
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MURILO JOSÉ PRONI

**AVALIAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS,
COM ÊNFASE NO ÓLEO DE ANDIROBA,
PARA CONTROLE DO CUPIM PRAGA
Coptotermes gestroi (ISOPTERA,
RHINOTERMITIDAE).**

MURILO JOSÉ PRONI

AVALIAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS, COM ÊNFASE NO ÓLEO DE ANDIROBA, PARA CONTROLE DO CUPIM PRAGA *Coptotermes gestroi* (ISOPTERA, RHINOTERMITIDAE).

Orientador: Prof^a Dr^a Ana Maria Costa Leonardo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Rio Claro
2018

595.736 Proni, Murilo José
P965a Avaliação de óleos essenciais, com ênfase no óleo de
Andiroba, para controle do cupim praga *Coptotermes gestroi*
(Isoptera, Rhinotermitidae) / Murilo José Proni. - Rio Claro,
2018
39 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências
Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de
Biociências de Rio Claro
Orientadora: Ana Maria Costa-Leonardo

1. Térmita. 2. Cupins subterrâneos. 3. Cupim asiático. 4.
Produto natural. I. Título.

À Larissa, Marcos e Rosana, dedico.

Agradecimentos

Agradeço a meus pais pela paciência, pelo amor, pelo esforço e pelo suporte financeiro que me foi concedido durante esses meus cinco anos de moradia em Rio Claro. Sem esse apoio que eles me forneceram, teria sido impossível ter obtido sucesso na jornada que escolhi.

À Larissa, pelo seu amor e suporte emocional durante todo o exaustivo processo. Sem dúvidas a presença dela durante minha vida acadêmica foi de essencial importância para que eu pudesse chegar até aqui.

A professora Ana Maria Costa Leonardo, que me ensinou e transmitiu seus conhecimentos, me acolhendo como orientado e instruindo a me tornar um pesquisador. Agradeço pela grande paciência.

Aos colegas do Laboratório de Cupins, que me capacitaram e auxiliaram durante todo o período em que estive com eles, me ajudando prontamente sempre que foi necessário. À Luiza e à Vanelize pela atenção, pelo companheirismo e altas risadas, e pelo trabalho incansável em inúmeras contagens de cupins. A Célia, uma pessoa humilde e extremamente carinhosa com tudo e todos com quem trabalha, que também sempre me auxiliou quando necessário. Minha eterna gratidão pelo ambiente que vocês puderam criar para fazer com que o trabalho fosse muito mais gostoso de ser realizado.

Ao Lucas Palandi, Lucas Augusto, Lucas Albuquerque, Eder Toccacelli, Gabriela Klein, Gabriela Naomi, Larissa Carpigiani, Jéssica Alves e Daniel Dovigo, colegas do curso que foram muito importantes para a minha caminhada até o fim da graduação, me ajudando a dar cada um dos pesados passos necessários.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro.

Resumo

Os cupins são considerados pragas, principalmente pelo prejuízo econômico que causam em áreas urbanas. Os inseticidas utilizados no controle destes insetos podem causar problemas para a saúde do ser humano e outros animais que não são o alvo do produto químico. Assim, a busca por inseticidas naturais alternativos ao controle químico é desejada e produtos de plantas, que possuem inúmeros metabólitos secundários, muitos deles tóxicos à insetos, são possíveis candidatos. Deste modo, o presente trabalho avaliou os efeitos e o impacto dos óleos essenciais de andiroba (*Carapa guianensis*), de laranja doce (*Citrus x sinensis*) e de eucalypto (*Eucalyptus globulus*) sobre a atividade e a mortalidade do cupim praga *Coptotermes gestroi*. Para a avaliação dos óleos escolhidos foram desenvolvidos diferentes tipos de bioensaios. A presente pesquisa envolveu bioensaios de repelência e toxicidade, os quais mostraram que apenas o óleo de eucalypto é repelente para *C. gestroi*. Adicionalmente, o óleo de laranja e eucalypto foram tóxicos em altas concentrações. Quanto aos bioensaios de barreira ao tunelamento, nos quais foi analisada a capacidade destes óleos em impedir a construção de túneis por *C. gestroi*, os resultados mostraram que o óleo de andiroba possui um grande potencial para tratamentos de solo, pois impediu o tunelamento dos insetos. Nos bioensaios de consumo e sobrevivência foi avaliada a porcentagem de alimento consumido tratado com o óleo de andiroba e o número de cupins sobreviventes no final do experimento. Os resultados mostraram que o óleo de andiroba foi muito eficiente em impedir a alimentação dos cupins pelos papéis tratados, com um consumo de apenas 1,1% nas concentrações mais altas. Concluindo, os óleos testados mostraram diferentes capacidades e eficiências no controle do cupim-praga *Coptotermes gestroi*, sendo que os resultados sempre mostraram eficiência em um dos parâmetros avaliados.

Palavras-chave: cupins subterrâneos, cupim asiático, produto natural, térmita.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
1.1 Importância econômica	7
1.2 Produtos naturais	8
1.2.1 Carapa guianensis	8
1.2.2 Citrus x sinensis	9
1.2.3 Eucalyptus globulus	9
1.3 O cupim exótico	10
2. OBJETIVOS	11
3. MATERIAIS E MÉTODOS	11
3.1 Bioensaios preliminares de repelência e toxicidade	12
3.2 Bioensaios de repelência e toxicidade	13
3.3 Bioensaios de consumo e sobrevivência	13
3.4 Bioensaios de tunelamento em arena	15
3.5 Bioensaios de barreira ao tunelamento	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1 Bioensaios preliminares de repelência e toxicidade	17
4.2 Bioensaios de repelência e toxicidade	19
4.3 Bioensaios de consumo e Sobrevivência	23
4.3.1 Bioensaio com óleo de andiroba na concentração de 30%	23
4.3.2 Bioensaio com óleo de andiroba na concentração de 50%	25
4.3.3 Bioensaio com óleo de andiroba na concentração de 60%	26
4.3.4 Bioensaio com óleo de andiroba na concentração de 70%	28
4.4 Bioensaios de tunelamento em arena	29
4.5 Bioensaios de barreira ao tunelamento	31

5. CONCLUSÕES	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1. Introdução

Os cupins ou térmitas são insetos pertencentes à infraordem Isoptera (ENGEL, 2011, KRISHNA et al., 2013). A alimentação destes insetos é baseada em uma dieta de celulose, sendo assim organismos de extrema importância ecológica, contribuindo para o processo de reciclagem de nutrientes nos ambientes em que vivem, ocupando o papel de consumidores primários ou decompositores de inúmeros materiais de base celulósica, como árvores mortas e outros recursos presentes no solo e no folhíço (COSTA-LEONARDO, 2002). Os cupins são considerados eussociais, e assim, possuem as características de sobreposição de gerações em uma mesma colônia, onde os indivíduos cooperam para o cuidado com as larvas, além de uma divisão das tarefas do ninho (WILSON, 1971).

Segundo Engel et al. (2009), a infraordem Isoptera pode ser atualmente dividida em nove diferentes famílias: Archotermopsidae, Hodotermitidae, Kalotermitidae, Mastotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae, Stolotermitidae, Stylotermitidae e Termitidae. Na família Rhinotermitidae agregam-se seis subfamílias, sendo elas Coptotermitinae, Heterotermitinae, Prorhinotermitinae, Psammotermitinae, Termitogetoninae e Rhinotermitinae (ENGEL, 2011). Da subfamília Coptotermitinae podemos destacar o gênero *Coptotermes*, um gênero de origem asiática cuja maioria das 76 espécies descritas são consideradas pragas urbanas.

1.1 Importância econômica

Em razão de sua importância econômica, os cupins têm sido alvo de várias tentativas de controle que utilizam inseticidas convencionais e até receitas caseiras, como óleo queimado e produtos de limpeza (COSTA-LEONARDO, Informação Pessoal). Apesar de várias restrições, o controle químico com inseticidas na forma líquida, empregado em barreiras ao redor das edificações, é a tecnologia mais utilizada para o controle de cupins subterrâneos em área urbana (COSTA-LEONARDO, 2002).

Atualmente, devido a conscientização de preservação ambiental e intoxicação com pesticidas nocivos à saúde humana, criou-se uma busca global por alternativas de uso de inseticidas de origem natural, que mostrem ausência de toxicidade para

outros animais e que tenham viabilidade econômica para produção e comercialização (VIEGAS JUNIOR, 2003).

1.2 Produtos naturais

Durante o curso da evolução, os organismos vegetais, produtores primários na rede trófica, desenvolveram compostos como defesa contra seus consumidores para garantir a perpetuação da espécie. Muitos produtos são encontrados no interior das plantas em estruturas celulares e cavidades, como os óleos essenciais, que são constituintes químicos pertencentes à diversas classes de substâncias, sendo que a maioria delas são terpenóides e lignóides. Estas substâncias vão auxiliar estas plantas a se protegerem de seus consumidores. O mutualismo entre vegetais e insetos foi muito importante para as angiospermas, que vieram por desenvolver, além de óleos de defesa, óleos essenciais que têm capacidade atrativa, contribuindo para os processos de polinização e dispersão de pólen, e consequentemente melhorando o sucesso reprodutivo do grupo (GOTTLLIEB; SALATINO, 1987). A maior parte dos produtos naturais presentes nos vegetais superiores são metabólitos secundários que têm sido identificados em diversas pesquisas científicas como sendo tóxicos para inúmeros insetos por possuírem características como inibidores de crescimento e inibidores de reprodução, além de repelentes e deterrentes para insetos (TAVERNER et al., 2001). A extração e manipulação sustentável destes compostos vegetais pode trazer muitos avanços no campo científico do desenvolvimento de repelentes, pesticidas e outros produtos usados no controle de pragas. A atividade inseticida de alguns óleos extraídos de plantas tem sido demonstrada para baratas, mosquitos, insetos praga de produtos armazenados e para alguns cupins (NGOH et al., 1998; ZHU et al., 2001).

1.2.1 *Carapa guianensis*

A *Carapa guianensis* (popularmente conhecida como andiroba) é uma árvore pertencente à família Meliaceae, que inclui 51 gêneros e 550 espécies, ocorrendo em grande parte na região Neotropical (GOUVÊA, 2005). A distribuição desta planta abrange o sul da América Central, Caribe, partes da África tropical e algumas áreas da América do Sul, como Colômbia, Venezuela, Brasil, Peru e Paraguai. No Brasil, ela

é encontrada em toda a Bacia Amazônica, podendo ocorrer tanto em várzeas quanto em igapós (FERRAZ, 2003). Da semente da andiroba (*Carapa guianensis*) pode ser extraído um óleo que é conhecido popularmente por suas propriedades analgésicas, anti-inflamatórias e inseticidas (FERRAZ, et al. 2002). O método de extração é totalmente sustentável, pois os frutos da andiroba caem naturalmente no chão e se abrem, liberando de quatro a seis sementes. Quando isolado das plantas, o óleo natural não é extraído como uma substância pura, mas consiste de uma mistura de muitos compostos. De acordo com Ambrozin (2006), o óleo de andiroba é rico em ácido graxos, mas contém ainda vários compostos como limonoides, triterpenos, esteroides, flavonoides e outros. Segundo Abreu e Silva (2000), blocos de *C. guianensis* (andiroba) são muito resistentes ao ataque dos cupins nativos *Nasutitermes macrocephalus* e *Nasutitermes surinamensis*. Além disso, *C. guianensis* também mostrou efeito larvicida contra mosquitos (SILVA; ROMÃO, 2005).

1.2.2 *Citrus x sinensis*

A laranja doce *Citrus x sinensis* é um fruto híbrido da *C. maxima* com a *C. reticulata*, da família Rutaceae. Sua origem data do ano 314 A.C., sendo mencionada em antigas escrituras chinesas (XU et al., 2013), e atualmente é muito consumida no mundo todo. O óleo essencial extraído da casca de *C. x sinensis* contém em sua composição mais de 90% de limoneno, um composto conhecido por sua ação tóxica em insetos. Em experimentos com *Coptotermes formosanus*, utilizando esse óleo, foi observada uma maior mortalidade e um menor consumo de alimento tratado, quando comparado com grupos controles (RAINA et al., 2007).

1.2.3 *Eucalyptus globulus*

A espécie *Eucalyptus globulus* é uma das mais de 700 espécies de eucalipto registradas, pertencente à família Myrtaceae, e é nativa da Austrália. Por conta de sua madeira, óleo, e seu valor estético, cultivos de inúmeras espécies do gênero *Eucalyptus* podem ser encontradas no mundo todo, sendo usados para fins alimentícios, farmacológicos, dentre outros. A atividade fungicida, herbicida, repelente de insetos, acaricida e nematicida do óleo essencial de espécies de eucalipto já é comprovada (BATISH et al., 2008). Estudos com *E. globulus* demonstraram que o óleo

essencial extraído das folhas exerceu uma maior toxicidade no controle de pediculídeos, quando comparado com pesticidas sintéticos (YANG et al., 2004).

1.3 O cupim exótico

Apesar da abundância dos cupins subterrâneos, o hábito críptico destes insetos torna mais difícil o seu controle, já que muitas vezes eles estão sob áreas pavimentadas em zonas urbanas. O cupim subterrâneo *Coptotermes gestroi* (Wasmann, 1896), nativo da Ásia, foi introduzido na região costal do Brasil na década de vinte (ARAÚJO, 1970) por via marítima. Desde então, este cupim tem causado grande prejuízo econômico, de forma intensa em cidades do litoral, como Rio de Janeiro e Santos, mas também em cidades grandes do interior do estado, como Campinas (COSTA-LEONARDO, 2002). Mais recentemente esta espécie ainda foi introduzida em novas localidades do país, como em Minas Gerais, Espírito Santo, estados do sul e também no norte e nordeste do Brasil (CONSTANTINO, 2002; COSTA-LEONARDO, 2002; FONTES; MILANO, 2002). A espécie constrói ninhos subterrâneos no solo ou então em construções ou móveis que não haja passagem de luz e de vento, o que promove a temperatura e umidade necessária para que a colônia se desenvolva de maneira saudável (LELIS, 1995). Nas áreas urbanas, costuma atacar a madeira estrutural de edificações e árvores vivas em jardins e calçadas, o que reforça o “status” de praga. Segundo Romagnamo e Nahuz (2006), os gastos com o controle de infestações por cupins subterrâneos nas edificações da cidade de São Paulo foram de cerca de R\$ 7,9 milhões em 2005. Contudo, o uso de termiticidas químicos é bastante pernicioso para o ambiente, devido à sua persistência, toxicidade inespecífica e bioacumulação na cadeia alimentar (WILCKEN; RAETANO, 1995).

A ação desses insetos nas árvores urbanas se dá a partir da raiz, consumindo o cerne do vegetal, mas sem danificar o seu exterior, o que camufla o ataque. Dessa maneira, a planta tem aparência saudável mesmo estando completamente infestada pelo cupim. Os danos geralmente só são constatados quando a árvore vem a cair por falta de sustentação, causando estragos em casas, veículos e outros bens materiais (COSTA-LEONARDO, 2002). Esta espécie tem uma maior preferência por madeiras mais moles por serem mais facilmente escavadas, como árvores do gênero *Pinus*, mas o cardápio do animal é extenso. Já foram identificados ataques deste cupim em árvores das espécies *Caesalpinia peltophoroides* (sibipiruna), *Caesalpinia férrea* (pau-

ferro), *Clitoria fairchildiana* (chapéu-de-sol), *Agatis robusta* (conífera), *Morus alba* (amoreira), *Delonix regia* (flamboyant), *Jacaranda mimosifolia* (jacarandá-mimoso), *Tibouchina* sp. (quaresmeira), *Acacia* sp. (acácia), *Ceiba* sp. (paineira), *Ficus* sp. (figueira), *Tabeluia* sp. (ipê), dentre muitas outras (COSTA-LEONARDO, 2002; TIEPPO et al., 2007).

2. Objetivos

Em vista do exposto, o presente estudo teve como objetivos:

- Avaliar a influência do óleo essencial de andiroba na sobrevivência e consumo de *Coptotermes gestroi*;
- Testar a repelência dos óleos essenciais de andiroba, eucalipto e laranja doce para *C. gestroi*;
- Detectar a interferência dos óleos essenciais de andiroba, eucalipto e laranja doce no tunelamento de *C. gestroi*.

3. Materiais e Métodos

Cupins: Neste estudo foram utilizados cupins forrageiros (operários e soldados) da espécie *Coptotermes gestroi* coletados por meio de armadilhas de papelão corrugado em colônias existentes na cidade de Rio Claro/SP.

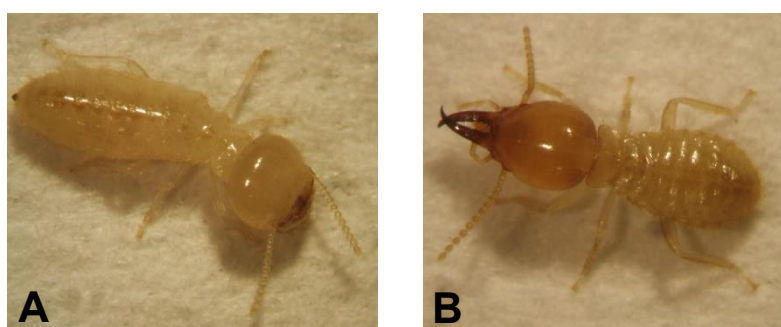


Figura 1. A – Operário de *C. gestroi*. B – Soldado de *C. gestroi*.

Produtos Naturais: Para o presente estudo foi utilizado óleo da semente de *Carapa guianensis* (andiroba), óleo da casca de *Citrus x sinensis* (laranja doce) e óleo de folha de *Eucalyptus globulus* (eucalipto).

O óleo de andiroba foi dissolvido em acetona, nas concentrações de 0,1%, 1%, 5%, 10%, 30%, 50%, 60%, 70% e 100%. Os óleos de Laranja Doce e Eucalipto foram dissolvidos em acetona, nas concentrações de 30%, 50% e 70%.

3.1 Bioensaios preliminares de repelência e toxicidade

Neste experimento foram testados os extratos de 0,1%, 1%, 5%, 10%, 30% e 100% de óleo essencial da semente de andiroba (*Carapa guianensis*). Para o desenvolvimento deste bioensaio, foram colocados em um recipiente plástico redondo (12cm de diâmetro e 8cm de altura), dois papéis filtro (5cm de diâmetro) em lados opostos, sendo um deles sem tratamento e outro com o tratamento (com os diferentes extratos acima descritos). Os papéis tratados foram secados em capela antes de serem utilizados.

Após esta etapa, foi adicionado 0,2mL de água destilada em ambos os papéis e, posteriormente, foram liberados 30 operários e 5 soldados de *C. gestroi* no centro do recipiente plástico, entre os papéis filtro. A posição dos cupins foi observada a cada hora, durante 4 horas e, passadas 24 horas, avaliada a mortalidade e a localização dos indivíduos, se no papel filtro com o extrato testado ou no papel filtro sem extrato. Como controles, foram utilizados papéis filtro umedecidos com 1mL de água destilada e papéis filtro com o solvente acetona. Neste bioensaio foram realizadas 5 repetições com cada extrato.



Figura 2. Arena utilizada nos bioensaios preliminares de repelência e toxicidade.

3.2 Bioensaios de repelência e toxicidade

Para estes testes foram utilizadas placas de Petri de vidro (9 cm de diâmetro). Em cada placa foi colocado um papel filtro (9 cm de diâmetro) cortado em duas metades, sendo que uma dessas metades foi impregnada com o extrato de óleo essencial de andiroba (*Carapa guianensis*), laranja doce (*Citrus x sinensis*) ou eucalipto (*Eucalyptus globulus*) nas concentrações de 10%, 30% e 70%. A outra metade, que serviu como controle do experimento, não foi tratada.

Em cada bioensaio foi utilizado um grupo de 10 operários de *C. gestroi* e, após 15 minutos da soltura dos insetos ao centro da placa de Petri, foi realizado um exame da posição dos cupins, observando se estavam no papel filtro tratado com óleo essencial dos extratos descritos ou no papel filtro sem tratamento.

Para estes bioensaios foram realizadas 10 repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à um Teste de Proporção (ZAR, 2010).

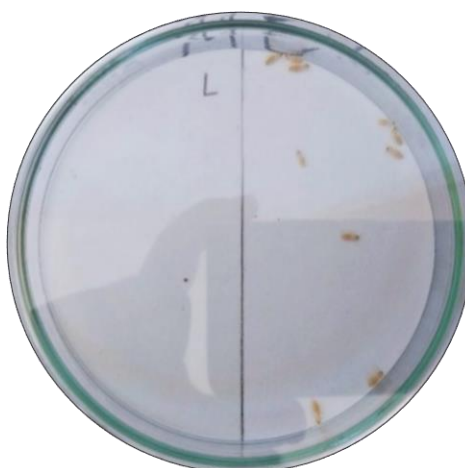


Figura 3. Placa de Petri de 9 cm de diâmetro usada como arena experimental no teste de repelência e toxicidade.

3.3 Bioensaios de consumo e sobrevivência

Para testar o consumo do alimento pelos cupins da espécie *C. gestroi*, tratado com extratos de óleo de andiroba nas concentrações de 30%, 50%, 60% e 70%, foram desenvolvidos bioensaios com 10 repetições.

Em cada teste foi utilizado 1g de operários (aproximadamente 260 indivíduos), acrescidos de 15 soldados. Estes insetos foram colocados em recipientes plásticos

descartáveis de 145 mL (câmara ninho) preenchidos com uma matriz de 50 mL de areia esterilizada, posteriormente umedecida com água destilada (10V de areia : 1V de água). O recipiente ninho foi conectado por meio de tubo plástico (10 cm de comprimento e 1 cm de largura) a um outro recipiente de 145 mL (câmara de alimentação), o qual continha um papel filtro de 5 cm de diâmetro. Este papel filtro foi imerso por 10 segundos no extrato de óleo essencial de andiroba nas concentrações de 30%, 50%, 60% ou 70% e, posteriormente, deixado para secar ao ar livre.

Para os controles foram utilizados como alimento papéis filtro sem tratamento, papéis filtro imerso somente no solvente e um terceiro controle na qual a câmara de alimentação ficou sem alimento nenhum.

Todos os experimentos foram conduzidos por 28 dias em laboratório com temperatura de 25 ± 3 °C. O consumo do alimento foi avaliado visualmente, por duas pessoas, na forma de porcentagem e o número de sobreviventes foi contado. Os dados obtidos foram inseridos no programa BioEstat 5.3 para teste de normalidade (Shapiro-Wilk). Não havendo normalidade, foram submetidos à uma análise de variância de Kruskal-Wallis, seguida do teste Student-Newman-Keuls. Para todas as análises estatísticas foi adotado o nível de significância (α) igual a 0,05 (SOKAL; ROHLF, 1995).

Observação: neste tipo de experimento o produto tratado como alimento pode ser deterrente ou tóxico para os cupins. Entende-se por deterrente um alimento que os cupins provam e interrompem a alimentação, diferente de um produto tóxico, que após consumo provoca a morte dos insetos.



Figura 4. Arena experimental utilizada para os testes de sobrevivência e consumo. À esquerda, câmara ninho, e à direita, câmara de alimentação, com papel filtro (alimento).

3.4 Bioensaios de tunelamento em arena

Para testar o tunelamento dos cupins da espécie *C. gestroi* foram desenvolvidos 5 experimentos, nos quais foram acrescentados 100 operários e 10 soldados em cada repetição. Os extratos de óleo essencial de andiroba utilizados foram de 1%, 10%, 50% e 100%.

Nestes testes foram usadas placas de Petri plásticas de 15 cm de diâmetro, preenchidas com uma matriz de areia, sendo um lado tratado com os extratos acima descritos, e o outro lado permaneceu sem tratamento. A areia contida em uma das metades da placa foi impregnada previamente com 3 mL do extrato de andiroba e deixada ao ar livre para secar, enquanto a outra serviu como controle. Tanto a areia tratada quanto a areia controle foram umedecidas com 3,5 mL de água destilada, uma vez que cada metade da placa continha 35 mL de areia (10V de areia : 1V de água) .

Os cupins foram soltos do lado em que não havia tratamento e, por meio de uma barreira plástica colada na tampa da placa, foram impedidos de atravessarem para o lado tratado, para que pudessem aclimatar durante um período de 12 horas. Passado o período de aclimação, a barreira foi retirada e os insetos tiveram acesso à toda a arena. O experimento teve uma duração de 24 horas, sendo realizados registros fotográficos da região inferior da placa.

Os resultados foram avaliados na forma de notas e os resultados dispostos em tabelas, sendo:

- 1 = ausência de túneis;
- 2 = túneis curtos e;
- 3 = túneis longos.

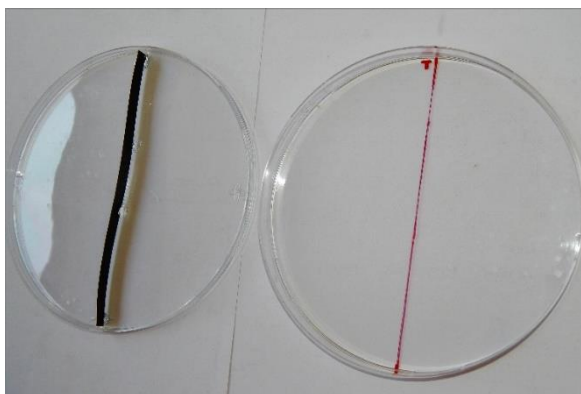


Figura 5. Partes da placa de Petri preparadas para a adição da areia. À esquerda, tampa com a barreira plástica. À direita, recipiente com a marcação da linha que divide a placa ao meio.

3.5 Bioensaios de barreira ao tunelamento

Nestes experimentos foram utilizados tubos de ensaio de vidro (10 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro), preenchidos com uma matriz de areia (previamente esterilizada) tratada com extrato de óleo essencial de andiroba, laranja doce ou eucalipto na concentração de 50%.

A areia tratada foi adicionada até que 8 cm de comprimento dos tubos de ensaio fossem preenchidos. Como controles foi utilizada areia tratada com o solvente acetona e areia umedecida com água destilada (10V de areia : 1V de água). Em cada tubo de ensaio foram liberados 10 operários de *C. gestroi*. A abertura dos tubos de ensaio foi vedada com filme plástico. Durante o experimento, os tubos de ensaio foram cobertos com um tecido preto para isolamento da luz.

Após 24 horas da soltura dos cupins, foi observado o comprimento do túnel escavado pelos cupins em cada repetição, sendo que foram realizadas 10 repetições com cada extrato utilizado.

Os dados obtidos foram inseridos no programa BioEstat 5.3 para teste de normalidade (Shapiro-Wilk). Não havendo normalidade, foram submetidos à uma análise de variância de Kruskal-Wallis, seguida do teste Student-Newman-Keuls. Para todas as análises estatísticas foi adotado o nível de significância (α) igual a 0,05 (SOKAL; ROHLF, 1995).



Figura 6. Tubo de ensaio de 10 cm utilizado nos testes de barreira ao tunelamento.

4. Resultados e Discussão

Teste de solvente: Existem poucos estudos utilizando extratos dissolvidos de óleo essencial de semente de andiroba. Por esse motivo fez-se necessária a análise de qual solvente seria o ideal para utilizar durante os bioensaios.

Após testes comparativos realizados entre o solvente álcool de cereais e a acetona, foi constatado que este último dissolveu completamente o óleo essencial e não demonstrou nenhum tipo de interferência ou toxicidade para os cupins durante os experimentos. O álcool de cereais não foi apropriado para dissolver o óleo, de forma que a mistura ficava bifásica. Portanto, os testes foram realizados utilizando acetona como solvente do óleo de andiroba.

4.1 Bioensaios preliminares de repelência e toxicidade

Inicialmente foi realizado um experimento utilizando concentrações de extratos de óleo essencial de andiroba (*Carapa guianensis*) nas concentrações de 0,1%, 1% e 5%. Entretanto os resultados observados por meio de registros fotográficos da posição dos cupins no recipiente não indicaram preferência por nenhuma das concentrações.



Figura 7. Recipiente com papéis filtro (o de cima umedecido com água destilada, e o de baixo tratado com o extrato de óleo de andiroba na concentração de 0,1%) e forrageiros de *C. gestroi*.

Para a segunda bateria de repetições foram utilizados extratos de óleo essencial de andiroba (*Carapa guianensis*) nas concentrações de 10%, 30% e 100%. Após analisadas as imagens realizadas por meio de registro fotográfico, o resultado obtido indicou que os cupins não evitaram o papel filtro tratado com a solução de óleo de andiroba à 10%, o que sugere que nessa concentração o óleo de andiroba continua exercendo baixa ou nenhuma toxicidade e repelência. Entretanto, os cupins evitaram entrar em contato com os papéis filtro tratados com as soluções de óleo de andiroba nas concentrações mais altas de 30% e 100%, mostrando o potencial repelente do produto natural. Durante todo o bioensaio não houve mortalidade, evidenciando assim a não toxicidade do produto natural.

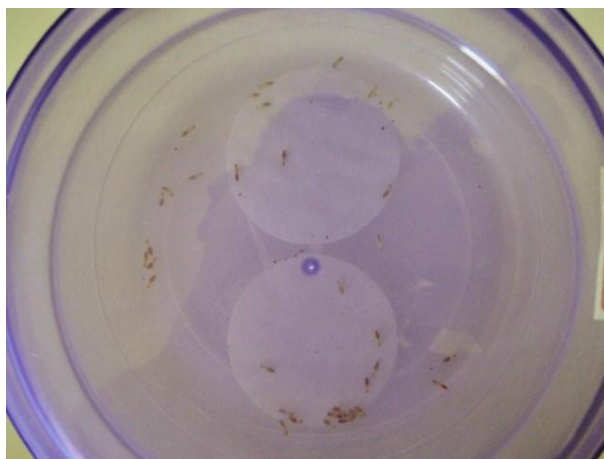


Figura 8. Recipiente com papéis filtro (acima com água destilada, abaixo tratado com 10% de óleo essencial de andiroba) e cupins *C. gestroi*.

Estes bioensaios preliminares foram desenvolvidos para se definir uma concentração do óleo essencial de andiroba que servisse como ponto de partida para o trabalho. Com estes resultados foi possível estipular a faixa de concentrações dos testes futuros, justificando a escolha das porcentagens dos extratos de óleo essencial.

4.2 Bioensaios de repelência e toxicidade

Para o teste de proporção (ZAR, 2010) foi utilizada a fórmula disposta abaixo, em que **Z** = incógnita, **p** = número de indivíduos presentes no lado tratado dividido por **n**, e **n** = número total de indivíduos.

$$Z = \frac{p - 0,5}{\sqrt{\frac{p(1 - p)}{n}}}$$

- Se $-1,9 < Z < 1,96$, não há preferência;
- Se $Z < -1,9$, há preferência pelo controle;
- Se $Z > 1,96$, há preferência pelo tratamento.

Os resultados do bioensaio de repelência e toxicidade para o óleo de andiroba estão dispostos na Tabela 1. Para os testes na concentração de 30%, o valor de **Z** foi de 1,006, o que significa que não houve preferência por nenhum dos lados do papel filtro. Quando aplicado o teste de proporção com os dados resultantes do óleo na concentração de 70%, o valor de **Z** foi igual a 0,0, indicando que também não houve preferência dos cupins por nenhum dos lados.

Tabela 1. Número de cupins presentes em cada lado do papel filtro, para o óleo de andiroba nas concentrações de 30% e 70%.

Repetições	30%		70%	
	Tratamento	Controle	Tratamento	Controle
I	5	5	3	7
II	6	4	2	8
III	6	4	6	4
IV	5	5	7	3
V	7	3	7	3
VI	2	8	5	5
VII	8	2	6	4
VIII	5	5	4	6
IX	6	4	5	5
X	5	5	5	5
Total	55	45	50	50

Desse modo constatou-se que o óleo essencial da semente de andiroba nas concentrações utilizadas não foi eficaz na repelência dos cupins da espécie *Coptotermes gestroi*.

O bioensaio de repelência e toxicidade para os óleos essenciais da casca de laranja doce (*Citrus x sinensis*) e folha de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) resultaram em uma mortalidade de 100% dos indivíduos de *C. gestroi* depois de decorridos os 15 minutos de teste. Assim, a posição dos cupins no papel filtro, se no papel tratado ou no papel controle, foi desprezada, visto que não se sabe exatamente em que momento do tempo total de teste ocorreu a morte destes insetos.

O resultado sugere que, para os óleos essenciais de laranja doce (*Citrus x sinensis*) e eucalipto (*Eucalyptus globulus*) as concentrações de 30% e 70% foram muito altas, provocando a grande mortalidade observada. Assim, estes experimentos foram refeitos com óleo essencial de laranja e eucalipto em concentrações de 10% de óleo e 90% de solvente.

Abaixo, a tabela com as quantidades de cupins encontrados em cada lado das placas de Petri no experimento com 10% de concentração de óleo de laranja:

Tabela 2. Número de cupins presentes em cada lado do papel filtro, para o óleo de laranja na concentração de 10%.

Óleo de laranja (10%)		
Repetições	Tratamento	Controle
I	2	8
II	6	4
III	4	6
IV	5	5
V	7	3
VI	3	7
VII	8	2
VIII	5	5
IX	6	4
X	5	5
Total	51	49

Ao contrário do observado quando utilizadas as concentrações de 30% e 70%, para a concentração de 10% de óleo essencial de casca de laranja doce não houve mortalidade alguma durante os 15 minutos de experimento. Aplicando o Teste de Proporção (ZAR, 2010) sobre os dados obtidos referentes à quantidade de cupins encontrados do lado da placa de Petri com papel filtro tratado e sem tratamento observou-se que não há repelência ($Z = 0,2$).

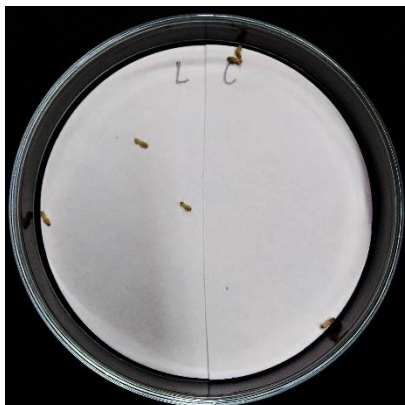


Figura 9. Placa de Petri de 9 cm de diâmetro contendo o papel filtro usado como alimento para os cupins (metade tratada com óleo essencial de laranja, e metade sem tratamento), e operários de *C. gestroi*.

Para o bioensaio de repelência e toxicidade utilizando óleo essencial de eucalipto na concentração de 10%, foram obtidos os dados dispostos na Tabela 3:

Tabela 3. Número de cupins presentes em cada lado do papel filtro, para o óleo de eucalipto na concentração de 10%.

Óleo de eucalipto (10%)		
Repetições	Tratamento	Controle
I	0	10
II	0	10
III	0	10
IV	0	10
V	0	10
VI	1	9
VII	0	10
VIII	2	8
IX	4	6
X	3	7
Total	10	90

Para a concentração de 10% de óleo essencial de eucalipto, não foi observada mortalidade dos cupins por ação dos compostos contidos no óleo durante os 15 minutos de bioensaio. Contudo o oposto ocorreu no mesmo teste quando foram usadas concentrações mais altas, de 30% e 70%. Quando foi aplicado o Teste de Proporção de Zar (2010) sobre os dados registrados, constatou-se que houve grande repelência ($Z = 13,33$), haja visto que, de um total de 100 cupins integrantes do bioensaio, apenas 10 deles estavam no lado da placa com papel filtro tratado com o óleo essencial de eucalipto, ou seja, 90% dos indivíduos utilizados foram repelidos.

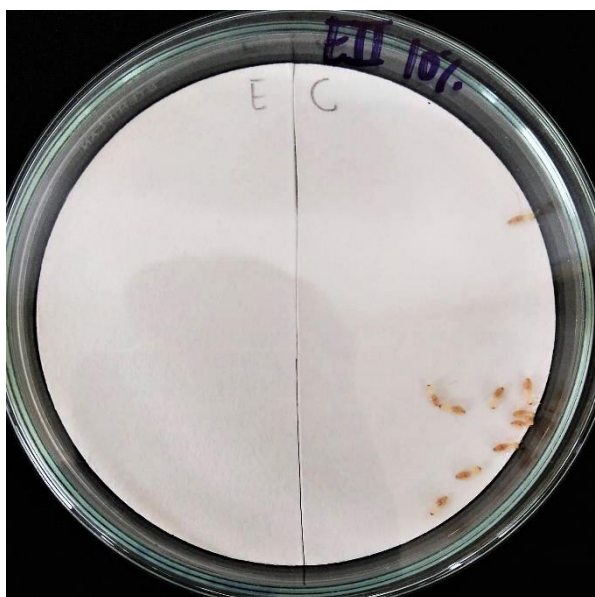


Figura 10. Placa de Petri de 9 cm de diâmetro contendo o papel filtro usado como alimento para os cupins (metade tratada com óleo essencial de eucalipto, e metade sem tratamento), e operários de *C. gestroi*. Observar que nesta repetição, todos os cupins estavam no controle, evitando o lado tratado.

Zhu et al. (2001) encontraram repelência significativa em oito óleos essenciais: Vetiver, folha de Cassia, Cravo, madeira de cedro, *Eucalyptus globulus* (utilizado no presente estudo), *Eucalyptus citrodora*, *Cymbopogon* e *Geranium*, quando os mesmos foram expostos a espécie *Coptotermes formosanus*, que compartilha o mesmo gênero do cupim utilizado neste trabalho. Manzoor et al. (2012) também relataram grande repelência de compostos secundários presentes no óleo essencial de eucalipto quando exposto aos cupins das espécies *Heterotermes indicola*, *Microtermes obesi* e *Odontotermes obesus*.

Dessa forma, os resultados de repelência encontrados para a espécie *Coptotermes gestroi* no presente estudo com o óleo essencial de *E. globulus* na

concentração de 10%, foram muito positivos, além de corroborar com os estudos prévios realizados por Zhu et al. (2001) e Manzoor et al. (2012) com outros cupins. Os compostos secundários presentes no óleo essencial de eucalipto aparentam ser promissores como agente repelente de cupins.

4.3 Bioensaios de consumo e Sobrevivência

4.3.1 Bioensaio com óleo de andiroba na concentração de 30%

Os resultados de sobrevivência obtidos no presente estudo estão dispostos na Figura 11.

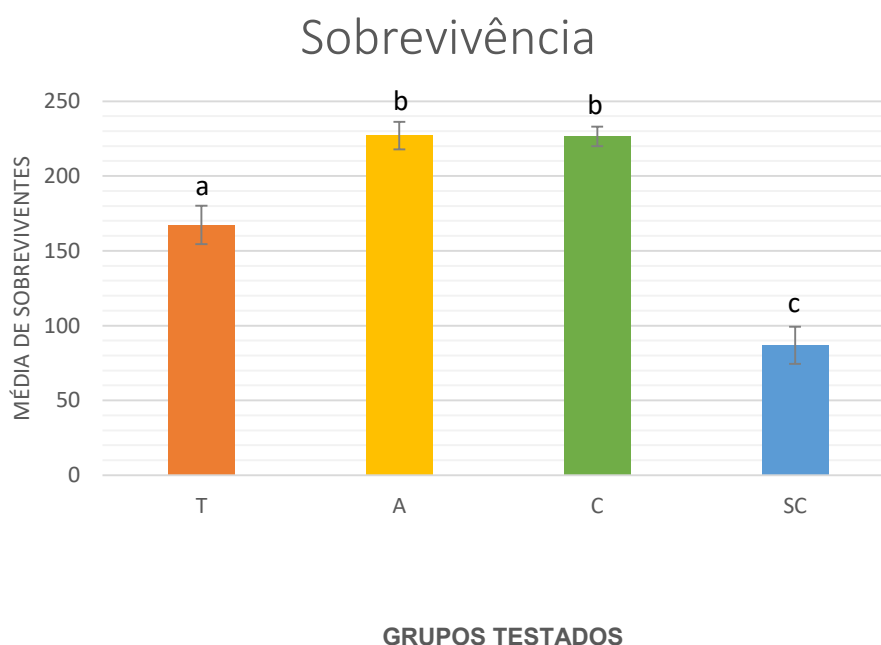


Figura 11. Sobrevivência média ($\pm$ DP) dos forrageiros de *C. gestroi* nos diferentes agrupamentos realizados. **T** = grupo com papel filtro tratado com óleo de andiroba, **A** = grupo com papel filtro com acetona, **C** = grupo com papel filtro sem tratamento e, **SC** = grupo sem alimento. Letras iguais não diferem estatisticamente entre si. ($P < 0,05$)

Os dados mostraram diferença significativa na sobrevivência entre os grupos que se alimentaram com papel filtro tratado com óleo de andiroba (T) e os grupos com papel filtro sem tratamento (C) ($P = 0,0206$; $H = 27,5574$; $gL = 3$), sendo maior no grupo sem tratamento. Adicionalmente, não houve diferença estatística na sobrevivência entre os grupos com papel filtro sem tratamento (C) e os grupos com papel filtro tratado com acetona (A) ($P = 0,9238$; $H = 27,5574$; $gL = 3$). Os cupins que

ficaram sem alimentação (SC) sobreviveram menos do que os cupins com papel filtro tratado com óleo de andiroba (T) ($P = 0,0371$; $H = 27,5574$; $gL = 3$).

Consumo do alimento pelos cupins: o alimento tratado com óleo essencial de andiroba na concentração de 30% apresentou um baixo consumo pelos cupins (cerca de 12,6%) quando comparado com o alimento sem tratamento (cerca de 98,5%). Embora tenha havido consumo do papel pelos cupins, esse consumo foi muito inferior quando comparado ao grupo controle, indicando que o produto natural possui deterência.

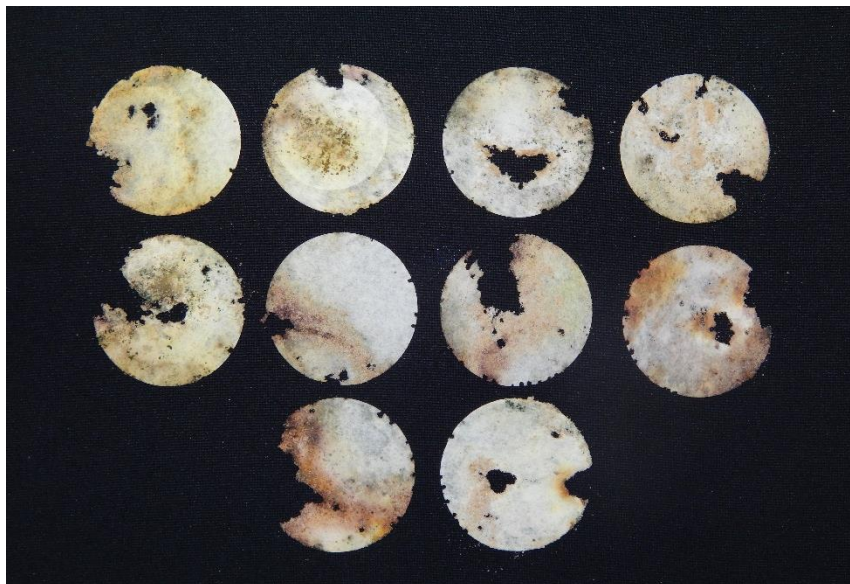


Figura 12. Consumo dos papéis filtros tratados com óleo essencial de andiroba na concentração de 30%, após exposição aos cupins.

4.3.2 Bioensaio com óleo de andiroba na concentração de 50%

Os resultados de sobrevivência obtidos estão dispostos na Figura 13.

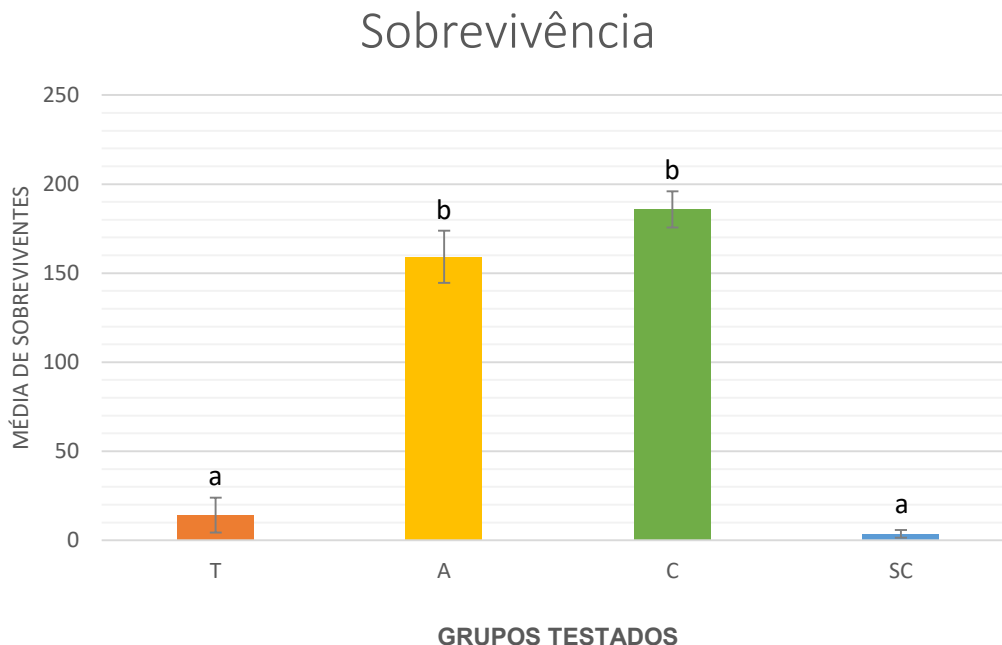


Figura 13. Sobrevivência média ($\pm$ DP) dos forrageiros de *C. gestroi* nos diferentes agrupamentos realizados. **T** = grupo com papel filtro tratado com óleo de andiroba, **A** = grupo com papel filtro com acetona, **C** = grupo com papel filtro sem tratamento e, **SC** = grupo sem alimento. Letras iguais não diferem estatisticamente entre si. ($P < 0,05$)

Os dados mostraram diferença estatística na sobrevivência entre os grupos que se alimentaram com papel filtro tratado com óleo de andiroba (T) e os grupos com papel filtro sem tratamento (C) ($P = <0,0001$; $H = 29,6085$; $gL = 3$). Adicionalmente, não houve diferença estatística na sobrevivência entre os grupos com papel filtro sem tratamento (C) e os grupos com papel filtro tratado com acetona (A) ($P = 0,4557$; $H = 29,6085$; $gL = 3$). Além disso, não houve diferença estatística entre os grupos que se alimentaram com papel filtro tratado com óleo de andiroba (T) e o grupos sem alimentação (SC) ($P = 0,8036$; $H = 29,6085$; $gL = 3$).

Consumo do alimento pelos cupins: o alimento tratado com óleo essencial de andiroba na concentração de 50% apresentou um consumo de cerca de 9,4%. Os papéis filtro sem tratamento foram quase completamente consumidos durante o tempo

do bioensaio, restando apenas fragmentos muito pequenos (cerca de 99% de consumo).

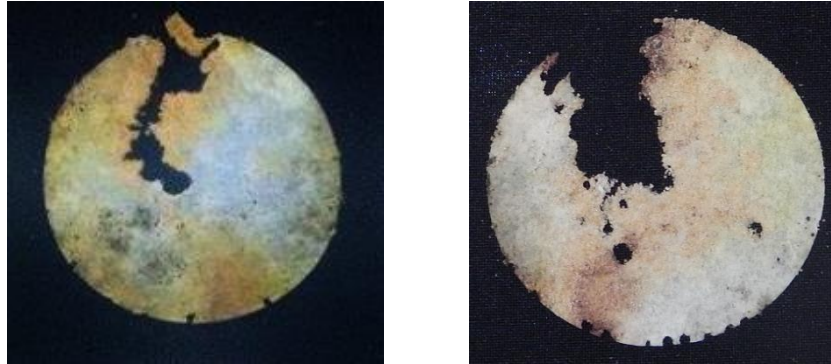


Figura 14. Comparação entre o consumo dos papéis filtros tratados com óleo de andiroba à concentração de 50% (à esquerda, consumo de 9%) e 30% (à direita, consumo de 12%), após exposição aos cupins.

4.3.3 Bioensaio com óleo de andiroba na concentração de 60%

Os resultados de sobrevivência obtidos estão dispostos no Figura 15.

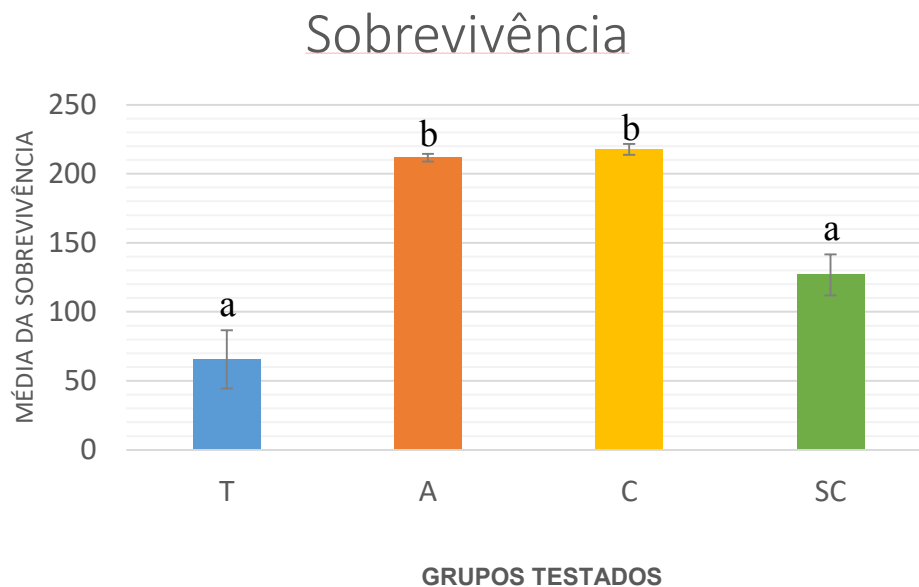


Figura 15. Sobrevivência média ($\pm$ DP) dos forrageiros de *C. gestroi* nos diferentes agrupamentos realizados. **T** = grupo com papel filtro tratado com óleo de andiroba, **A** = grupo com papel filtro com acetona, **C** = grupo com papel filtro sem tratamento e, **SC** = grupo sem alimento. Letras iguais não diferem estatisticamente entre si. ($P < 0,05$)

O teste indicou que houve diferença significativa entre o grupo que se alimentou com papel filtro tratado (T) com o grupo que se alimentou com papel filtro sem tratamento (C) ($P = <0,0001$; $H = 30,2780$; $gL = 3$), sendo a sobrevivência maior no grupo controle. Não houve diferença estatística na sobrevivência entre o grupo que se alimentou com papel filtro tratado com óleo de andiroba (T) e o grupo sem alimento (SC) ($P = 0,4108$; $H = 30,2780$; $gL = 3$). Adicionalmente, não houve diferença estatística na sobrevivência entre o grupo com papel filtro sem tratamento (C) e o grupo com papel filtro tratado com acetona (A) ($P = 0,5791$; $H = 30,2780$; $gL = 3$).

Consumo do alimento pelos cupins: o alimento tratado com óleo de andiroba apresentou baixo consumo (cerca de 3,5%) quando comparado com o alimento sem tratamento (aproximadamente 100%).

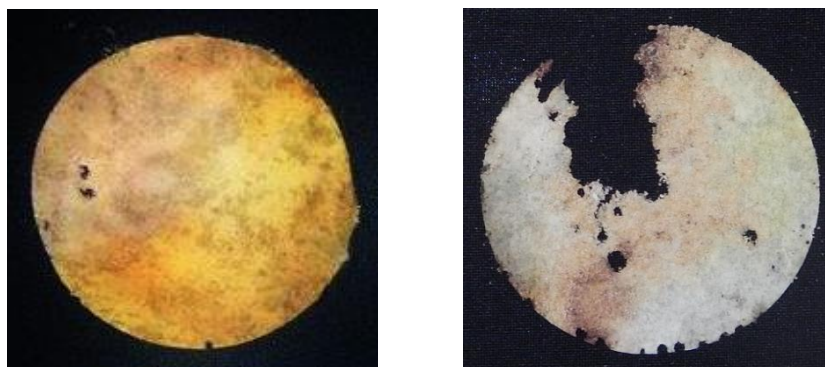


Figura 16. À esquerda, papel filtro tratado com óleo de andiroba na concentração de 60% (consumo de 3,5%), após exposição aos cupins. À direita, papel filtro tratado com óleo de andiroba na concentração de 30% (consumo de 12%), após exposição aos cupins, para comparação do consumo.

4.3.4 Bioensaio com óleo de andiroba na concentração de 70%

Os resultados de sobrevivência obtidos estão dispostos na Figura 17.

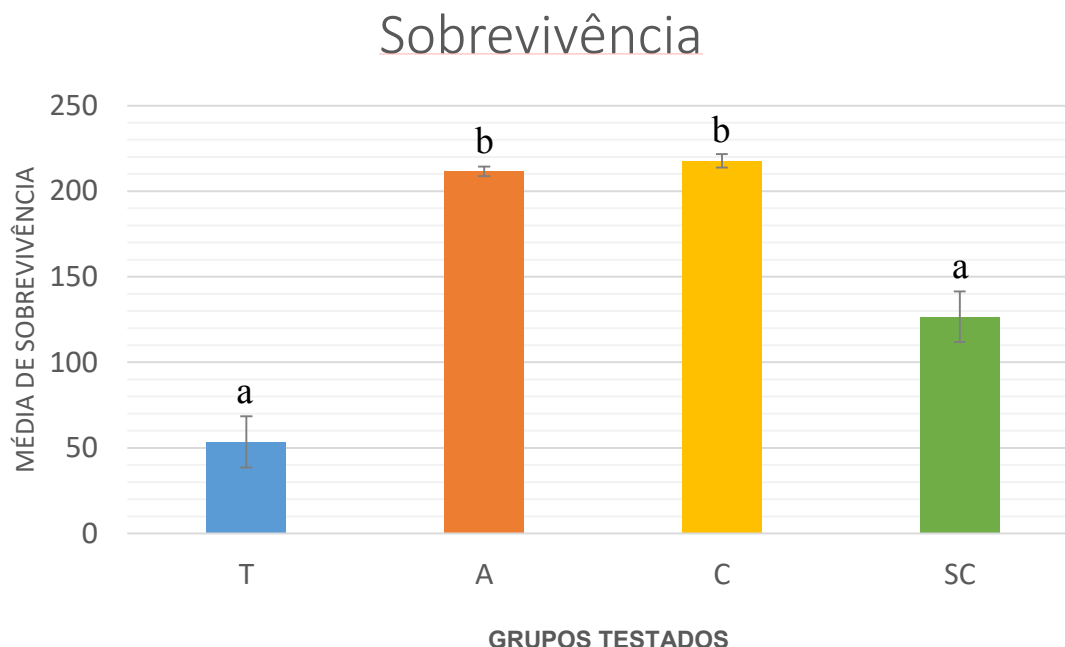


Figura 17. Sobrevivência média ($\pm$ DP) dos forrageiros de *C. gestroi* nos diferentes agrupamentos realizados. **T** = grupo com papel filtro tratado com óleo de andiroba, **A** = grupo com papel filtro com acetona, **C** = grupo com papel filtro sem tratamento e, **SC** = grupo sem alimento. Letras iguais não diferem estatisticamente entre si. ($P < 0,05$).

Este teste indicou que houve diferença estatística entre o grupo com papel filtro tratado (T) e o grupo controle, com papel filtro sem tratamento (C) ($P = <0,0001$; $H = 32,0630$; $gL = 3$). Os dados também mostraram que não houve diferença estatística na sobrevivência entre o grupo que se alimentou com papel filtro tratado com óleo de andiroba (T) e o grupo sem alimento (SC) ($P = 0,1168$; $H = 32,0630$; $gL = 3$). Adicionalmente, não houve diferença estatística na sobrevivência entre o grupo com papel filtro sem tratamento (C) e o grupo com papel filtro tratado com acetona (A) ($P = 0,5791$; $H = 32,0630$; $gL = 3$).

Consumo do alimento pelos cupins: o alimento tratado com óleo de andiroba na concentração de 70% apresentou um consumo ainda menor (cerca de 1,1%) do que aquele obtido no experimento anterior quando comparado com o alimento sem tratamento (consumo de aproximadamente 100,0%).

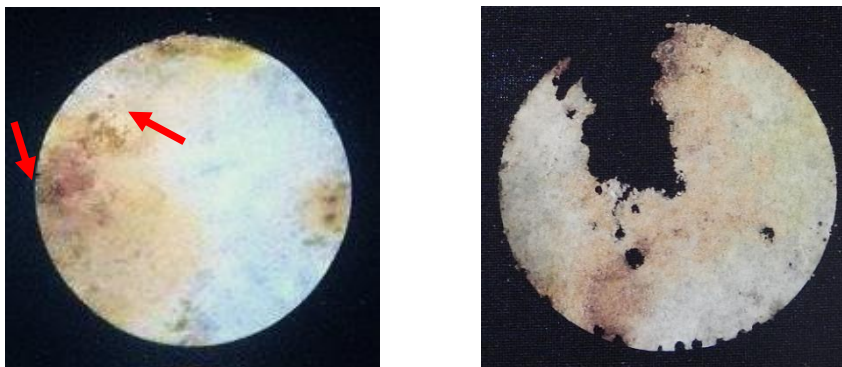


Figura 18. À esquerda, papel filtro tratado com óleo de andiroba na concentração de 70% (consumo de 1,1%), após exposição aos cupins. Notar que o consumo foi ínfimo (setas). À direita, papel filtro tratado com óleo de andiroba na concentração de 30% (consumo de 12%), após exposição aos cupins, para comparação do consumo.

Estes resultados de sobrevivência e consumo foram muito similares aos encontrados para o óleo de andiroba na concentração de 60%, mostrando que a pequena diferença na concentração não influencia a sobrevivência e consumo. Entretanto, os dados mostraram diferenças quando comparados aos obtidos em experimentos prévios com o óleo de andiroba na concentração de 30%, que resultaram em uma maior sobrevivência dos cupins no período de 28 dias, bem como um consumo maior de papel filtro tratado (12% de consumo).

4.4 Bioensaios de tunelamento em arena

Neste experimento foram utilizados os extratos de óleo essencial de andiroba nas concentrações de 1%, 5%, 50% e 100%.

Os resultados obtidos estão dispostos à seguir, na Tabela 4.

Tabela 4. Notas atribuídas ao tunelamento dos cupins em cada lado da placa (tratado e controle) para as concentrações de 1%, 5%, 50% e 100% de óleo de andiroba. As fotografias analisadas foram as com 24h do início do experimento.

1% - 24h	A	B	C	D	E	Total
Lado tratado	3	3	3	3	3	15
Lado controle	3	3	3	3	3	15

5% - 24h	A	B	C	D	E	Total
Lado tratado	3	3	3	3	3	15
Lado controle	3	3	3	3	3	15

50% - 24h	A	B	C	D	E	Total
Lado tratado	2	2	2	3	3	12
Lado controle	3	3	3	3	3	15

100% - 24h	A	B	C	D	E	Total
Lado tratado	2	2	2	2	2	10
Lado controle	3	3	3	3	3	15

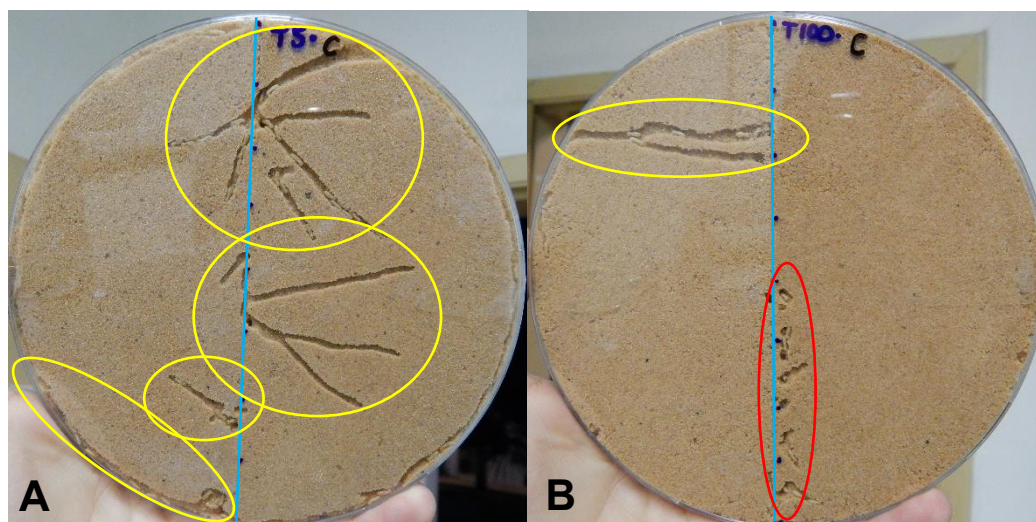


Figura 19. Tunelamento dos cupins, com areia tratada do lado direito da placa, e areia não tratada do lado esquerdo. A – Tratamento com extrato na concentração de 5%. B – Tratamento com extrato na concentração de 100%. Elipses amarelas indicam túneis longos e elipses vermelhas indicam túneis curtos.

Quando analisada a somatória das notas dadas à qualidade de tunelamento realizado pelos cupins de *C. gestroi* na areia tratada contendo óleo essencial de andiroba (nas concentrações de 1% e 5%), observa-se que foram realizados apenas túneis longos. A mesma nota foi atribuída aos grupos sem tratamento, mostrando que, nas concentrações mais baixas, o óleo essencial de andiroba não demonstrou efeito

de barreira de tunelamento. Entretanto o resultado muda quando observa-se o valor total das notas atribuídas nos bioensaios com óleo essencial de andiroba nas concentrações mais altas (de 50% e 100%). No teste em que a areia foi tratada com óleo na concentração de 50%, três das cinco repetições mostraram túneis curtos, como ilustrado na figura 19 B. Já no experimento utilizando óleo de andiroba na concentração de 100%, todos os cinco túneis feitos no lado tratado da placa estavam incompletos e curtos. Os resultados obtidos mostraram o potencial do óleo essencial de semente de andiroba como um produto barreira ao tunelamento de *Coptotermes gestroi*, mas apenas em concentrações altas, já que nas concentrações de 1% e 5% o óleo não impediu a construção dos túneis.

4.5 Bioensaios de barreira ao tunelamento

Os resultados de tunelamento obtidos para o óleo de andiroba na concentração de 50% estão dispostos na Figura 20.

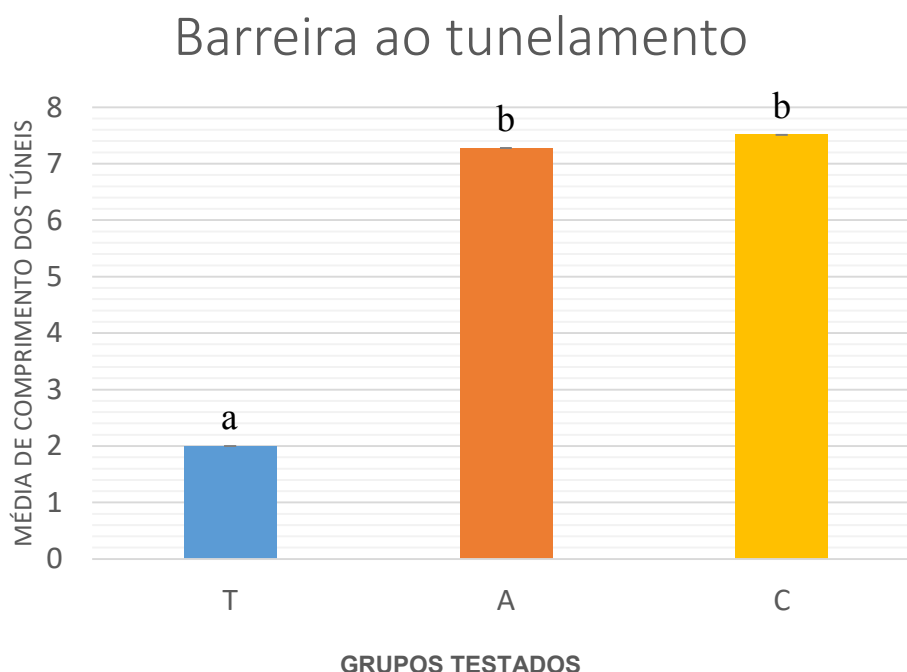


Figura 20. Média do comprimento de tunelamento dos túneis ($\pm$ DP) de operários de *C. gestroi* nos diferentes agrupamentos realizados. **T** = grupo com areia tratada com óleo de andiroba, **A** = grupo com areia com acetona e **C** = grupo com areia sem tratamento. Letras iguais não diferem estatisticamente entre si. ($P < 0,05$).

Estes resultados mostraram que houve diferença estatística quando comparados os resultados entre o grupo de areia tratada com óleo de andiroba (T) e o grupo com areia sem tratamento (C) ($P = 0,0001$; $H = 22,8288$; $gL = 2$). Não houve diferença estatística na sobrevivência entre o grupo que tunelou na areia tratada com acetona (A) e o grupo que tunelou na areia não tratada (C) ($P = 0,9191$; $H = 22,8288$; $gL = 2$). Assim, podemos constatar que houve grande redução na distância tunelada pelos cupins quando em contato com solo tratado com óleo essencial de andiroba na concentração de 50%, com uma média de tunelamento de 2 cm, em oposição aos 7,28 cm na areia tratada com acetona, e 7,51 cm na areia não tratada.

Quando expostos à areia tratada com óleo essencial de *C. x sinensis* ou *E. globulus*, os cupins da espécie estudada apresentaram mortalidade de 100% após 24 horas de teste, indicando um nível de toxicidade muito elevado nas concentrações de óleo utilizadas. Devido à alta mortalidade, não ocorreu tunelamento dos cupins na areia tratada com produto natural de laranja e de eucalipto.

Smith e Rust (1991) demonstraram que areia tratada com os compostos inseticidas cipermetrina e bifentrina impediram completamente o tunelamento de cupins da espécie *Reticulitermes hesperus*. De acordo com Chauhan e Raina (2006), a solução de óleo de vetiver mostrou uma diminuição na distância tunelada em 50% das repetições nas concentrações de 125 $\mu\text{g/g}$. Adicionalmente, produtos naturais como geraniol e eugenol, que são monoterpenos extraídos de óleos essenciais, foram repelentes à *C. formosanus*, conforme Cornelius et al. (1997).

5. Conclusões

O óleo de andiroba não foi repelente para os cupins da espécie *Coptotermes gestroi*. Apesar disso, este produto natural mostrou uma grande eficiência como deterrente, pois interferiu na alimentação dos papéis filtro tratados, levando o consumo deste alimento à apenas 1,1% na concentração mais alta testada (70% de óleo de andiroba). Além disso, os resultados dos testes de barreira ao tunelamento mostraram que o óleo essencial de semente de andiroba também interferiu na atividade de tunelamento dos cupins, reduzindo muito o comprimento dos túneis. Portanto, o óleo da semente de *Carapa guianensis* parece não ser apropriado para ser usado como inseticida ou repelente, mas pode ser indicado para tratamento de solo e futuros testes como preservativo de madeiras.

Os cupins da espécie *C. gestroi* não foram repelidos pelo óleo essencial de casca de laranja doce (*Citrus x sinensis*) em nenhuma das concentrações testadas. Entretanto, em concentrações altas, como as de 30% e 70% utilizadas nos bioensaios de repelência e toxicidade, e a de 50% utilizada no bioensaio de barreira ao tunelamento, os cupins morreram rapidamente, possivelmente pela ação de produtos voláteis contidos no óleo desta espécie de laranja. A realização de outros testes poderá evidenciar o potencial do mesmo como termiticida.

Como observado nos resultados obtidos com a laranja doce, o óleo essencial de eucalipto da espécie *Eucalyptus globulus* também foi extremamente tóxico nas concentrações acima de 30% de óleo, matando os cupins em pouco tempo de exposição, ou seja, menos de 15 minutos no bioensaio de repelência e toxicidade. Adicionalmente, os resultados obtidos no teste de repelência e toxicidade utilizando o óleo de eucalipto na concentração mais baixa, de apenas 10%, também foram positivos, mostrando um forte efeito repelente (90% dos cupins foram repelidos dos papéis filtro tratados). Assim, o óleo essencial de *E. globulus* mostra ter grande potencial como repelente, tanto como termiticida para *Coptotermes gestroi*.

6. Referências Bibliográficas

- ABDULLAH, F.; SUBRAMANIAN, P.; IBRAHIM, H.; MALEK, S. N. A.; LEE, G. S.; HONG, S. L. **Chemical composition, antifeedant, repellent, and toxicity activities of the rhizomes of galangal, *Alpinia galanga* against asian subterranean termites, *Coptotermes gestroi* and *Coptotermes curvignathus* (Isoptera: Rhinotermitidae).** Journal of Insect Science, v. 15, n. 7, 2015.
- ABREU, R. L. S. de; SILVA, K. E. S. **Natural resistance of ten Amazonian wood species to attack by *Nasutitermes macrocephalus* and *N. surinamensis* (Isoptera: Termitidae).** Revista Árvore. v.24, p.229-234, 2000.
- AMBROZIN, A. R. P.; LEITE, A. C.; BUENO, F. C.; VIEIRA, P. C.; FERNANDES, J. B.; BUENO, O. C.; SILVA, M. F. G. F.; PAGNOCCA, F. C.; HEBLING, M. J. A.; BACCI JR, M. **Limonoids from andiroba oil and *Cedrela fissilis* and their insecticidal activity.** Journal of the Brazilian Chemical Society, São Paulo - Brazil, v. 17, n.3, p. 542-547, 2006.
- ARAÚJO, R.L. Termites of the Neotropical Region. In: KRISHNA, K.; WEESNER, F.M. (Eds.). **Biology of termites**, v.2, Academic Press, NY and London, pp. 527-576, 1970.
- BATISH, D. R.; SINGH, H. P.; KOHLI, R. K.; KAUR, S. ***Eucalytus* essential oil as a natural pesticide.** Forest Ecology and Management, v. 256, issue 12, p.2166-2174, 2008.
- CONSTANTINO, R. **The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status.** Journal of Applied Entomology, Berlin, v. 126, n. 7-8, p. 355-365, 2002.
- COSTA-LEONARDO, A. M. **Cupins-praga: morfologia, biologia e controle.** 1a ed. Rio Claro: [s.n.], 2002. 128 p.
- ENGEL, M.S. **Family-group names for termites (Isoptera),** redux. Zookeys, v. 148, p. 171-184, 2011.
- ENGEL, M.S.; GRIMALDI, D.A.; KRISHNA, K. **Termites (Isoptera): their phylogeny, classification, and rise to ecological dominance.** American Museum Novitates, New York, n. 3650, p. 1-27, 2009.
- FERRAZ, I. D. K.; CAMARGO, J. L. C.; SAMPAIO, P. T. B. **Sementes e plântulas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera*, D.C): aspectos botânicos, ecológicos e tecnológicos.** Acta Amaz. v. 32, n. 4, p. 647-661, 2002.
- FERRAZ, I. D. K. **Informativo Técnico – Rede de sementes da Amazônia nº1.** Andiroba *Carapa guianensis* Aubl. INPA, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM, Brasil. 2p, 2003.
- FONTES, L. R.; MILANO, S. **Termites as na urban problem in South America.** Sociobiology, v. 40, n. 1, p. 103-151, 2002.
- GOTTLIEB, O. R.; SALATINO, A. **Função e evolução de óleos essenciais e de suas estruturas secretoras.** Ciência e Cultura, v. 38, n. 8, p. 707-716. 1987.
- GOUVÊA, C. F. **Estudo do desenvolvimento floral em espécies arbóreas da família Meliaceae.** Tese (doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 101p., 2005.

KRISHNA, K.; GRIMALDI, D.A.; KRISHNA, V.; ENGEL, M.S. **Treatise on the Isoptera of the world**. Bulletin of the American Museum of Natural History, n. 377, p. 2704, 2013.

LELIS, A. T. **A nest of *Coptotermes havilandi* (Isoptera, Rhinotermitidae) off ground level, found in the 20th story of a building in the city of São Paulo, Brazil**. Sociobiology, v. 26, n. 3, p. 241-245, 1995.

LIMA, J. T.; COSTA-LEONARDO, A. M. **Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Isoptera)**. Biota Neotropica, v. 7, n. 2, 2007.

NGOH, S. P.; CHOO, L. E.; PANG, F. Y.; HUANG, Y.; KINI, M. R.; HO, S. H. **Insecticidal and repellent properties of nine voltaic constituents of essential oils against the American cockroach, *Periplaneta Americana* (L.)**. Pestic Sci. v.54, p.261-268, 1998.

NI, J.; TOKUDA, G. **Lignocellulose-degrading enzymes from termites and their symbiotic microbiota**. Biotechnology Advances, v. 31, p. 838-850, 2013.

RAINA, A.; BLAND, J.; DOOLITTLE, M.; LAX, A.; BOOPATHY, R.; FOLKINS, M. **Effect of Orange Oil Extract on the Formosan Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae)**. Journal of Economic Entomology, v.100, n.3, p.880-885, 2007.

ROMAGNAMO, L. F. T.; NAHUZ, M. A. R. **Controle de cupins subterrâneos em ambientes construídos**. Técnica – A revista do engenheiro civil. São Paulo, v.114, p.1, 2006.

SILVA, O. S.; ROMÃO, P. R. T.; BLAZIUS, R. D.; PROHIRO, J. S. **The use of andiroba *Carapa guianensis* as larvicide against *Aedes albopictus***. Journal of the American Mosquito Control Association. v.20, p.456-457, 2004.

SOKAL, R. R.; ROHLF, J. F. **Biometry**. 3^a ed. Nova York: W. H. Freeman and Company, 1995. 887p.

TAVERNER, P. D.; GUNNING, R. V.; KOLESIK, P.; BAILEY, P. T.; INCEOGLU, A. B.; HAMMOCK, B.; ROUSH, R. T. **Evidence for direct neutral toxicity of a “light” oil on the peripheral nerves of Lightbrown Apple Moth**. Pesticide Biochemistry and Physiology, v.69, p.135-165, 2001.

TIEPPO, F. M. M.; TREVISAN, H.; CARVALHO, A. G. **Resistência da madeira de quatro essências utilizadas na arborização urbana a *Coptotermes gestroi* (Wasmann, 1896)**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba, v. 2, n. 1, 2007.

VIEGAS JUNIOR, C. **Terpenos com atividade inseticida: uma alternative para o controle químico de insetos**. Quím. Nova, v.26, n.3, p.390-400, 2003.

WILCKEN, C. F.; RAETANO, C. G. Controle de cupins em florestas. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L. R. (Ed.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. 1^a Ed. Piracicaba: FEALQ, p.141-154, 1995.

WILSON, E. O. **The insect societies**. Cambridge: Harvard University Press, 1971, p. 548.

XU, Q.; CHEN L. L.; RUAN X.; CHEN D.; ZHU A.; CHEN C.; BERTRAND D.; JIAO W. B.; HAO B. H.; LYON M. P.; CHEN J.; GAO S.; XING F.; LAN H.; CHANG J. W.; GE X.; LEI Y.; HU Q.; MIAO Y.; WANG L.; XIAO S.; BISWAS M. K.; ZENG W.; GUO F.; CAO H.; YANG X.; XU X. W.; CHENG Y. J.; XU J.; LIU J. H.; LUO O. J.;

TANG Z.; GUO W. W.; KUANG H.; ZHANG H. Y.; ROOSE M. L.; NAGARAJAN N.; DENG X. X.; RUAN Y. **The draft genome of sweet orange (*Citrus sinensis*)**. Nature Genetics, v.45, n.1, p.59-66, 2013.

YANG, Y. C.; CHOI, H. Y.; CHOI, W. S.; CLARK, J. M.; AHN, Y. J. **Ovicidal and Adulticidal Activity of *Eucalyptus globulus* Leaf Oil Terpenoids against *Pediculus humanus capitis* (Anoplura: Pediculidae)**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 52, n. 9, p.2507-2511, 2004.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**, Prentice Hall, 5^a ed., 870 p. 2010.

ZHU, B. C. R.; HENDERSON, G.; CHEN, F.; FEI, H.; LAINE, R. A. **Evaluation of Vetiver oil and seven insect-active essential oils against the Formosan subterranean termite**. Journal of Chemical Ecology. v.27, n.8, p.1617-1625, 2001.

Profª Drª Ana Maria Costa Leonardo

Murilo José Proni