 1003-1007.
- Bernardes, L. S. C. 2006. *Synthesis and structure-activity relationship of potential tripanocidal compounds*. Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, USP. Ribeirão Preto, São Paulo. 178 p.
- Borges, F. C. 2003. *Estudo fitoquímico, alelopático e farmacológico de constituintes químicos das folhas de Virola michelii (Heckel) e Virola surinamensis (rol. Warb.)*. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal do Pará, Belém. 148 p.
- Borges, F. C.; Santos, L. S.; Corrêa, M. J. C.; Oliveira, M. N; Souza Filho, A. P. S. 2007. Allelopathy potential of two neolignans isolated from *Virola surinamensis* (myristicaceae) leaves. *Planta daninha*. v. 25, n. 1.
- Brammer, A. S. & Scheffrahn R. H. 2002. Drywood Termite, *Cryptotermes cavifrons* Banks (Insecta: Isoptera: Kalotermitidae). University of Florida IFAS Extension. p.5.
- Cabrera, R. R.; Lelis, A. T.; Berti Filho, E. 2001. Ação de extratos das madeiras de Ipê (*Tabebuia* sp., Bignoniaceae) e de Itaúba (*Mezilaurus* sp., Lauraceae) sobre o cupim-de-madeira-seca *Cryptotermes brevis* (Isoptera, Kalotermitidae). *Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo*. v. 68, p.103-106.
- Carrera, M. 1973. *Entomologia para você*. Nobel. São Paulo. p. 57
- Carter, F.L.; Camargo, C. R. R. 1982. Testing antitermitic properties of Brazilian woods and their extracts. *Wood and Fiber Science*, v. 15, n. 4, p. 350 - 357. 1983.
- Carter, F. L.; Jones, S. C.; Mauldin, J. K.; Camargo, C. R. R. 1983. Response of *Coptotermes formosanus* Shiraki to extracts from five Brazilian hardwoods. *Z. Ang. Ent.*, v. 95, p. 5-14.
- Carvalho, R. A.; Lacerda, J. T.; Oliveira, E. F.; Santos, E. S. 2006. Extratos de plantas medicinais como estratégia para o controle de doenças fúngicas do inhame (*Dioscorea* sp.) no Nordeste. (www.emepa.org.br/anais/volume1/av107.pdf). Acesso: 20/11/08.

- Cavalcante, G. M.; Moreira, F. C.; Vasconcelos, S. D. 2006. Potencialidade inseticida de extratos aquosos de essências florestais sobre mosca-branca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 41, n.1, p. 9-14.
- Coley, P. D. 1986. Costs and benefits of defense by tannins in neotropical tree. *Oecologia* 70: 238-241.
- Constantino, R. C. 1999. Chave Ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*. São Paulo. 40(25): 387-448.
- Constantino, R & Acioli, A. N. S. 2006. Termite diversity in Brasil (Insecta: Isoptera). In: F.M.S. Moreira *et al.* (Eds). *Soil Biodiversity in Amazonian and Other Brazilian Ecosystems..* c. 5. p. 117-128.
- Constantino, R.; Dianese, E. C., 2001. The urban termite fauna of Brasília, Brazil. *Sociobiology*. p. 323-326.
- Coradin, V. R.; Muniz, G. I. B. 1992. Normas de Procedimentos em estudos de Anatomia da Madeira: I-Angiospermae. IAMA, DIERPED, LPF, Série Técnica, Brasília-DF, v.15.
- Cunha, M. P. S. C. 1990. *Estudo fitoquímico de Clarisia racemosa*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ. 133 p.
- Davies, R. G. 1997. Termite Species richness in Fire-Prone and Fire-Protected Dry Deciduous Dipterocarp Forest in Doi Suthep-Pui National Park, Northern Thailand. *Journal of Tropical Ecology*. v. 13, n. 1. p. 153-160.
- Denny, C.; Zacharias, M. E., Kohn, L, K.; Foglio, M. A.; Carvalho, J. E. 2007. Atividade antiploriferativa dos extratos e da fração orgânica obtidos das folhas de *Virola sebifera* Aubl. (Myristicaceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 17(4): 598-603.
- DeSouza, O.; Albuquerque, L. B.; Tonelo, V. M.; Pinto, L. P.; Junior, R. R. 2003. Effects of Fire on Termite Generic Richness in a Savanna-like Ecosystem ('Cerrado') of Central Brazil. *Sociobiology*. v. 42, n. 2.
- Donaduzzi, C. M.; Cardozo Jr., E. L.; Donaduzzi, E.; Sturion, J. A.; Correa, G. 2003. Variação nos teores de polifenóis e taninos em dezesseis progênies de erva-mate

- (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) cultivadas em todos três municípios do Paraná. *Arquivos Ciências Saúde*, Unipar, Toledo, v. 7, n. 2, p. 129-133.
- Eggleton, P.; Bignell D. E.; Sands, W.A.; Mawdsley, N. A.; Lawton J. H.; Wood, T.G.; Bignell, N.C. 1996. The diversity, abundance and biomass of termites under differing levels of disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, southern Cameroon. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 351:51-68.
- Eggleton, P.; Homathevi, R.; Jones, D. T.; Mac. Donald, J. A.; Jeeva. D.; Bignell, D. E.; Davies, R. G.; Maryati, M. 1999. Termite assemblages, forest disturbance and greenhouse gas fluxes in Sabah, East Malaysia. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* (354): 1791-1802.
- Eleotério, E. S. R.; Berti Filho, E. 2000. Levantamento e identificação de cupins (Insecta: Isoptera) em área urbana de Piracicaba – SP. *Rev. Ciência Florestal*, Santa Maria. v. 10. n. 1. p.125-139.
- Embrapa Semi-Árido. 2001. Tomate: produção, controle de pragas e comercialização. Petrolina, PE. 12p.
- Embrapa. Plantas praguicidas. 2004. (http://www.cnpma.embrapa.br/informativo/mostra_informativo.php3?id=241). Acesso: 28/07/2008.
- Estrela, J. L. V.; Fazolin, M.; Catani, V.; Alécio, M. R.; Lima, M. S. 2006. Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília. v.41, n.2, p.217-222.
- Falkenberg, M. B. 1999. Quinonas. In: Simões, C. M. O.(Org.). 1999. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Porto Alegre/Florianópolis: UFRGS/UFSC.
- Firidin, B.; Bilgener, M.; Yanar, O.; Altun, N.; Ince, I. A. 2008. The effect of nutritional quality of some plant's leaf on the feeding and development of *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera:Arctiidae). *International Journal and Engineering Sciences* 2 (3): 61-68.
- Golawsca, S.; Lukasik, I; Leszcynski, B. 2008. Effect of alfalfa saponins and flavonoids on pea aphid. *Entomologia Experimentalis et Applicata. Journal compilation*. The Netherlands Entomological Society. 128:147-153.

- Gottlieb, O. R. 1977. Chemical studies on medicinal Myristicaceae from Amazônia, Simpósio Internacional sobre Medicina Indígena e popular da América Latina. Roma.
- Gould, K. S.; Lister, C. 2006. Flavonoid functions in plants. In: *Flavonoids Chemistry, Biochemistry and Applications*. Anderson, O. M.; Markham, K. R., (Eds.); Taylor & Francis: New York. p. 397-427.
- Gusmão, D. S.; Lemos, V. P.; Mathias, L.; Vieira, I. J. C.; Braz-Filho, R.; Lemos, F. J. A. 1999. Plant Extracts induce structural modifications and protein synthesis in peritrophic matrix of *Aedes Aegypti* Larvae. Mem Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Vol. 94, Suppl. II.
- Harborne, J. B.; Willians, C. 2000. Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*. v. 55. p. 481-504.
- Hassan, M. A. Al-Hazimi, Nabila A. Al-Jaber; M. Rafiq H. Siddiqui. 2005. Phenolic compounds from tephrosia plants (Leguminosae). Review article II. *J. Saudi Chemical Society*. v. 9, n. 3; p. 597-622.
- Henriques, A. T.; Limberger, R. P.; Kerber, V. A. ; Moreno, P. R. H. 2006. Alcalóides: Generalidades e Aspectos Básicos. In: Fontes, L. R. & Berti-Filho, E. (Ed.). *Cupins. O desafio do conhecimento*. Piracicaba: FEALQ. 512 p.
- Ho, S. H.; Wang, J.; Sim, K. Y.; Ee, G. C. L.; Imiyabir, Z.; Yap, K. F.; Shaari, K.; Goh, S. H. 2003. Meliternatin: a feeding deterrent and larvicidal polyoxygenated flavone from *Melicope subnifoliolata*. *Phytochemistry*. Ed. 7. v. 62. p. 1121-1124.
- Jain, D. C.; Tripathi, A. K. 1991. Insect feeding-deterrent activity of some saponin glycosides. *Phytotherapy Research*. 3 ed. v. 5. p. 138-141.
- Jain, D. C.; Tripathi, A. K. 1993. Potential of natural products as insect antifeedants. *Phytotherapy Research*. v. 7. p. 327-334.
- Justi Junior, J.; Potenza, M. R.; Sanches, S.; Gomes, D. H. P.; Silvestre, D. F.; Silva, R. C.; Rotermund, R. M. 2004. Levantamento da infestação de cupins em árvores do parque de Ibirapuera. I – Análise Parcial em Eucaliptos. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v. 71, (supl.), p. 1-179.
- Klock, U., Muñiz, G. I. B., Hernandez, J. A., Andrade, A. S. *Química da madeira*. 2005.

- Kogan, M. 1998. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology*. 43:243-270.
- Koovor, J. 1971. Anatomie compereé du tube digestif des térmites. III. Sous famille dès macrotermitinae. *Insects sociaux*. 18: 49-69.
- Krishna, K. ; Grimaldi, D. A. 2003. The first cretaceous Rhinotermitidae (Isoptera): A new species, genus and subfamily in Burmese Amber. *American Museum of Natural History*. N. 3390. 10p.
- Krishana, K. 1969. In Biology of termites. *Academic Press*. New York.
- Lagunes, T. A.; Rodríguez, H. C. 1992. Los extractos acuosos vegetales com actividade insecticida: el combate de la conchuela del frijol. Tezcoco, USAID-CONACYT-SME-CP. 57p. (Temas Selectos de Manejo de Insecticidas Agrícolas, 3).
- Lajide, L. ; Escoubas, P.; Mizutani, J. 1995. Termite antifeedant activity in *Detarium microcarpum*. *Phytochemistry*. v. 40, n.4, p. 1101-1104.
- Lima Filho, D.A.; Matos, F.D.A.; Amaral, I.L.; Revilla, J.; Coelho, L.S.; Ramos, J.F.; Santos, J.L. 2001. Inventário florístico de floresta ombrófila densa de terra firme, na região do Rio Urucu-Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 31: 565-579.
- Lorini, I.; Galley, D. J. 1996. Changes in resistance status of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae), a pest of stored grain in Brazil, with and without deltamethrin selection. *Resistant Pest Management Newsletter* 8: 12-14.
- Machocho, A. K.; Lwande, W.; Jondikoa, J. I.; Moreka, L. V. C.; Hassanali, A. 1995. Three New Flavonoids from the Root of *Tephrosia emoroides* and their Antifeedant Activity against the Larvae of the Spotted Stalk Borer *Chilo partellus* Swinhoe. *Pharmaceutical Biology*. v. 33, n. 3, p. 222-227.
- Mao, L.; Henderson G. 2007. Antifeedant Activity and Acute and Residual Toxicity of Alkaloids from *Sophora flavescens* (Leguminosae) Against Formosan Subterranean Térmites (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Economic Entomology*. v. 100, ed. 3. p. 866-870.
- Mariconi, F. A. M. 1977. *Inseticidas e seu emprego no combate as pragas (Com uma introdução sobre o estudo dos insetos)*. Nobel. São Paulo. V. 1, 3 ed. 305 p.
- Mariconi, F. A. M. 1981. *Inseticidas e seu emprego no combate às pragas*. Nobel. São Paulo. 5ª ed., v.1, p.122.

- Martinez, S. S. 2002. O NIM – natureza, usos múltiplos, produção. 142 p. Londrina: IAPAR.
- Mascaro, U. C. P.; Rodrigues, L. A.; Bastos, J. K.; Santos, E.; Chaves da Costa, J. P. 1998. Valores de DL₅₀ em peixes e no rato tratados com pó de raízes de *Derris* spp. e suas implicações ecotoxicológicas. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 18(2): 53-56.
- Matos, F. J. A. 1980. Introdução à fitoquímica experimental. Fortaleza: Apostila da Universidade Federal do Ceará, p. 129.
- Milano, S. 1998. Diagnóstico e controle de cupins em áreas urbanas. In: Fontes, L. R. & Berti-Filho, E.(Ed.). *Cupins. O desafio do conhecimento*. Piracicaba: FEALQ. 512 p.
- Mordue L, A. J.; Nisbet, A. J. 2000. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. *An. Entoml. Soc. Brasil* 29: 615-632.
- Morimoto, M.; Tanimoto, K.; Sakatani, A.; Komai, K. 2002. Antifeedant activity of anthraquinone aldehyde in *Gallium aparine* L. against *Spodoptera litura* F. *Phytochemistry*. v. 60. n. 2. p. 163-166.
- Morimoto, M.; Fukumoto, H.; Hiratani, M.; Chavasiri, W.; Komai, K. 2006. Insect Antifeedants, Pterocarpan and Pterocarpol, in Heartwood of *Pterocarpus macrocarpus* Kruz. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 70 (8), 1864–1868.
- Mossini, S. A. G. & Kimmelmeier, C. 2005. A árvore do Nim (*Azadirachta indica* A. Juss): Múltiplos Usos. *Acta Farm. Bonaerense* 24 (1): 139-48.
- Nawrot, J.; Koul, O.; Isman, M. B.; Harmatha, J. 1991 Naturally occurring antifeedants: Effects on polyphagous lepidopterans. *J. Appl. Ent.* v. 112. p. 194-201.
- Noirot, C. 1995. The gut of termites (Isoptera). Comparative anatomy, systematics, phylogeny . Lower termites. *Ann. Soc. Entomol. Fr.* (N.S.). 31 (3): p. 197 – 226.
- Norris, D. M. 1970. Quinol stimulation and quinone deterrence gustation by *Scolytus multistriatus* (Coleoptera:Scolytidae). *Annals of the Entomological Society of America*. v. 63. n. 2. p. 476-478.
- Oliveira, L.; Quadros, K. M.; Lisboa, R. S.; Costa, E. C.; Cantarelli, E. B.; Perrando, E. R. 2004. Sobrevivência de *Cryptotermes brevis* (Walker, 1853) (Isoptera:

- Kalotermitidae) em condições de laboratório. In: XX Congresso Brasileiro de Entomologia. Anais: p. 494.
- Pagnocca, F. C.; Ribeiro, S. B.; Torkomian, V. L. V.; Hebling, M. J. A.; Bueno, O. C.; Da Silva, O. A.; Fernandes, J. B.; Vieira, P. C.; Da Silva, M. F. G. F.; Ferreira, A. G. 1996. Toxicity of lignans to symbiotic fungus of leaf-cutting ants. *Journal of Chemical Ecology*. vol. 22, n. 7, pp. 1325-1330.
- Paulo, M. Q. 1983. *Estudo fitoquímico das folhas de Virola surinamensis e Osteophloeum platyspermum*. Dissertação de Mestrado apresentado à Universidade Estadual de Campinas. 153 p.
- Pelletier, S. W. 1985. *Alkaloids: Chemical and Biological Perspectives*; John Wiley & Sons Ltd.: New York. vol. 1.
- Perveen, S. S.; Qaisrani, T. M.; Amin, S. ; Perveen, R. ; Naqvi, S. H. M. Biochemical Basis of Insect Resistance in Cotton. 2001. *On line Journal of Biological Sciences*. 1(6): 496-500.
- Pierrot, M. P. 2006. *Termitofauna Urbana de Manaus – AM e Avaliação do Potencial Inseticida de Duas Espécies de Leguminosas em Cryptotermes sp. (Isoptera:Kalotermitidae)*. Dissertação (Mestrado em entomologia) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 58 p.
- Pileta, P. A.; Hausen, B. M.; Pasche-Koo, F.; French, L. E.; Saurat, J. H.; Hauser, C. 1996. Allergic contact dermatitis to East Indian rosewood (*Dalbergia latifolia* Roxb.). *Journal of the American Academy of Dermatology*. vol. 34(1), n. 2. p. 198-300.
- Procópio, S. O.; Vendramim, J. D.; Ribeiro Júnior, J. I.; Santos, J. B. 2003. Bioatividade de diversos pós de origem vegetal em relação a *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). *Ciênc. Agrotec. Lavras*. v.27 (6), p.1231-1236.
- R Development Core Team (2009) R: A language and environment for statistical computing.
- Rech, V.; Barros, N. M.; Stumpp, E. Utilização de resíduos de óleos cítricos para o controle alternativo de cupins-de-madeira-seca. (http://www.uces.br/ucs/tplJovensPesquisadores2005/pesquisa/jovenspesquisadores2005/trabalhos_pdf/vida/vania_rech.pdf.) Acesso: 9 nov. 2009.

- Reyes-Chilpa, R.; Viveros-Rodriguez, N.; Gomez-Garivay, F.; Alavez-Solano, D. 1995. Anti termitic activity of *Lonchocarpus castilloi* flavanoids and heartwood extracts. *J. Chem. Ecol.* 21: 455-463.
- Roel, A. R.; Vendramim, J. D.; Frighetto, R. T. S.; Frighetto, N. 2000. Atividade Tóxica de Extratos Orgânicos de *Trichilia palida* Swartz (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). *An. Soc. Entomol. Brasil* 29(4): 744-808.
- Roel, A. R. 2001. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento Rural Sustentável. *Rev. Internacional de Desenvolvimento Local.* v, 1, n.2, p. 43-50.
- Roisin, Y.; Leponce, M. 2004. Characterizing termite assemblages in fragmented forests: A test case in the Argentinian Chaco. *Austral Ecology.* 29. p. 637-646.
- Saito, M. L.; Pott, A.; Ferraz, J. M. G.; Nascimento, R. S. 2004. Avaliação de plantas com atividade deterrente alimentar em *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) e *Anticarsia gemmatalis* Hubner. *Pesticidas: Rev. Ecotoxicologia e Meio Ambiente.* Curitiba. v. 14, p. 1-10.
- Santos, R. I. 1999. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: Simões, C. M. O.(Org.). 1999. *Farmacognosia: da planta ao medicamento.* Porto Alegre/Florianópolis: UFRGS/UFSC.
- Saxena, R. C. 1989. Inseticides from Neem. In: Arnason, J. T.; Philogene, B. J. R.; Morand, P. (Ed.) *Inseticides of plant origin.* Washington: ACS. Cap. 9, p.110-129.
- Silva, M. F. 1980. Revisão *Taxonômica do gênero Dimorphandra Schott (Leguminosae – Caesalpinioideae).* Manaus, 200p. Tese de Doutorado – Convênio INPA/FUA, Universidade Federal do Amazonas.
- Schmeda-Hirschmann G.; Rojas de Arias, A. 2006. A screening method for natural products on triatomine bugs. *Phytotherapy Research.* Ed. 2, v. 6, p. 68-73.
- Schoonhoven, L. M.; Lin-er, L. 1994. Multiple mode of action of the feeding deterrent, toosendanin, on the sense of taste in *Pieris brassicae* larvae. *Journal of Comparative Phisiology.* v.175. n. 4. p. 519-524.
- Schultes, R. E.; Holmstedt, B. 1971. De plantis toxicalis e mundo novo tropicale commentationes. *Lloydia,* 34, 61.

- Shinoda, T.; Nagao, T.; Nakayama, M.; Serizawa, K. M.; Okabe, H; Kawai, A. 2002. Identification of a triterpenoid saponin from a crucifer, *Barbarea vulgaris*, as a feeding deterrent to the diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Journal of Chemical Ecology*, v. 28. n. 3. p. 597-599.
- SEMA.1977. Programas de estações ecológicas. Ministério do Interior (Série meio ambiente 2). Brasília-DF. 42.pp.
- Silva, M. F. 1980. Revisão Taxonômica do gênero *Dimorphandra* Schott (Leguminosae – Caesalpinioideae). Tese de doutorado apresentada à Universidade Federal do Amazonas. 200 p.
- Silva, C. S.; Lopez, A. G. C.; Oliveira, J. T. S. 2004. Influência da idade na resistência natural da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden ao ataque de cupim-de-madeira-seca (*Cryptotermes brevis*). *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 28, n. 4, p. 583-587.
- Simmonds, M., S., J. 2003. Flavonoid-insect interactions: recent advances in our knowledge. *Phytochemistry*. 1 ed. v 64. p. 21-30.
- Souza, O. F. F; Brown, V. K. 1994. Effects of Habitat Fragmentation on Amazonian Termites Communities. *Journal of Tropical Ecology*. v. 10, n. 2, p. 197:206.
- Souza, A. P.; Vendramim, J. D. 2001. Atividade inseticida de extratos aquosos de meliáceas sobre mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Neotropical Entomology*. Vol. 30. p. 133-137.
- Su, N. Y. 2002. Novel technologies for subterranean termite control. *Sociobiology*. 40: 95-101.
- Supriana, N. Notes on the resistance of tropical woods against termites. 1985. IRG, Working Group Ib, Doc. Nº IRG/WP/1249, 9p.
- Svasti, M. R. J.; Srisomsap, C.; Surarit, R; Techasakul, S.; Ketudat-Cairns, J. 1999. Characterization of a Novel Rotenoid- β -Glucosidase Enzyme and its Natural Substrate from Thai Rosewood. (<http://www.iupac.org/symposia/proceedings/phuket97/svasti.html>). Acesso: 04/01/10

- Tavares, M. A. G. C & Vendramim, J. D. 2005. Bioatividade da Erva-de-Santa-Maria, *Chenopodium ambrosioides* L., Sobre *Sitophilus zeamais* Mots, (Coleoptera: Curculionidae). *Neotropical Entomology*. 34(2): p. 319-323.
- Teixeira, A. F. 2007. *Metabólitos secundários de frutos da Virola molissima (Poepp. ex A. DC.) Warb: : neolignanas e atividade antifúngica*. Tese de doutorado apresentada à Universidade de São Paulo. 156 p.
- Thompson, R. H. 1971. Naturally Occurring Quinones. *Academic Press Ltd.*, London and New York. c. 5, 2 ed, p. 370.
- Torres, A. L.; Barros, R.; Oliveira, J. V. 2001. Efeito de Extratos Aquosos de Plantas no Desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Neotropical Entomology*. 30 (1): 151-156.
- Trugilho, P. F.; Mori, F. A.; Lima, J. T.; Cardoso, D. P. 2003. Determinação do teor de taninos na casca de *Eucalyptus* spp. *Cerne*, Lavras. v. 9, n. 2, p. 246-254.
- Valencia, E.; Valenzuela, E.; Barros, E.; Hernandez, M.; Lazo, C.; Gutierrez, C.; Gonzalez-Coloma, A.; Gonzalez, A. G.; Bermejo, Y. J. 2000. Estudio fitoquímico y actividad antilalimentaria de *Senna stipulaceae*. *Bol. Soc. Chil. Quím.* Concepción. v. 45. n. 2.
- Vasconcelos, W. E.; Medeiros, E. V.; Rios M. S.; Temóteo, A. S.; Sousa, A. H.; Maracajá, P. B.; Dias, V. H. P. 2003. Biodiversidade e monitoramento da ordem Isoptera em Olinda, PE. *Revista de Biologia e Ciências*. v.3, n. 2.
- Vetter, R E.; Barbosa, A. P. 1995. Mangrove Bark: A renewable resin source for Wood adhesives. *Acta Amazônica*. v. 25, n. 1 / 2, p. 69-72.
- Viegas Júnior, C. 2003. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. *Química Nova* vol. 26 (3). São Paulo.
- Viglianco, A. I.; Novo, R. J.; Cragolini, C. I.; Nasseta, M.; Cavallo, A. 2008. Antifeedant and Repellent Effects of Extracts of Three Plants from Córdoba (Argentina) Against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *BioAssay* 3:4.
- Zucker, W. V. 1993. Tannins: does structure determine function? An ecological perspective. *The American Naturalist*, Lancaster. v. 121, n. 3, p. 335-365.
- Waligora, D. 1998. Biological activity of secondary plant substances glucosinolates, alkaloids and saponins, expressed by their effects on development of Colorado

potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* say. *Journal of Plant Protection Research*. v. 38, n. 2, p. 158-173.

Wilcken, C. F. & Raetano, C. G. 1998. Atualidades no controle de cupins em florestas de eucalipto. In: Luiz Roberto Fontes & Evoneo Berti Filho. (Org.). *Cupins. O desafio do conhecimento*. 1 ed. Piracicaba: FEALQ. v. 1, p. 173-185.

Whitmore, T.C. 1990. *An introduction to tropical rain forest*. Clarendon Press, Oxford. 226 pp.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)