TOXICIDADE DE PRODUTOS SINTETIZADOS A PARTIR DE EXTRATOS DE PLANTAS E DO BISTRIFLURON PARA O CUPIM SUBTERRÂNEO *Coptotermes gestroi* (WASMANN, 1896) (Isoptera; Rhinotermitidae).

JOÃO PAULO REATO NASCIMENTO

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Campus de Rio Claro, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Área de Concentração: Zoologia).

Rio Claro
Estado de São Paulo – Brasil
Outubro de 2009

JOÃO PAULO REATO NASCIMENTO

TOXICIDADE DE PRODUTOS SINTETIZADOS A PARTIR DE EXTRATOS DE PLANTAS E DO BISTRIFLURON PARA O CUPIM SUBTERRÂNEO *Coptotermes gestroi* (WASMANN, 1896) (Isoptera; Rhinotermitidae).

Orientador: Prof. Dr. Odair Correa Bueno

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Campus de Rio Claro, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Área de Concentração: Zoologia).

A todos que estiveram a minha volta, pelas horas boas e ruins, pela paciência, carinho, companheirismo, incentivo e auxílio durante todo esse tempo.

Aos meus pais, Claudia Elizabhet Reato Nascimento e Olivio Antonio Nascimento (*in memorian*) pela educação, amor e paciência durante esses muitos anos que me permitiram crescer e continuar crescendo a cada dia, a minha irmã e a todos aqueles que fizeram e ainda fazem parte desta.

Dedico este trabalho!

AGRADECIMENTOS

Ao Profº. Drº. Odair Correa Bueno pela orientação, confiança, incentivo e amizade durante todo esse período de convivência e aprendizado.

À minha família por toda educação, amor, carinho e paciência durante todo esse tempo.

À Flávia Corrêa pela paciência e carinho.

À profª Drª Ana Maria Costa Leonardo realmente por tudo.

Ao Profº. Drº. Marcos Aparecido Pizano pela paciência na leitura e correção dos meus relatórios.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação Para o Desenvolvimento da UNESP (FUNDUNESP).

À Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Rio Claro, ao Departamento de Biologia do Instituto de Biociências em especial ao Centro de Estudos de Insetos Sociais (C.E.I.S.) pelo acesso aos laboratórios e equipamentos.

À Necis Miranda de Lima e ao Profº. Drº. Osmar Malaspina, pelo auxilio, compreensão e amizade.

Aos amigos do C.E.I.S. Andrigo, Fabiana Bueno, Fabiana Casarin, Carlos, Eduardo Dinis, Eduardo Fox, Marcela, Ita, Aline, Sandra, Daniel, Tais, Cíntia, Tiago, André, ... pela amizade e divertidos momentos.

Ao profº. Drº. Antonio Carlos S. Pião, pelos ensinamentos estatísticos.

Aos parceiros de trabalho Célia, Romualdo, Ricardo, Ives, Fabio, Juliana, Érica, Bruno e Sérgio.

E a todos que direta ou indiretamente participaram e contribuíram para a realização desse trabalho, obrigado.

SUMÁRIO

Página

1. RESUMO.....01

2. ABSTRACT.....03

3. INTRODUÇÃO.....05

4. REVISÃO DE LITERATURA.....08

4.1. Ordem Isoptera.....08

4.2. *Coptotermes gestroi*.....10

4.2.1. A colônia.....11

4.2.2. Aspectos do ninho.....13

4.3. Perspectivas de manejo.....13

4.3.1. Medidas Preventivas.....14

4.3.1.1. Na pré-construção.....14

4.3.1.2. Na construção.....15

4.3.1.3. Monitoramento preventivo.....15

4.3.1.4. Barreira física.....15

4.3.1.5. Barreira química preventiva.....16

4.3.2. Medidas curativas.....17

4.3.2.1. Remoção dos ninhos.....17

4.3.2.2. Tratamento de estruturas de madeira no local da infestação.....17

4.3.2.3. Barreira química curativa.....17

4.3.2.4. Controle de *C. gestroi* em árvores urbanas infestadas.....18

4.3.2.5. Iscas.....19

4.4. Efeito de plantas, extratos de plantas e produtos sintetizados a partir de extratos de plantas sobre cupins.....20

4.5. Efeito de inibidores de síntese de quitina sobre cupins.....22

5. MATERIAL E MÉTODOS.....25

5.1. Coleta dos cupins.....25

5.2. Síntese de Éteres e Amidas e obtenção do bistrifluron.....25

5.3. Bioensaios.....30

5.3.1. Toxicidade.....30

5.3.2. Consumo.....30

5.4. Análises.....31

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....32

6.1. Morfolina (Amida 7).....32

6.2. Diisopropilamina (Amida 10).....37

6.3. Composto piperonílico 1.....41

6.4. Composto piperonílico 3.....46

6.5. Composto piperonílico 5.....51

6.6. Bistrifluron.....56

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....63

8. CONCLUSÕES.....66

9. REFERÊNCIAS.....67

1. RESUMO

O cupim subterrâneo *Coptotermes gestroi* (WASMANN, 1896) é uma das principais pragas responsável por danos econômicos em estruturas de madeira nas áreas urbanas do litoral e interior do sudeste brasileiro. A metodologia mais empregada no controle de cupins subterrâneos é a aplicação direta de inseticidas no solo, porém esse tipo de tratamento não é destinado à eliminação da colônia e sim a formar uma barreira química entre a fonte de alimento que está sendo consumida e a colônia dos cupins. Essa barreira química também não evita que alados infestem prédios na época da revoada, pois eles não terão contato com os inseticidas. Essas infestações podem continuar sendo subterrâneas em porões de edificações ou podem ser aéreas, onde os cupins nidificam em espaços entre os andares dos edifícios, pois estes locais oferecem o ambiente ideal para os cupins com água, abrigo e alimento. Uma estratégia alternativa que visa à eliminação da colônia dos cupins subterrâneos é a utilização da metodologia de isca. Nas iscas o ingrediente ativo é incorporado a substratos que contenham celulose, sendo assim, a quantidade de inseticida usado é mínima, pois ele não pode ser repelente e precisa ter ação lenta e as partes não consumidas das iscas podem ser removidas depois do tratamento. No presente estudo foram realizados bioensaios laboratoriais com *C. gestroi* para avaliar a toxicidade de cinco substâncias que foram sintetizadas tendo como modelo a molécula da sesamina, sendo duas amidas e três compostos piperonílicos. Adicionalmente, foi analisado um inibidor de síntese de quitina, representado pelo bistrifluron. Os resultados revelaram que para as duas amidas e composto piperonílico 1, apesar de serem tóxicos, seriam necessários novos bioensaios com concentrações acima de 10 000 ppm para verificar se ocorre o aumento da dose ingerida pelos cupins. Para os

compostos piperonílicos 3 e 5 os resultados revelam que a concentração ideal para ser usada na metodologia de isca é 10 000 ppm, porém novos bioensaios em campo são necessários para a confirmação dos resultados. O bistrifluron por sua vez se mostrou eficiente para o uso na metodologia de iscas, resultando em 100% de mortalidade nas concentrações 1 000 ppm, 5 000 ppm e 10 000 ppm no decorrer de 28 dias, embora tenha ocorrido uma diminuição na alimentação, isso não influenciou o efeito do inseticida, além de não apresentar efeito imediato.

Palavras-chaves: toxicidade, amidas, compostos piperonilicos, bistrifluron, cupim subterrâneo, *Coptotermes gestroi*, Isoptera.

2. ABSTRACT

The subterranean termite *Coptotermes gestroi* (WASMANN, 1896) is a major urban pest that attacks wooden structures throughout southeastern Brazil. The most widely employed method to control subterranean termites is the direct application of insecticides on soil, however this method does not eliminate the colonies, but creates a chemical barrier between termites and their food. Moreover, this chemical barrier does not preclude infestation of buildings by alate reproductives during the reproductive season as they don't come in contact with the insecticides. The infestation may remain underground at basements or in the spaces between the stories of the buildings, as these sites offer the ideal habitat for termites with water, protection and food. An alternative strategy eliminating subterranean termite's colonies is the use of baits. In baits the insecticide is embedded in cellulose substrates, thus minimizing, the amount of insecticide used, which can't be repellent and has to have slow mode of action, generating easily removable unconsumed wastes. In this study, we performed laboratory bioassays with *C. gestroi* to evaluate the toxicity of five substances that were synthesized with a model of the molecule of sesamine, being two amides and three piperonyl compounds. Additionally, was analyzed a chitin synthesis inhibitor, represented by bistrifluron. The results showed that the two amides and piperonyl compound 1, although toxic, would have to be tested at concentrations above 10 000 ppm to verify if there is an increase in the uptake of insecticide. Piperonyl compounds 3 and 5 shown to be effective at the concentration of 10 000 ppm, but new bioassays would be needed to confirm this results. Bistrifluron proved efficient to be used in baits, although causing a reduction in the intake of food by termites, but didn't influence the effect of the insecticide. It yielded 100% of

mortality at concentrations 1 000 ppm, 5 000 ppm and 10 000 ppm during 28 days, and didn't show knockdown effect.

Key words: toxicity, amides, piperonyl compounds, bistrifluron, subterranean termites, *Coptotermes gestroi*, Isoptera.

3. INTRODUÇÃO

O aumento da invasão humana nos habitats das espécies termíticas tem provocado impacto nas populações naturais, promovendo a extinção de espécies que ali habitavam ou a migração dessas espécies para locais distantes do homem. Entretanto, algumas espécies denominadas sinantrópicas se adaptaram ao ambiente urbano e tornaram-se importantes pragas urbanas (EDWARDS e MILL, 1986; MILANO, 1998; COSTA-LEONARDO et al., 2007). A construção de casas e edifícios e a destruição da flora natural faz com que as fontes alimentares disponíveis, ou seja, o arboreto urbano e madeiras utilizadas nas construções, sejam atacadas pelos cupins (ZORZENON, 2009).

Entre os Isoptera, a família Rhinotermitidae que contem os cupins subterrâneos, é uma das principais causadoras de danos nas áreas urbanas, com várias espécies ocorrendo em diferentes regiões zoogeográficas (CONSTANTINO, 2009). No Brasil, esta família também é responsável por grandes danos econômicos nas grandes cidades da região sudeste do Brasil, destacando São Paulo e Rio de Janeiro (COSTA-LEONARDO, 2002). Em 2005 o Instituto de Pesquisa Tecnológico avaliou o custo do controle de cupins subterrâneos nas edificações da cidade de São Paulo, considerando as etapas de visitas de empresas especializadas, orçamento, inspeção e tratamento químico, resultando no valor de aproximadamente R$ 8 milhões anuais (ROMAGNANO e NAHUZ, 2006).

Coptotermes gestroi é uma espécie exótica que causa graves danos no Brasil. As metodologias de controle são influenciadas por informações obtidas em outros paises, sendo que a espécie pode se comportar distintamente de acordo com o ambiente em que esta vivendo (MILANO, 1998).

A metodologia mais empregada no controle de cupins subterrâneos é a aplicação direta de inseticidas no solo, porém, esse tipo de tratamento não é destinado à eliminação da colônia e sim a formar uma barreira química entre a fonte de alimento que esta sendo consumida e a colônia dos cupins (SU e SCHEFFRAHN, 1988a). A barreira química também não evita que alados infestem prédios na época da revoada, pois eles não teriam contato com os inseticidas (CASARIN, 2007). Essas infestações podem continuar sendo subterrâneas em porões de edificações antigas ou podem ser aéreas, onde os cupins nidificam em espaços entre os andares dos edifícios, pois estes locais oferecem o ambiente ideal para os cupins, com água, abrigo e alimento.

Uma estratégia alternativa, que visa à eliminação da colônia dos cupins subterrâneos, é a utilização da metodologia de isca. Nesta, o ingrediente ativo é incorporado a substratos que contenham celulose, sendo mínima a quantidade de produto usado. Este não pode ser repelente e deve ter ação lenta e as partes não consumidas das iscas podem ser removidas depois do tratamento (COSTA-LEONARDO e THORNE, 1995; CASARIN, 2007).

Extratos vegetais têm sido avaliados para o controle de insetos praga. Trabalhos mostrando a atividade inseticida da sesamina, uma lignana furofurânica, presente em abundância no gergelim (*Sesamum indicum*), sobre a formiga cortadeira *Atta sexdens rubropilosa* e fungistática para seu fungo simbionte *Leucoagaricus gongylophorus* foram realizados por Pagnocca et al. (1996); Bueno et al. (2004); Morini et al. (2005). A atividade biológica da sesamina pode ser devido à presença do anel piperonílico (PAGNOCCA et al 1996). Victor et al. (2001) avaliaram a toxicidade de oito compostos sintetizados contendo anel piperonílico sobre a formiga cortadeira *A. sexdens rubropilosa* e evidenciaram que com o aumento do número de carbonos na cadeia linear acentua o efeito inseticida. Outros compostos do grupo das amidas que contem o anel piperonílico foram sintetizados a partir da piperina e foram testados em cinco espécies de insetos entre elas o cupim de montículo *Cornitermes cumulans* (PAULA et al., 2000).

Considerando que os ingredientes ativos mais utilizados no controle de cupins subterrâneos não são específicos e seu longo poder residual, juntamente com as metodologias utilizadas que não levam em consideração a biologia básica da espécie, é de extrema necessidade a análise de substâncias que possam atuar no controle de espécies que ocorram no Brasil, com menor poder residual e que considere as informações biologicas da espécie alvo. Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar por meio de bioensaios em laboratório, a eficácia de substâncias incorporadas em iscas celulósicas, para o controle do cupim subterrâneo *C. gestroi*. Para tal, foram utilizadas substâncias sintetizadas a partir da molécula

da sesamina, sendo duas amidas e três compostos piperonílicos. Adicionalmente foi analisado um inibidor de síntese de quitina, representado pelo bistrifluron.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Ordem Isoptera

Todos os Isoptera conhecidos são eussociais e diferem dos outros insetos sociais por apresentarem vários tipos morfológicos ou castas que apresentam divisão de trabalho e funções biológicas diferentes, são de ambos os sexos, diplóides e desenvolvimento hemimetábolo, onde os jovens também participam do trabalho colonial (LELIS et al., 2001;COSTA-LEONARDO, 2002; GALLO et al., 2002).

A maioria das espécies de cupim não causa prejuízo ao homem, porque são importantes invertebrados dominantes nos ambientes terrestres tropicais, desde florestas úmidas até mesmo regiões áridas, degradando madeira, ciclando os nutrientes e participando da manutenção e recuperação do solo (LEE e WOOD, 1971; FONTES, 1998).

Até o momento foram descritas 2 866 espécies, ocorrendo aproximadamente 550 espécies na região neotropical, divididas entre Termitidae (381 spp), Kalotermitidae (130 spp), Rhinotermitidae (29 spp), Serritermitidae (3 spp) e Termopsidae (1 spp). Os cupins-praga são representados por aproximadamente 80 espécies no mundo das quais cerca de 30 espécies no Brasil, sendo 12 espécies agrícolas e 21 espécies urbanas (CONSTANTINO, 2009).

Nos ecossistemas naturais, os cupins ocupam a posição de consumidores primários, pois atuam na trituração, decomposição, humificação e mineralização de uma grande variedade de material orgânico de origem celulósica. Exercem um papel fundamental no funcionamento de vários ecossistemas atuando na ciclagem de nutrientes e disseminação de bactérias e fungos, além de servir de alimento para uma grande variedade de animais, tais como formigas, aranhas, pássaros e mamíferos, contribuindo para a formação da base da cadeia alimentar (FONTES, 1998; COSTA-LEONARDO, 2002; UNEP/FAO/GLOBAL, 2008).

Em um ninho podem ser encontrados reprodutores, operários, soldados, ninfas, ovos e indivíduos jovens denominados de “larvas”. Essas larvas quando eclodem são muito semelhantes aos adultos e correspondem aos primeiros ínstares, as ninfas são indivíduos imaturos com brotos alares que originarão os alados (THORNE, 1996).

Geralmente os operários constituem a casta mais numerosa da colônia, são estéreis e não possuem asas. Realizam as atividades de forrageamento, construção e reparo do ninho, alimentação das castas dependentes (jovens, soldados e reprodutores), cuidado com ovos e cria e atuam na defesa da colônia. Os soldados são morfologicamente diferentes dos operários, apresentando diferentes adaptações, como o desenvolvimento maior da cabeça e mandíbulas poderosas para atuar na defesa da colônia. Podem apresentar glândulas especiais que produzem substâncias usadas como defesa química, podendo haver combinação entre defesa química e mecânica. Os soldados desempenham a função de defesa da colônia e são alimentados pelos operários, devido a sua grande especialização (COSTA-LEONARDO, 2002; GALLO, 2002; ZORZENON e POTENZA, 2006).

Na colônia, geralmente existe um único casal real, que possuem olhos compostos perfeitamente desenvolvidos, são bem pigmentados e esclerotizados e incapazes de sofrer novas mudas. Permanecem sempre junto e a fecundação ocorre de tempos em tempos, em algumas espécies o abdome da rainha fica extremamente grande devido ao crescimento do aparelho reprodutor recebendo a denominação de rainha fisogástrica (BARSOTTI, 2001; COSTA-LEONARDO, 2002; GALLO, 2002; ZORZENON e POTENZA, 2006).

Na sua grande maioria são cegos e vivem no escuro se comunicando pelo tato, paladar e olfato dentro e fora do ninho, também denominados de termiteiros ou cupinzeiros que podem variar quanto à forma, localização, tamanho, coloração, estrutura e material de construção. Podem possuir câmara real, câmaras de cria, câmaras de armazenamento de alimento e galerias de forrageamento e podem ser classificados como: 1. Ninhos construídos dentro da madeira, 2. Ninhos subterrâneos ou hipógeos, 3. Ninhos epígeos, e 4. Ninhos

arborícolas (LELIS et al., 2001; COSTA-LEONARDO, 2002; ZORZENON e POTENZA, 2006; ZORZENON e JUSTI JUNIOR, 2006).

As novas colônias podem se formar por revoada, somente colônias maduras produzem alados, que é o método mais comum e ocorre na primavera, quase sempre depois da ocorrência de chuva e perto da hora do crepúsculo, onde uma grande quantidade de siriris ou aleluias sai dos ninhos para a reprodução. E também por brotamento, que é conseqüência de uma expansão espacial da população (COSTA-LEONARDO, 2002).

4.2. *Coptotermes gestroi*

O gênero *Coptotermes* pertencente à família Rhinotermitidae que são os cupins subterrâneos e engloba o maior número de espécies-praga, possui 76 espécies descritas, distribuídas nas regiões, Neartica, Neotropical e Oriental (CONSTANTINO, 2009).

Coptotermes gestroi, cuja sinonímia júnior é *Coptotermes havilandi* (KIRTON e BROWN, 2003), é uma espécie introduzida no Brasil, sendo nativa do sudeste da Ásia e Indonésia (CONSTANTINO, 1998; MILANO e FONTES, 2002; COSTA-LEONARDO, 2002) atualmente encontrada em Antiqua e Barbuda, Brasil, Ilhas Cayman, Cuba, Indonésia, Jamaica, México, Monserrate, Porto Rico, Taiwan, Ilhas Turke, Ilhas Caicos, Estados Unidos e Ilhas Virgens (CONSTANTINO, 2009). No Brasil, é encontrado nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Epírito Santo, Minas Gerais (COSTA-LEONARDO, 2002), Pernambuco, Ceará, Bahia, Para e Paraná (FERRAZ, 2000) e Santa Catarina (COSTA-LEONARDO, 2002).

Além do litoral do Estado de São Paulo, na região sudeste esse cupim infesta cidades como Campinas, Piracicaba, Limeira, Araraquara, Rio Claro, Taubaté, Jacareí, Porto Ferreira, Ribeirão Preto, sendo que no Brasil, nunca foi encontrado na região rural (FERRAZ, 2000; MILANO e FONTES, 2002; COSTA-LEONARDO, 2002) ao contrário do que acontece na região donde é nativo que além de praga de madeira, também é praga de algumas agriculturas (COSTA-LEONARDO, 2002).

Estudos anteriores apontam que esse cupim tenha chegado às cidades costeiras da região sudeste via navio, sendo que, os primeiros registros estão no Rio de Janeiro em 1923 e em Santos em 1934 (ARAUJO, 1958), contudo sua introdução deve ter ocorrido alguns anos antes, uma vez que a quantidade de alados era imensa (MILANO e FONTES, 2002). Na cidade de Rio Claro a espécie já esta estabelecida há mais de trinta anos, pois já causava

prejuízos na região central por volta de 1970 (COSTA-LEONARDO, 2002) podendo ter chegado via trem e ter se estabelecido com sucesso, pois a cidade de Rio Claro foi a primeira cidade do Estado de São Paulo a possuir energia elétrica e conseqüente iluminação, facilitando a dispersão dos alados reprodutores.

O alimento dos cupins é constituído por materiais de origem celulósica, porém danificam uma ampla variedade de estruturas, tais como madeiramento de sustentação, papel, papelão, cabos elétricos e telefônicos, plástico, reboco, couro, tecidos, isopor, metal, borracha, betume, gesso, interruptores, tomadas, caixas de energias e árvores vivas (FONTES, 1995; COSTA-LEONARDO, 2002). Contudo, os materiais não celulósicos, como plástico, metal e outros, não são utilizados para a alimentação e são atacados quando os cupins estão procurando uma fonte alimentar (FONTES, 1995; COSTA-LEONARDO, 2002; COSTA-LEONARDO et al., 2007).

Várias árvores urbanas são infestadas por esses cupins, entre elas, *Caesalpinia peltoforoides* (sibipiruna), *Tipuana tipu* (tipuana), *Tibouchina* spp (quaresmeiras), *Delonix regia* (flamboyant), *Morus* spp (amoreiras), *Roystonea* spp (palmeiras), *Pinus* spp (pinheiros), *Clitoria fairchildiana* (sombreiro), *Jacaranda mimosifolia* (jacarandá-mimoso), *Caesalpinia ferrea* (pau-ferro), *Chorisia speciosa* (paineira), *Schizolobium parahyba* (guapuruvu), *Tabebuia* spp (ipês), *Populus deltoides* (álamo), *Persea* spp (abacateiros), *Ficus carica* (figueira), *Eucalyptus* spp (eucaliptos), *Ficus elastica* (falsa seringueira), *Acacia* spp (acácia), *Cassia occidentalis* (cássia), *Ligustrum lucidum* (alfeneiro), *Popolus* spp (choupos), *Bauinia* spp (pata-de-vaca), *Spathodea campanulata* (espatodea), *Bombax nervosum* (mamorana-da-terra-firme), *Anadenanthera colubrina* (angico-branco) e até arbustos ornamentais em jardineiras de edifícios. Essa espécie de cupim ataca somente o cerne desses vegetais e por isso, as árvores parecem saudáveis, contudo, tombam após tempestades e podem provocar acidentes (COSTA-LEONARDO, 2002; COSTA-LEONARDO et al., 2007). Somente na cidade de São Paulo, as perdas com tratamentos, reparos e substituições de peças atacadas variam de US$ 10 a 20 milhões anuais (MILANO e FONTES, 2002).

4.2.1. A colônia

Assim como a maioria das abelhas e formigas (Hymenoptera), as atividades na sociedade dos cupins são divididas entre as castas, cada uma com sua especialidade. Existem basicamente três castas, reprodutores, operários e soldados (WILSON, 1971).

Os reprodutores alados (imagos) são conhecidos popularmente como “siriris ou aleluias” e geralmente aparecem em colônias com mais de seis anos de idade e podem ser machos e/ou fêmeas (COSTA-LEONARDO, 2002; GALLO, 2002; ZORZENON e POTENZA, 2006), possuem um par de asas membranosas, úteis apenas ao vôo de dispersão, as quais são eliminadas logo após a revoada, o corpo bastante pigmentado e possuem olhos compostos (COSTA-LEONARDO e CAMARGO-DIETRICH, 1999). O casal real inicia a nova colônia com a construção de uma câmara, na qual serão depositados os primeiros ovos e se desenvolverão a primeiras crias, somente com a ajuda dos reprodutores, todo esse processo é influenciado por fatores ambientais tais como temperatura e umidade (COSTA-LEONARDO et al., 2007).

Os operários constituem a maior população, são de cor creme e realizam as tarefas rotineiras, tais como: obtenção de alimento, limpeza e reparação do ninho, eliminação de indivíduos mortos, alimentação dos outros indivíduos e cuidados com a prole, podendo viver de três a cinco anos (COSTA-LEONARDO, 2008). Essa casta compõe um elo importante no complexo fenômeno da regulação social, por meio da trofalaxia, os operários podem regurgitar o alimento estomodeal, oferecer secreção salivar ou fluido fecal (alimento proctodeal). Essas substâncias possuem valor nutritivo e transportam feromônios reguladores do desenvolvimento da colônia, e protozoários simbiontes que digerem a celulose (FONTES e ARAUJO, 1999; COSTA-LEONARDO, 2002).

Os soldados possuem a cabeça amarelo-alaranjada, mandíbulas de pontas finas e recurvadas e são bastante agressivos. Esses indivíduos atuam na defesa da colônia e são facilmente reconhecidos, uma vez que eliminam por um orifício na cabeça denominado fontanela, uma secreção leitosa provinda da glândula frontal, podendo viver de três a cinco anos (FERRAZ, 2000; COSTA-LEONARDO, 2008).

Também podem ser encontrados reprodutores neotênicos, que são indivíduos que substituem os reprodutores primários após sua morte e podem aparecer mesmo na presença do casal real primário. A rainha neotênica funcional também desenvolve fisograstria, porém coloca um número menor de ovos em comparação com a rainha primária (COSTA-LEONARDO, 2008).

4.2.2. Aspectos do ninho

Uma grande complicação para o controle de *C. gestroi* é que esse cupim constrói ninhos policálicos. Do ninho principal, onde fica o casal real, partem túneis que estão conectados a ninhos satélites ou subsidiários, onde se podem encontrar reprodutores neotênicos. Normalmente encontram-se os ninhos satélites, mas é muito raro encontrar o ninho central, fato que dificulta a eliminação da infestação, pois geralmente faz-se a erradicação dos ninhos satélites e não do ninho central, o que pode ocasionar uma rápida reinfestação. Os ninhos são do tipo cartonado, porque apresentam aspecto de papelão devido à riqueza em lignina. Além disso esses ninhos podem ser subterrâneos ou aéreos, podem ser encontrados nos espaços entre os andares de um edifício, poços de ventilação, caixas de eletricidade, árvores vivas e/ou raízes e em espaços subterrâneos nos edifícios onde são deixados os restos da construção, como madeiras e sacos de cimento e cal. Podem ultrapassar um metro de comprimento, mas quase sempre se adaptam ao espaço disponível no ambiente (CANCELLO e PONTE, 1991; FONTES, 1998; BARSOTTI, 2001; COSTA-LEONARDO, 2002; ZORZENON, 2004; ZORZENON e POTENZA, 2006; ZORZENON e JUSTI JUNIOR, 2006; COSTA-LEONARDO, 2008).

4.3. Perspectivas de manejo

Atualmente, vários inseticidas têm sido utilizados pelas empresas de controle de pragas (Tabela 1), desses alguns são considerados repelentes como os piretróides, e outros não repelentes como os neonicotinóides e fenilpirazol (COSTA-LEONARDO et al., 2007).

Tabela 1. Principais compostos utilizados para controle de cupins subterrâneos em áreas urbanas.

NOME COMERCIAL	INGREDIENTE ATIVO	CLASSE*	GRUPO QUÍMICO	APLICAÇÃO
Termidor 25 CE	Fipronil	II	Fenilpirazol	Barreira Química
Premise SC 200	Imidacloprido	III	Neonicotinóide	Barreira Química
Optigard LT	Tiametoxam	III	Neonicotinóide	Barreira Química
Biflex SC	Bifentrina	II	Piretróide	Barreira Química
Sentricon	Hexaflumuron	IV	Benzoil uréia	Isca

Classe* toxicológica: **I** – altamente tóxico; **II** – Mediamente tóxico; **III** – Pouco Tóxico; **IV** – Praticamente não-tóxico. **SC** = Suspensão Concentrada; **CE** = Concentrado Emulsionável (COSTA-LEONARDO et al., 2007).

4.3.1. Medidas preventivas

4.3.1.1 Na pré-construção

Existem diversos procedimentos que podem ser adotados para evitar a infestação de edificações por cupins subterrâneos. Inicialmente, é necessário remover qualquer tipo de restos de material celulósico do terreno, como sacos de papel ou papelão, troncos, raízes enterradas e não utilizar material celulósico para complementar à construção de alvenaria, concreto ou solo (SU e SCHEFFRAHN, 1998; COSTA-LEONARDO et al., 2007). O projeto arquitetônico deve prever uma boa ventilação de toda edificação, a fim de evitar que se formem pontos de umidade por acúmulo de água, o que favorece a infestação desses cupins. O cuidado com a limpeza geral da obra também é de suma importância, pois elimina os materiais celulósicos (embalagens de cimento e cal e até madeiras utilizadas provisoriamente na construção), descartando esses materiais corretamente (COSTA-LEONARDO et al., 2007).

4.3.1.2. Na construção

Utilização de madeira tratada com inseticidas de longa ação residual, que são dissolvidos em um solvente apropriado (querosene, aguarrás, álcool ou isoparafina). O produto pode ser aplicado por pincelamento, injeção, pulverização ou imersão (COSTA-LEONARDO, 2002; COSTA-LEONARDO et al., 2007).

4.3.1.3. Monitoramento preventivo

Em locais com histórico de ocorrência de cupins subterrâneos, sistemas de monitoramento podem ser instalados de forma preventiva, usando-se materiais celulósicos como estacas de madeira e papelão corrugado, que devem ser enterrados ao redor da edificação e inspecionados, de tempos em tempos. Somente após a confirmação da infestação um especialista poderá traçar um plano de manejo adequado para a espécie alvo (COSTA-LEONARDO et al., 2007).

4.3.1.4. Barreira física

Essa metodologia impede que os cupins tenham acesso as edificações por meio da utilização de materiais impenetráveis (EWART, 2001). Essa barreira deve ser colocada na fase inicial da construção e pode ser constituída por areia, vidro moído, basalto e telas metálicas. Essas telas são desenvolvidas em aço inoxidável e apresenta uma malha tão pequena que impede a passagem dos cupins. Na Austrália existe uma combinação de barreira física e química na qual lâminas de um material sintético são impregnadas com inseticida (LENZ et al., 1998; COSTA-LEONARDO, 2002; COSTA-LEONARDO et al., 2007). Esse material sintético com inseticida funciona como repelente, além disso o inseticida também tem ação letal, caso alguns cupins adquiram resistência a esse efeito repelente do inseticida. Contudo, a barreira física não impede que ocorra infestação, pois os cupins podem chegar as edificações pela superfície do solo ou via aérea durante a revoada (COSTA-LEONARDO et al., 2007).

No Brasil, o sucesso da barreira física vai depender de sua adoção pelos profissionais da construção e da disposição dos usuários em pagarem por um custo extra (COSTA-LEONARDO, 2002).

4.3.1.5. Barreira química preventiva

Em locais com alto risco de infestação, como por exemplo, terrenos próximos a edificações contaminadas ou em bairros com alto índice de ocorrência de cupins subterrâneos, a barreira química pode ser preventiva. Nessa metodologia constrói-se uma trincheira no solo ao redor da edificação junto às paredes do lado externo, que será recoberta com solo logo após a aplicação da calda inseticida (MILANO, 1998; COSTA-LEONARDO et al., 2007). Esse tipo de barreira só é pertinente quando existe a certeza que o lençol freático ou outro curso de água não será contaminado (COSTA-LEONARDO, 2002).

Algumas empresas oferecem um sistema alternativo para a aplicação dessa barreira, onde o procedimento é realizado antes da construção do contrapiso, pois são instaladas tubulações com perfurações, que são conectadas aos pontos de injeção embutidos na parede. Essas tubulações são dimensionadas e perfuradas de acordo com a quantidade de calda inseticida necessária para encharcar o solo ao seu redor. Após o período de ação residual do inseticida utilizado, pode ser realizada uma nova aplicação nos pontos de injeção sem o inconveniente de uma pequena obra (COSTA-LEONARDO et al., 2007).

Contudo, a barreira química preventiva não impede que ocorra infestação, pois os cupins podem chegar às edificações via aérea durante a revoada e a barreira química só é pertinente quando existe certeza que o lençol freático ou outro curso de água não será contaminado, o que tem sido motivo de grande preocupação pública (COSTA-LEONARDO, 2002; COSTA-LEONARDO et al., 2007).

4.3.2. Medidas curativas

4.3.2.1. Remoção dos ninhos

Somente no caso de infestação por *C. gestroi* existirão ninhos individualizados que poderão ser localizados durante a inspeção da área. Essa inspeção deve ser realizada tendo em mãos a planta arquitetônica da edificação para verificar os pontos mais propícios à infestação, locais com baixa luminosidade e alta umidade, ou seja, vãos estruturais, espaços entre os andares, paredes duplas, lajes duplas, lajes rebaixadas, porões, espaços sob escadas, colunas hidráulicas e de fiação. Quando encontrados, os ninhos devem ser removidos, para pelo menos, eliminar grande parte dos cupins presentes no local (COSTA-LEONARDO et al., 2007).

4.3.2.2. Tratamento de estruturas de madeira no local da infestação

Estruturas de madeira, como móveis e armários embutidos nos cômodos infestados podem ser tratados com inseticida de longa ação residual, que devem ser dissolvidos em um solvente derivado do petróleo, como querosene ou isoparafina. Os inseticidas podem ser aplicados por pincelamento ou pulverização (LELIS et al., 2001; COSTA-LEONARDO et al., 2007).

Essa calda inseticida deve ter ação repelente, evitando qualquer tipo de contato dos cupins com a estrutura e a toxicidade do inseticida para mamíferos deve ser mínima sendo de classe toxicológica III ou IV evitando intoxicação dos seres humanos ou dos animais domésticos.

4.3.2.3. Barreira química curativa

Essa metodologia tem sido a mais utilizada em áreas urbanas do sudeste do Brasil, onde existem grandes infestações de *C. gestroi*. O especialista deve fazer uma inspeção detalhada para determinar os focos da infestação, pois o sucesso da barreira está intimamente ligado a essa inspeção (COSTA-LEONARDO et al., 2007). Uma barreira química consiste na

perfuração do piso ao longo do perímetro das paredes e estruturas até atingir o solo, onde será injetada uma calda inseticida (MILANO, 1998; COSTA-LEONARDO, 2002; CASARIN, 2007; COSTA-LEONARDO et al., 2007). Os locais que apresentam paredes duplas ou blocos ocos também deverão ser perfurados para a injeção da calda, contudo durante essa operação, o especialista deve consultar a planta arquitetônica a fim de evitar acidentes com encanamentos e fiação elétrica, logo após esse procedimento as perfurações deverão ser vedadas (COSTA-LEONARDO et al., 2007). Apesar dessas barreiras possuírem uma duração limitada Su & Scheffrahn (1998) afirmam que esses cupinicidas desempenham um papel importante nos tratamentos curativos, pois além do efeito residual controlam imediatamente a infestação (COSTA-LEONARDO, 2002; CASARIN, 2007). Contudo Costa-Leonardo et al. (2007) apontam algumas desvantagens, pois a colônia nunca é eliminada; apesar de o inseticida ter um efeito residual, ele não é permanente e após um tempo será degradado, o que pode reativar a infestação; a barreira química não previne infestações aéreas e se a barreira química não for corretamente aplicada, pode haver risco de contaminação ambiental (MILANO, 1998).

4.3.2.4. Controle de *C. gestroi* em arvores urbanas infestadas

Árvores, localizadas próximas a uma infestação de *C. gestroi* devem ser cuidadosamente inspecionadas, pois além de alimento os cupins também podem utilizá-las como abrigo ou até para a construção de um ninho satélite, podendo ser encontradas nessas árvores uma grande quantidade de indivíduos e até reprodutores, tornando-as focos importantes para reinfestações nas edificações (CANCELLO e PONTE, 1991; FONTES, 1998; BARSOTTI, 2001; COSTA-LEONARDO, 2002; ZORZENON, 2004; ZORZENON e POTENZA, 2006; ZORZENON e JUSTI JUNIOR, 2006; COSTA-LEONARDO, 2008).

A inspeção pode ser dificultada pela ausência de sinais externos da infestação. Caso comprovada a infestação pode ser realizado um tratamento curativo, perfurando o tronco da arvore com uma broca de aço, até atingir o cerne, o que evidenciará resíduos e até cupins em atividade. Após esse procedimento uma calda inseticida será despejada em abundancia nas partes danificadas e nos orifícios que devem ser vedados com uma espuma poliuretânica a fim de evitar a contaminação por fungos e bactérias (ZORZENON, 2004; COSTA-LEONARDO et al., 2007).

4.3.2.5. Iscas

Antes das barreiras químicas tornarem-se uma pratica largamente utilizada para o manejo de cupins subterrâneos, na década de 50, alguns pesquisadores observaram que o uso de produtos de ação lenta reduziam a população de cupins (JUSTI JUNIOR et al., 2002). Randall & Doody (1934) apud Justi Junior et al. (2002) utilizaram o pó de arsênico aplicado por polvilhamento, diretamente nos túneis de forrageamento dentro das estruturas infestadas, contaminando os cupins forrageiros e sendo então largamente distribuído entre a população da colônia por trofalaxia. Snyder (1935) apud Casarin (2007) recomendou que nas edificações o madeiramento de base fosse substituído por concreto e indicou o uso de creosoto misturado com querosene para a proteção do madeiramento que não pudesse ser substituído como uma forma de tratamento preventivo.

Esenther & Gray (1968) apud Casarin (2007) em testes de campo utilizaram iscas celulósicas impregnadas com dodecacloro para controlar uma colônia de *Reticulitermes flavipes* (Kollar), logo após o tratamento essas iscas foram substituídas por estacas sem ingrediente ativo e foi observado que, o consumo havia declinado, concluindo que o número de cupins forrageiros também havia sido reduzido, provavelmente pela ação desse ingrediente ativo que no caso não apresentou repelência nem toxicidade imediata. Porém o dodecacloro pertence ao grupo dos organoclorados que foram banidos dos Estados Unidos da América em 1972 pela Agencia de Proteção Ambiental (WATERS et al., 1977; MYLES, 1996; CASARIN, 2007), no Brasil a proibição foi estabelecida em 1985 (MILANO e FONTES, 2002). Com essas proibições, surgiu a necessidade de se testarem novas substâncias e novas tecnologias a serem utilizadas no controle de cupins subterrâneos. Desde então, novos compostos têm sido testados, dentre eles inibidores metabólicos e reguladores de crescimento de insetos (SU e SCHEFFRAHN, 2000; COSTA-LEONARDO, 2002), controle biológico e plantas resistentes ao ataque de cupins são medidas, que devem ser estudadas visando o controle dessas pragas (ALMEIDA et al., 1989, LOGAN et al., 1990). Nas iscas, o ingrediente ativo é incorporado a substratos que contenham celulose, não podendo ser repelente nem ter toxicidade imediata, pois os indivíduos forrageiros se alimentam dessas e devem viver o suficiente para transportar o ingrediente ativo e distribuí-lo por meio da trofalaxia ou “grooming”, visando o enfraquecimento ou a eliminação da colônia (COSTA-LEONARDO, 1996; COSTA-LEONARDO, 2002; CASARIN, 2007; COSTA-LEONARDO et al., 2007). Após o controle, é recomendável um monitoramento com material celulósico,

que é colocado nos pontos onde havia iscas, para a confirmação da eliminação da colônia (MILANO, 1998; COSTA-LEONARDO et al., 2007).

Um aspecto bastante relevante nessa metodologia é a pequena quantidade de ingrediente ativo usado, quando comparada com os tratamentos convencionais, desta forma essa metodologia colabora na preservação do meio ambiente, uma vez que as porções não consumidas da isca podem ser removidas depois do tratamento (COSTA-LEONARDO e THORNE, 1995; CASARIN, 2007; COSTA-LEONARDO et al., 2007).

4.4. Efeito de plantas, extratos de plantas e produtos sintetizados a partir de extratos de plantas sobre cupins

Muitas dessas plantas, produtos naturais extraídos de vegetais ou produtos sintetizados a partir de extratos de plantas possuem atividade anti-alimentares em cupins. Existem vários extratos de tecidos vegetais, conhecidos como repelentes ou tóxicos para cupins. Seria importante a produção de inseticidas vegetais a partir de derivados de plantas, disponíveis no local ou de plantas que são facilmente cultiváveis, de preferência, em terras de baixa qualidade, para não concorrerem com culturas alimentícias e as plantas não podem tornar-se ervas daninhas ou hospedeiras de pragas de outras culturas (LOGAN et al., 1990).

A natureza tem produzido uma grande variedade de plantas que interferem na sobrevivência de cupins com estratégias químicas defensivas incluindo inseticidas e componentes anti-alimentação (DUKE et al., 2003).

No Brasil, algumas plantas têm mostrado ação inseticida e crescem facilmente em áreas de baixo valor e em terrenos degradados, como por exemplo, mamão (*Carica papaya* L.) e mamona (*Ricinus communis* L.) (MARTIUS, 1998).

Os inseticidas obtidos a partir de plantas são considerados menos nocivos para os homens, animais domésticos, insetos benéficos e para o ambiente do que os inseticidas sintéticos comerciais (STOLL, 1986).

Logan et al. (1990) contestam sobre o uso destes inseticidas naturais, pois não são submetidos aos rigorosos testes a que são submetidos os inseticidas sintéticos comerciais, porém afirmam que as pesquisas existentes no uso de extratos de plantas para o controle de cupins apontam o grande potencial de um método barato de controle local.

Simmonds et al. (1992) apud Castiglione-Rosales (2001) relatam que os inseticidas derivados de vegetais não devem ser sempre considerados como fonte segura de controle,

porém, em oposição aos inseticidas mais comercializados eles normalmente são biodegradáveis e conseqüentemente mais seguros para o ambiente. Esses autores destacam que a maioria das substâncias químicas dos vegetais com ação inseticida são aleloquímicos, ou seja, metabólitos secundários e que as técnicas de extração, isolamento e identificação em laboratório tem revelado um grande número de novos compostos e quando esses compostos são sintetizados quimicamente podem tornar-se de mais fácil aquisição aumentando o custo beneficio e mais potentes.

No sudoeste da Nigéria, Umeh e Ivbijaro (1999), observaram a diminuição do ataque por parte de duas espécies de cupins da família Termitidae a plantas de milho em fazendas experimentais, quando o solo recebia um tratamento de extratos aquosos de sementes de *Azadirachta indica* e *Piper guineense*.

Nwilene et al. (2008) realizaram estudos no sudoeste da Nigéria, para avaliar a eficiência das práticas mais tradicionais contra o ataque de cupins a nove variedades de arroz-de-sequeiro. As praticas escolhidas foram, estrume de gado, óleo da palmeira vermelha *Elaeis guineensis* misturado com partes de mamoeiro (*C. papaya*) trituradas, óleo de sementes de nim (*Azadirachta indica*), partes da planta de nim trituradas e as sobras da fabricação da farinha de mandioca triturada e impregnada com furadan, cujo ingrediente ativo é o carbofuran. Os autores observaram que em 2005 os tratamentos mais eficientes contra o ataque dos cupins foram respectivamente o óleo das sementes de nim, as partes da planta de nim trituradas como cobertura para o solo e estrume de gado também como cobertura para o solo. Em 2006 o tratamento mais eficiente foi a sobra da fabricação da farinha de mandioca triturada e impregnada com furadan, porém não apresentando diferença estatística com o óleo das sementes de nim, sendo que três gêneros foram encontrados atacando as fazendas de arroz, *Microtermes*, *Ancistrotermes* e *Odontotermes*. Esses autores concluíram que essas metodologias de controle utilizando substâncias de origem botânica, como o óleo das sementes de nim, podem promover um controle eficiente na agricultura de subsistência substituindo os pesticidas sintéticos que são caros e tem uma alta persistência no solo.

Castiglione-Rosales (2001) verificou que dentre os extratos e derivados de Meliáceas testados sobre *Heterotermes tenuis*, somente o produto comercial Nimkol-F®, que é sintetizado a partir das folhas de nim apresentou toxicidade, apresentando níveis de mortalidade próximos a 100%, no decorrer de sete dias, para uma concentração de 1% de ingrediente ativo. Salientou que a não constatação de ação tóxica dos outros extratos testados sobre o cupim é dependente da origem, da concentração das substâncias ativas e também provavelmente da genética da planta. Em bioensaios semelhantes Parihar (1994) visando o

controle de cupins comparou folhas de *Calotropis procera*, sementes de nim, azadiractina, diazinon, clorpirifós e endosulfan, e concluiu que todos os tratamentos controlaram a infestação e atingiram resultados promissores para *Microtermes spp*. atacando árvores e *Odontotermes spp*. infestando culturas.

Em estudos laboratoriais recentes realizados em placas de Petri com a espécie *H. tenuis* Fernandes et al. (2007) testaram cinco substâncias isoladas de plantas da família Meliaceae com provável ação termiticida, a nimbolin A, a 12-hydroxyamoorastatone, a cedrelona, a 1,2-diidrocedrelona e a mexicanolide, em três concentrações distintas 0,01mg/mL, 0,1mg/mL e 1,0mg/mL. A substância nimbolin A não apresentou alta taxa de mortalidade, variando entre 14,8% e 37,5% nas três concentrações, diferente da substância 12-hydroxyamoorastatone que apresentou alta taxa de mortalidade variando entre 88,0% e 100%, nas três concentrações. A cedrelona apresentou 100% de mortalidade em concentrações 0,1 e 1,0 mg/mL, mas apresentou um baixo consumo, enquanto que na concentração equivalente a 0,01mg/mL apresentou uma média de 88,3% de mortalidade e o consumo foi maior. A diidrocedrelona em concentrações 0,1mg/mL e 1,0mg/mL provocou 100% de mortalidade, mas também com um baixo consumo e na concentração 0,01mg/mL verificou-se uma média de 21,6% de mortalidade com maior consumo. Mexicanolide em 0,1 e 1,0mg/mL causou 100% de mortalidade apesar de baixo consumo e na concentração 0,01mg/mL ocorreu uma média de 31,0% de mortalidade com um consumo próximo a 15,0%. Segundo Fernandes et al. (2007) os limonóides são importantes substâncias com potêncial para serem usadas na impregnação de madeiras evitando futuras contaminações por cupins.

Para *C. formosanus*, foi determinada atividade inseticida do brugierol e do isobrugierol, duas substâncias do extrato clorofórmico de *Bruguiera gymnorrhiza* (YAGA et al., 1991), extratos de *Ajuga nipponensis* (HUANG et al., 1990) e derivados de diidro-5,6-deidrocawaina, isolado das folhas de *Alpinia speciosa* (TAWATA et al., 1996).

4.5. Efeito de inibidores de síntese de quitina sobre cupins

Esses compostos são classificados como benzoylphenylureas e triazinaminas, insetos expostos a estes compostos são incapazes de formar uma cutícula normal, pois perdem a capacidade de sintetizar quitina. Cerca de 50% da cutícula é composta por quitina, que é um polissacarídeo de N-acetilglucosamina. Esses compostos provavelmente inibem a formação da quitina sintetase a partir de seu zimógeno, por meio da interferência de alguma protease

responsável pela ativação da quitina sintetase (TAKAHASHI-DEL-BIANCO, 2002; CASARIN, 2007; BLOOQUIST, 2009; BRASIL, 2009).

Existem 14 moléculas que são consideradas inibidores de síntese de quitina (bistrifluron, bupofrezin, chlorfluazuron, cyromazine, diflubenzuron, flucycloxuron, flufenoxuron, hexaflumuron, lufenuron, novaluron, noviluron, penfluron, teflubenzuron e triflumuron) (WOOD, 2009).

O composto hexaflumuron está disponível comercialmente aqui no Brasil na metodologia de isca chamada Recruit*II, que funciona como um sistema de monitoramento denominado Sentricon (MARTIUS, 1998; CASARIN, 2007). Esse composto juntamente com diflubenzuron foram avaliados em laboratório para as espécies subterrâneas *R. flavipes* e *C. formosanus*, indicando que o hexaflumuron apresentou os melhores resultados para ambas as espécies entre as concentrações de 15,6 - 62,5 ppm enquanto o diflubenzuron somente demonstrou eficácia para a espécie *R. flavipes* nas concentrações entre 7,8 - 31,3 ppm (SU e SCHEFFRAHN, 1993b). Esses autores concluíram que o hexaflumuron é mais indicado para ser usado como iscas tóxicas em comparação ao diflubenzuron por apresentar alta mortalidade e não ser deterrente nas concentrações acima demonstradas.

Su (1994) avaliou o efeito do hexaflumuron em testes de campo sobre colônias naturais das espécies *R. flavipes* e *C. formosanus*, sendo descoberta essas colônias por meio de estacas que foram substituídas por iscas tóxicas logo após ao ataque dos cupins. Foi necessário de 4 - 1,500 mg de ingrediente ativo para reduzir entre 90 - 100% a população forrageira que era de aproximadamente 0,17 - 2,8 milhões por colônia.

Kaar et al. (2004) testaram em laboratório a eficácia do noviflumuron para a espécie *R. flavipes*, esse ingrediente ativo quando comparado com os dados publicados para hexaflumuron se demonstrou potencialmente mais efetivo, sendo sua ação mais rápida e não apresentando deterrencia alimentar nas concentrações acima de 10,000 ppm. O tempo de alimentação dos operários nas iscas contaminadas com noviflumuron foi menor quando comparado com os dados publicados para hexaflumuron para uma redução significativa do número de operários, assim como a transferência do ingrediente ativo entre indivíduos contaminados para não contaminados.

Lee at al. (2004) testaram a eficácia do Recruit®III, que é uma armadilha tóxica para cupins subterrâneos que possui o ingrediente ativo noviflumuron a uma concentração de 5,000 ppm em 13 colônias naturais de *C. gestroi* no Sudeste da Ásia. Esses autores escolheram aleatoriamente 3 dessas colônias e estimaram suas populações entre 1,59 - 4,81 milhões de operários, a área total do território de forrageamento foi de 23,0 - 1152 m^2, sendo que a

distancia máxima percorrida por colônia foi de 7,5-74,5 m na procura por alimento. As colônias foram eliminadas de 29 - 80 dias após o início do tratamento, sendo que o consumo da isca ficou em torno de 8,7 - 141,0 g o que é equivalente a 43,7 - 705,0 mg de noviflumuron. Todos os casos foram monitorados durante 12 meses e nenhuma reinfestação foi detectada.

Em testes laboratoriais sem escolha, realizados com duas espécies de cupins subterrâneos considerados praga no Japão Kubota et al. (2007), demonstraram que o ingrediente ativo bistrifluron não apresenta ação termiticida imediata para *C. formosanus* quando expostos a concentrações iguais ou maiores que 5,000 ppm, entretanto essa ação foi consideravelmente mais rápida quando indivíduos da espécie *R. speratus* foram expostos as mesmas concentrações no mesmo tipo de teste e afirmaram que os resultados sugeriram um potencial de controle promissor para esse ingrediente ativo para essas duas espécies praga.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Coleta dos cupins

Para a realização dos bioensaios em condições laboratoriais foram utilizados operários e soldados forrageiros de *C. gestroi* provenientes de colônias localizadas na cidade de Rio Claro, SP (22º 25’ S, 47º 31’ N). Os cupins foram coletados por meio de armadilhas confeccionadas com papelão corrugado de 2,5 m de comprimento por 16 cm de largura, enrolado e envolvido por embalagens plásticas descartáveis de refrigerantes de 2 litros. As armadilhas foram dispostas nos territórios de forrageamento de 3 colônias (CASARIN, 2007). A cada 10 dias as armadilhas eram retiradas do campo, levadas para o laboratório e os cupins foram separados e mantidos em potes plásticos contendo novo papelão corrugado umedecido e armazenados em temperatura ambiente até a montagem dos bioensaios.

5.2. Síntese de Éteres e Amidas e obtenção do bistrifluron

A sesamina apresenta atividade biológica significativa e ocorre em grandes quantidades nas sementes do *Sesamum indicum* (gergelim), sendo sua porção ativa devido à

presença do anel piperonílico. Para se obter éteres contendo esse anel, representados por composto piperonílico1, composto piperonílico 3 e composto piperonílico 5, foi necessário preparar previamente álcool piperonílico, a partir do piperonal dissolvido em metanol e uma solução de borohidreto de sódio em água. A obtenção dos éteres se deu pela reação do álcool piperonílico com hidreto de sódio, tetrahidrofurano e iodometano.

Para a obtenção das amidas, representadas por morfolina e diisopropilamina, foi necessário sintetizar previamente o ácido 3,4-metilendioxicinâmico e na seqüência o respectivo cloreto de ácido. O ácido foi obtido dissolvendo-se piperonal e ácido malônico em piridina e traços de piperidina.

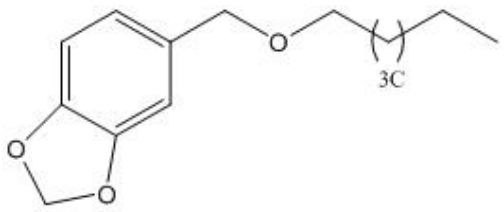
Todo esse procedimento foi realizado no Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos, sob a responsabilidade da Dra. Arlene Gonçalves Corrêa, e o bistrifluron foi fornecido pela IHARABRAS S/A INDÚSTRIAS QUÍMICAS, assim como todas as informações sobre o ingrediente ativo.

→ **Nome comum**: Composto Piperonílico 1

Nome químico: 1-(3, 4-methylenedioxybenzyloxy) methane

Fórmula molecular: $C_{12}H_{16}O_3$

Fómula estrutural:



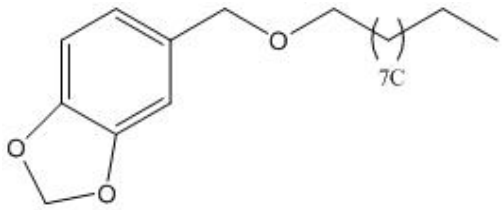
Grupo químico: Éter piperonílico

→ **Nome comum**: Composto Piperonílico 3

Nome químico: 1-(3, 4-methylenedioxybenzyloxy) butane

Fórmula molecular: $C_{16}H_{24}O_3$

Fómula estrutural:



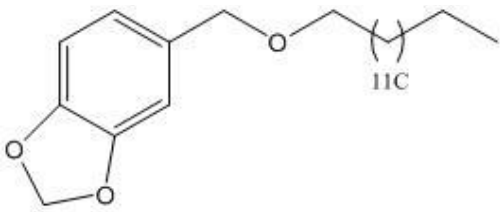
Grupo químico: Éter piperonílico

→ **Nome comum**: Composto Piperonílico 5

Nome químico: 1-(3, 4-methylenedioxybenzyloxy) octane

Fórmula molecular: $C_{20}H_{32}O_3$

Fómula estrutural:



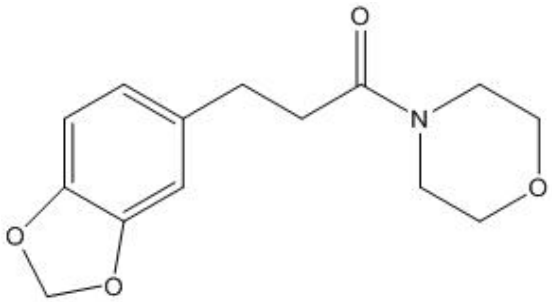
Grupo químico: Éter piperonílico

→ **Nome comum**: Amida 7

Nome químico: N-morpholine-3-(3’, 4’-methylenedioxyphenyl)-2-(E)-propenamide

Fórmula molecular: $C_{14}H_{13}NO_4$

Fómula estrutural:



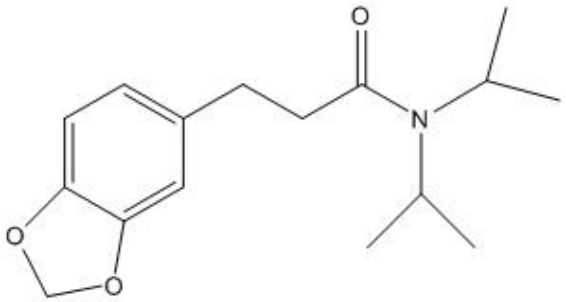
Grupo químico: Amida Morfolina

→ **Nome comum**: Amida 10

Nome químico: N-N-diisopropyl-3-(3’, 4’-methylenedioxyphenyl)-2-(E)-propenamide

Fórmula molecular: $C_{16}H_{19}NO_3$

Fómula estrutural:



Grupo químico: Amida Diisopropilamina

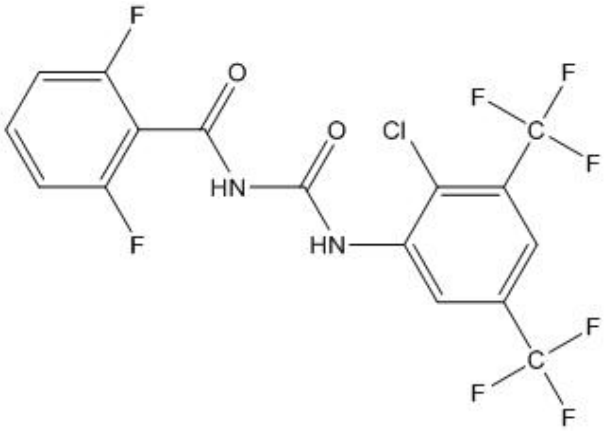
→ **Nome comum**: Bistrifluron

Nome químico:1-[2-chloro-3,5-bis(trifluoromethyl)phenyl]-3-

(2,6-difluorobenzoyl)urea

Fórmula molecular: $C_{16}H_7ClF_8N_2O_2$

Fómula estrutural:



Grupo químico: Benzoylphenylureas

Classificação toxicológica: Classe IV (Tabela 1, página 14)

5.3. Bioensaios

A metodologia utilizada nos bioensaios foi modificada de Casarin (2007). Na montagem dos bioensaios, foram utilizados dois recipientes plásticos de 250 mL conectados por meio de uma mangueira plástica de 10 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro. Um dos recipientes serviu para abrigar a população forrageira de cupins (recipiente ninho), onde foi colocado 1 grama de operários (aproximadamente 300 indivíduos), juntamente com 15 soldados e no outro recipiente foi colocado papelão para o forrageio dos cupins (recipiente alimentação). Previamente, os recipientes receberam areia esterilizada e umedecida com água destilada, que serviu como substrato para os forrageiros. O recipiente ninho recebeu 40 gramas de areia com 2,5 mL de água e o recipiente alimentação continha 20 gramas de areia com 1,5 mL de água.

5.3.1. Toxicidade

As substâncias foram solubilizadas em diclorometano nas concentrações finais de 10 000 ppm (1%), 1 000 ppm (0,1%) e 100 ppm (0,01%) para os compostos piperonílicos e amidas e 10 000 ppm (1%), 5 000 ppm (0,5%) e 1 000 ppm (0,1%) para o bistrifluron. Para cada concentração o papelão corrugado (5 cm x 5 cm) foi impregnado com a solução por imersão de 1 segundo, assim como para o controle água e solvente. Posteriormente, eles foram mantidos em capela até a total evaporação do solvente para depois serem oferecidos aos cupins.

Para cada concentração das substâncias, foram realizadas 9 repetições e 18 controles, sendo que 9 deles com água e 9 com solvente. Após 14, 21 e 28 dias 3 unidades experimentais de cada concentração, juntamente com 3 controles água e 3 controles solventes foram desmontados e determinado pelo peso o número de indivíduos sobreviventes.

5.3.2. Consumo

O consumo foi estimado pela diferença entre o peso seco inicial e peso seco final do papelão, pois anteriormente à impregnação e ao final de cada período de observação os

quadrados de papelão corrugado foram mantidos em estufa à 60ºC por 12 horas e pesados em seguida.

5.4. Análises

Os valores de mortalidade e de consumo foram inicialmente analisados entre os dois controles pelo teste Mann-Whitney. Quando não foi observada diferença significativa entre eles, o controle água foi excluído da análise posterior. Após esse procedimento, foi aplicado o teste não paramétrico Kruskal-Wallis, seguido do contraste de médias pelo teste de Dunnet, adequado para comparar os grupos experimentais com o controle, utilizando o programa BioEstat (AYRES et al., 2007).

A porcentagem de eficiência da substância foi avaliada pela fórmula de Abbott (NAKANO et al., 1981):

$$\%E = \frac{T - I}{T} \times 100$$

E = Eficiência; T = número de insetos vivos na testemunha; I = número de insetos vivos no tratamento.

Essa eficiência foi considerada muito baixa quando alcaçou valores abaixo de 50%, razoável quando alcançou valores entre 50% e 80% e expressiva quando alcançou valores maiores que 80%.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Morfolina (amida 7)

As comparações pelo teste de Mann-Whitney de mortalidade e consumo entre os controles água e solvente no 14º dia resultaram respectivamente em (U = 4,00; *p* = 0,8273 e U = 3,00; *p* = 0,5127,). Na segunda vistoria realizada com 21 dias resultou em (U = 2,50; *p* = 0,3827 e U = 1,00; *p* = 0,1266, Mann-Whitney) para mortalidade e consumo respectivamente e na terceira vistoria realizada com 28 dias (U= 4,00; *p* = 0,8273 e U= 1,00; *p* = 0,1266, Mann-Whitney) para mortalidade e consumo respectivamente. Esses resultados indicam que o solvente não influênciou na taxa de mortalidade e o controle água foi excluído das análises posteriores.

Os valores de mortalidade quando comparados pelo Kruskal-Wallis controle solvente e as concentrações no período de 14 dias, não revelaram diferença significativa (H = 7,2688; *p* = 0,0638,). Por outro lado, a comparação entre consumo, o valor de H foi 9,4615 e o valor de *p* foi igual a 0,0237 (Kruskal-Wallis), o que indica que houve diferença significativa ao nível de 5%. Esta diferença ocorreu entre o controle e as concentrações de 1 000 ppm e 10 000 ppm (tabela 2, figura 1).

No 21º dia, para o critério mortalidade o valor de H foi 4,3308 e o valor de *p* foi igual a 0,2279 (Kruskal-Wallis), revelando que não houve diferença significativa, para o critério consumo o valor de H foi 9,4864 e o valor de *p* foi igual a 0,0235 (Kruskal-Wallis), o que mostra que houve diferença significativa ao nível de 5%. Esta diferença ocorreu entre o controle e as concentrações de 1 000 ppm e 10 000 ppm, (tabela 3, figura 2).

No 28º dia, para o critério mortalidade o valor de H foi 0,7944 e o valor de *p* foi igual a 0,8508 (Kruskal-Wallis), revelando que não houve diferença significativa, para consumo o valor de H foi 9,4122 e o valor de *p* foi igual a 0,0495 (Kruskal-Wallis), o que mostra que houve diferença significativa ao nível de 5%. Esta diferença ocorreu entre o controle e a concentração de 10 000 ppm (tabela 4, figura 3).

Tabela 2 – Porcentagem média e respectivo desvio padrão de mortalidade e de consumo de *C. gestroi* após 14 dias expostos ao tratamento com morfolina (amida 7) nas diferentes concentrações e controle.

Concentração (ppm)	% mortalidade	% consumo	Abbott
Solvente	4,26 ± 4,43a	14,47 ± 2,03a	_
100	6,67 ± 5,77a	13,38 ± 3,60a	2,40
1 000	9,29 ± 1,87a	9,25 ± 0,44b	4,79
10 000	13,77 ± 2,60a	0,62 ± 0,54b	9,93

Letras distintas em relação ao controle indicam diferenças significativas (Dunnet, 5%). Abbott = porcentagem de eficiência.

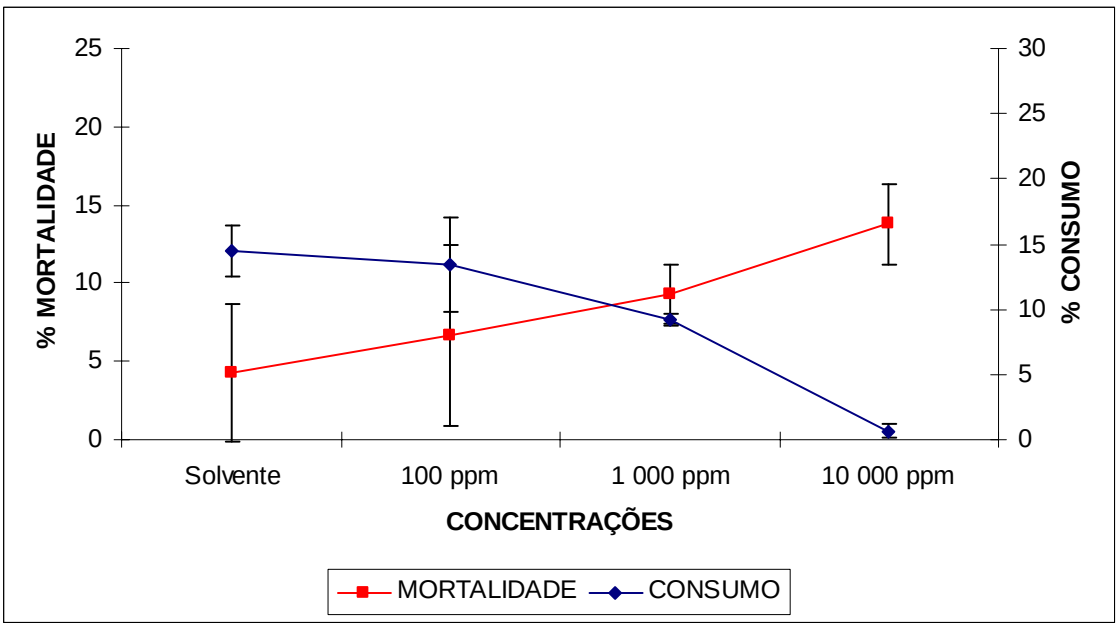


Figura 1 – Porcentagem média de mortalidade e consumo (± Desvio Padrão) de *C. gestroi* (n = 315) alimentados com papelão corrugado impregnado com morfolina (amida 7) e observados após 14 dias do início do tratamento.

Tabela 3 – Porcentagem média e respectivo desvio padrão de mortalidade e de consumo de *C. gestroi* após 21 dias expostos ao tratamento com morfolina (amida 7) nas diferentes concentrações e controle.

Concentração (ppm)	% mortalidade	% consumo	Abbott
Solvente	14,76 ± 4,91a	22,23 ± 2,05a	_
100	9,84 ± 0,00a	19,24 ± 3,04a	_
1 000	16,50 ± 5,77a	15,21 ± 1,17b	1,92
10 000	15,53 ± 3,08a	1,89 ± 3,27b	0,77

Letras distintas em relação ao controle indicam diferenças significativas (Dunnet, 5%). Abbott = porcentagem de eficiência.

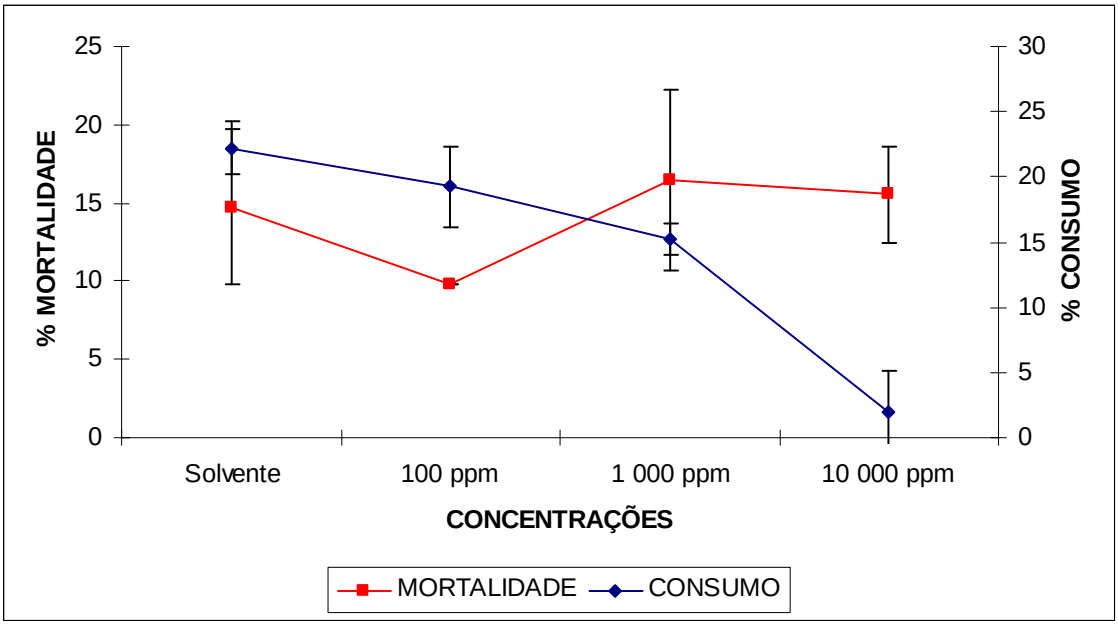


Figura 2 – Porcentagem média de mortalidade e consumo (± Desvio Padrão) de *C. gestroi* (n = 315) alimentados com papelão corrugado impregnado com morfolina (amida 7) e observados após 21 dias do início do tratamento.

Tabela 4 – Porcentagem média e respectivo desvio padrão de mortalidade e de consumo de *C. gestroi* após 28 dias expostos ao tratamento com morfolina (amida 7) nas diferentes concentrações e controle.

Concentração (ppm)	% mortalidade	% consumo	Abbott
Solvente	13,23 ± 5,86a	20,77 ± 4,91a	_
100	16,50 ± 5,77a	15,43 ± 11,81a	3,77
1 000	16,39 ± 5,67a	16,97 ± 1,76a	3,39
10 000	19,67 ± 0,00a	3,86 ± 3,86b	7,55

Letras distintas em relação ao controle indicam diferenças significativas (Dunnet, 5%). Abbott = porcentagem de eficiência.

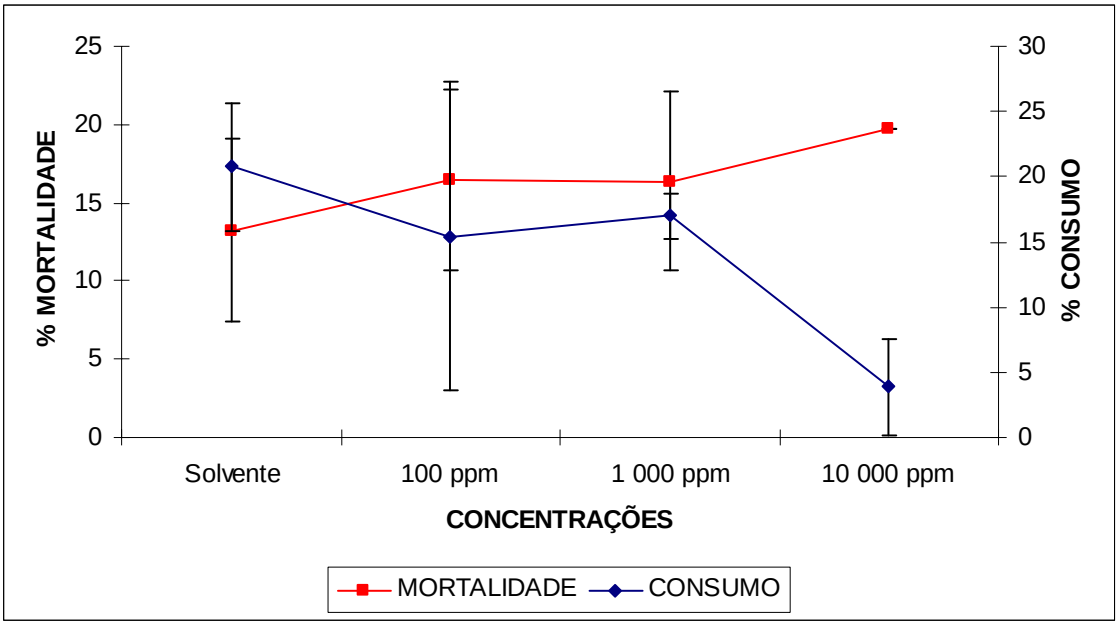


Figura 3 – Porcentagem média de mortalidade e consumo (± Desvio Padrão) de *C. gestroi* (n = 315) alimentados com papelão corrugado impregnado com morfolina (amida 7) e observados após 28 dias do início do tratamento.

Durante a análise dos bioensaios foi possível observar nas duas concentrações maiores que alguns indivíduos apresentaram sintomas crescentes de intoxicação, tais como, dificuldade de locomoção e abdome achatado. Diante dos resultados obtidos, a toxicidade da morfolina foi relativamente baixa nos diferentes períodos para todas as concentrações testadas, revelando uma eficiência muito baixa. Além disso, houve redução no consumo com o aumento das concentrações. Baixa mortalidade e diminuição do consumo sugere que a substância apresenta repelência aos cupins forrageiros.

6.2. Diisopropilamina (amida 10)

As comparações pelo teste de Mann-Whitney de mortalidade e consumo entre os controles água e solvente no 14º dia resultaram, respectivamente, em (U = 1,00; p = 0,1266 e U = 4,00; p = 0,8273,). Na segunda vistoria realizada com 21 dias resultou em (U = 3,00; p = 0,5127 e U = 1,00; p = 0,1266, Mann-Whitney) para mortalidade e consumo respectivamente e na terceira vistoria realizada com 28 dias (U = 3,00; p = 0,5127 e U = 4,00; p = 0,8273, Mann-Whitney) para mortalidade e consumo respectivamente. Esses resultados indicam que o solvente não influenciou na taxa de mortalidade e o controle água foi excluído das analises.

Os valores de mortalidade quando comparados pelo Kruskal-Wallis controle solvente e as concentrações no período de 14 dias, revelou que houve diferença significativa (H = 9,4075; p = 0,0243,). Esta diferença ocorreu entre o controle e a concentração de 10 000 ppm. Por outro lado, a comparação entre consumo, o valor de H foi 7,3077 e o valor de p foi igual a 0,0627 (Kruskal-Wallis), revelando que não houve diferença significativa (tabela 5, figura 4).

No 21º dia, para mortalidade e consumo respectivamente (H = 8,4722; p = 0,0372 e H = 8,1282; p = 0,0434 Kruskal-Wallis), o que indica que houve diferença significativa ao nível de 5%. Esta diferença ocorreu entre o controle e a concentração de 10 000 ppm, para os dois critérios (tabela 6, figura 5).

No 28º dia, para mortalidade e consumo respectivamente (H = 9,1234; p = 0,0495 e H = 8,8975; p = 0,0423 Kruskal-Wallis), o que indica que houve diferença significativa ao nível de 5%. Esta diferença ocorreu entre o controle e a concentração de 10 000 ppm, para os dois critérios (tabela 7, figura 6).

Tabela 5 – Porcentagem média e respectivo desvio padrão de mortalidade e de consumo de *C. gestroi* após 14 dias expostos ao tratamento com diisopropilamina (amida 10) nas diferentes concentrações e controle.

Concentração (ppm)	% mortalidade	% consumo	Abbott
Solvente	12,02 ± 6,20a	33,38 ± 6,24a	_
100	3,72 ± 3,61a	36,64 ± 6,08a	_
1 000	9,84 ± 0,00a	30,27 ± 3,24a	_
10 000	22,30 ± 2,27b	20,73 ± 6,28a	11,57

Letras distintas em relação ao controle indicam diferenças significativas (Dunnet, 5%). Abbott = porcentagem de eficiência.

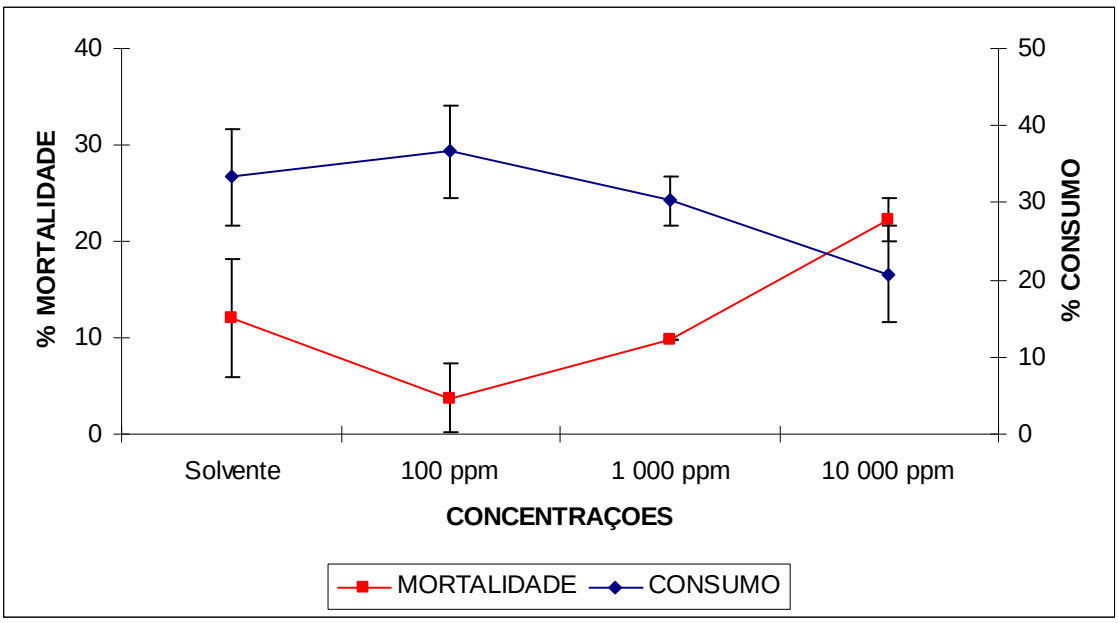


Figura 4 – Porcentagem média de mortalidade e consumo (± Desvio Padrão) de *C. gestroi* (n = 315) alimentados com papelão corrugado impregnado com diisopropilamina (amida 10) e observados após 14 dias do início do tratamento.

Tabela 6 – Porcentagem média e respectivo desvio padrão de mortalidade e de consumo de *C. gestroi* após 21 dias expostos ao tratamento com diisopropilamina (amida 10) nas diferentes concentrações e controle.

Concentração (ppm)	% mortalidade	% consumo	Abbott
Solvente	14,76 ± 4,91a	38,30 ± 5,26a	_
100	9,84 ± 0,00a	39,30 ± 1,57a	_
1 000	11,15 ± 1,14a	35,13 ± 3,43a	_
10 000	27,43 ± 3,89b	20,94 ± 8,44b	15,00

Letras distintas em relação ao controle indicam diferenças significativas (Dunnet, 5%). Abbott = porcentagem de eficiência.

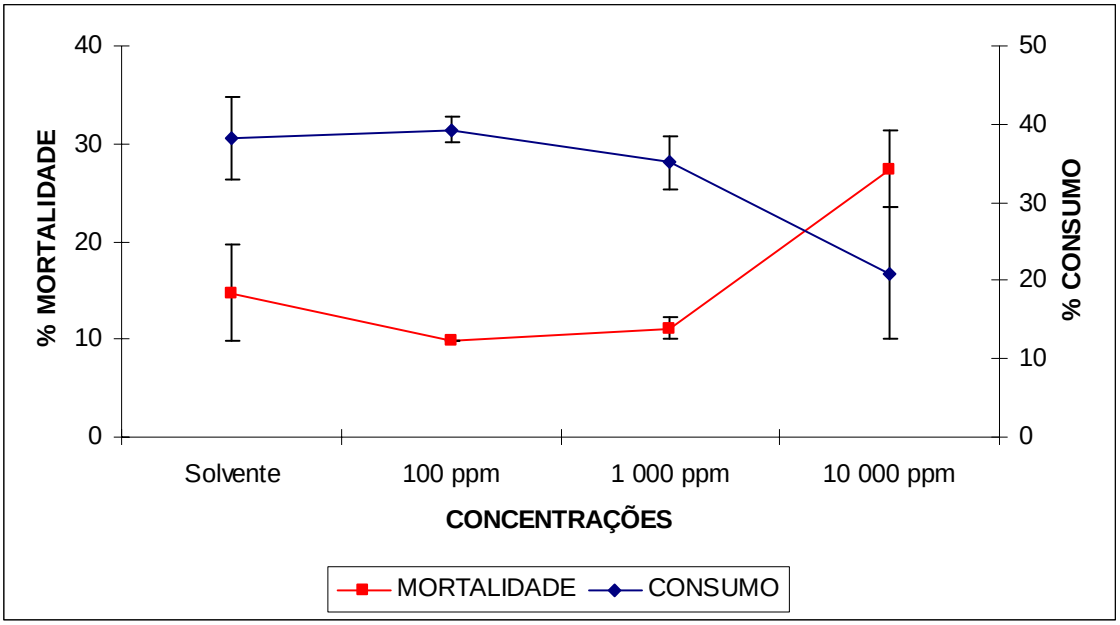


Figura 5 – Porcentagem média de mortalidade e consumo (± Desvio Padrão) de *C. gestroi* (n = 315) alimentados com papelão corrugado impregnado com diisopropilamina (amida 10) e observados após 21 dias do início do tratamento.

Tabela 7 – Porcentagem média e respectivo desvio padrão de mortalidade e de consumo de *C. gestroi* após 28 dias expostos ao tratamento com diisopropilamina (amida 10) nas diferentes concentrações e controle.

Concentração (ppm)	% mortalidade	% consumo	Abbott
Solvente	13,23 ± 5,86a	44,20 ± 3,20a	_
100	21,31 ± 7,51a	44,87 ± 3,55a	9,43
1 000	20,98 ± 2,27a	43,39 ± 2,05a	9,06
10 000	35,64 ± 3,28b	14,26 ± 3,00b	26,04

Letras distintas em relação ao controle indicam diferenças significativas (Dunnet, 5%). Abbott = porcentagem de eficiência.

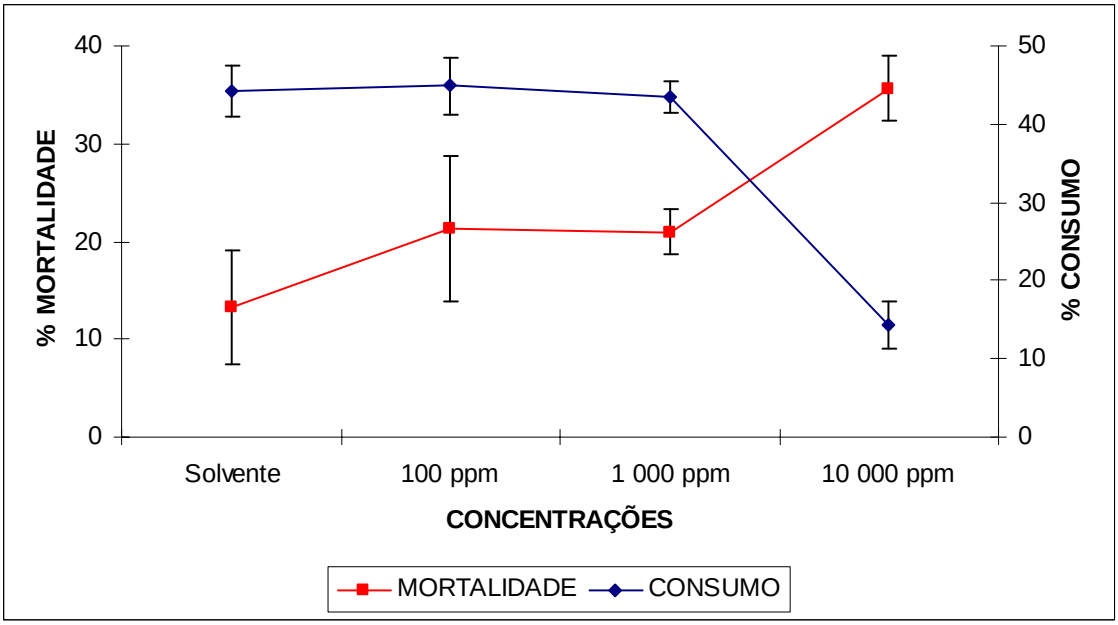


Figura 6 – Porcentagem média de mortalidade e consumo (± Desvio Padrão) de *C. gestroi* (n = 315) alimentados com papelão corrugado impregnado com diisopropilamina (amida 10) e observados após 28 dias do início do tratamento.

Durante a análise dos bioensaios foi possível observar nas duas concentrações maiores que alguns indivíduos apresentaram sintomas crescentes de intoxicação, tais como, dificuldade de locomoção e abdome achatado.

Os resultados obtidos indicam que a toxicidade da diisopropilamina (amida 10) foi baixa nos diferentes períodos para todas as concentrações testadas, porém, superior à morfolina. A concentração de 10 000 ppm apresentou mortalidade significativa em relação ao controle e crescente com o tempo, porém, revelando uma eficiência muito baixa.

O baixo consumo na concentração maior pode ser devido ao aumento da mortalidade.

Estes resultados sugerem que a diisopropilamina (amida 10) deveria ser testada em concentrações menores e maiores que 10 000 ppm. Isto não ocorreu devido à dificuldade de obter a substância em grandes quantidades.

6.3. Composto piperonílico 1

As comparações pelo teste de (Mann-Whitney) de mortalidade e consumo entre os controles água e solvente no 14º dia resultaram, respectivamente, em (U = 3,00; p = 0,5127 e U = 4,00; p = 0,8273,). Na segunda avaliação realizada com 21 dias resultou em (U = 3,00; p = 0,5127 e U = 2,50; p = 0,3827, Mann-Whitney) para mortalidade e consumo respectivamente e na terceira avaliação realizada com 28 dias (U = 1,00 ; p = 0,1266 e U = 4,00; p = 0,8273, Mann-Whitney) para mortalidade e consumo respectivamente. Esses resultados indicam que o solvente não influenciou na taxa de mortalidade e o controle água foi excluído das análises posteriores.

Os valores de mortalidade quando comparados controle solvente e as concentrações no período de 14 dias (Kruskal-Wallis), não revelaram diferença significativa (H = 7,7509; p = 0,0515,). Por outro lado, a comparação entre consumo, o valor de H foi 10,3846 e o valor de p foi igual a 0,0156 (Kruskal-Wallis), o que indica que houve diferença significativa ao nível de 5%. Esta diferença ocorreu entre o controle e as concentrações de 1 000 ppm e 10 000 ppm (tabela 8, figura 7).

No 21º dia, para mortalidade e consumo respectivamente (H = 9,8038; p = 0,0203 e H = 10,3846; p = 0,0156 Kruskal-Wallis), o que indica que houve diferença significativa ao nível de 5%. Esta diferença ocorreu entre o controle e as concentrações de 1 000 ppm e 10 000 ppm, para os dois critérios (tabela 9, figura 8).

No 28º dia, para mortalidade e consumo respectivamente (H = 10,3846; *p* = 0,0156 e H = 9,6667; *p* = 0,0216 Kruskal-Wallis), o que indica que houve diferença significativa ao nível de 5%. Esta diferença ocorreu entre o controle e as concentrações de 1 000 ppm e 10 000 ppm, para os dois critérios (tabela 10, figura 9).

Tabela 8 – Porcentagem média e respectivo desvio padrão de mortalidade e de consumo de *C. gestroi* após 14 dias expostos ao tratamento com o composto piperonílico 1 nas diferentes concentrações e controle.

Concentração (ppm)	% mortalidade	% consumo	Abbott
Solvente	18,19 ± 2,24a	23,62 ± 0,99a	_
100	17,97 ± 1,79a	15,53 ± 0,63a	_
1 000	23,78 ± 5,13a	10,30 ± 1,98b	6,75
10 000	29,88 ± 0,56a	2,56 ± 0,09b	14,29

Letras distintas em relação ao controle indicam diferenças significativas (Dunnet, 5%). Abbott = porcentagem de eficiência.

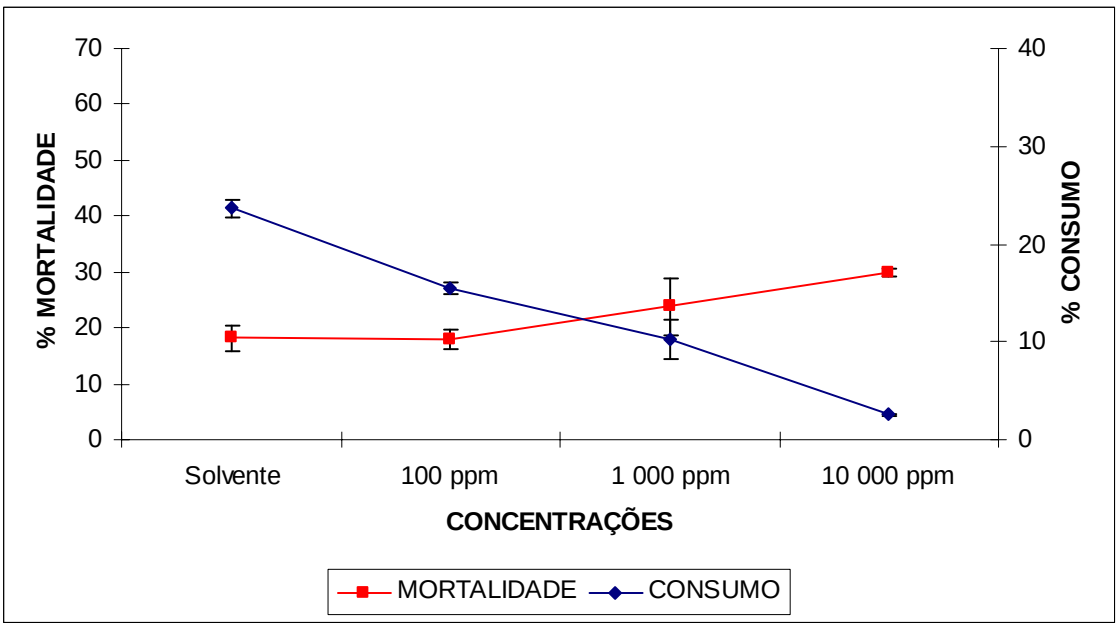


Figura 7 – Porcentagem média de mortalidade e consumo (± Desvio Padrão) de *C. gestroi* (n = 315) alimentados com papelão corrugado impregnado com composto piperonílico 1 e observados após 14 dias do início do tratamento.

Tabela 9 – Porcentagem média e respectivo desvio padrão de mortalidade e de consumo de *C. gestroi* após 21 dias expostos ao tratamento com o composto piperonílico 1 nas diferentes concentrações e controle.

Concentração (ppm)	% mortalidade	% consumo	Abbott
Solvente	21,97 ± 2,35a	28,15 ± 2,8a	_
100	20,13 ± 0,86a	21,73 ± 1,72a	_
1 000	29,55 ± 0,00b	13,57 ± 2,29b	9,58
10 000	43,18 ± 5,63b	2,10 ± 0,71b	27,08

Letras distintas em relação ao controle indicam diferenças significativas (Dunnet, 5%). Abbott = porcentagem de eficiência.

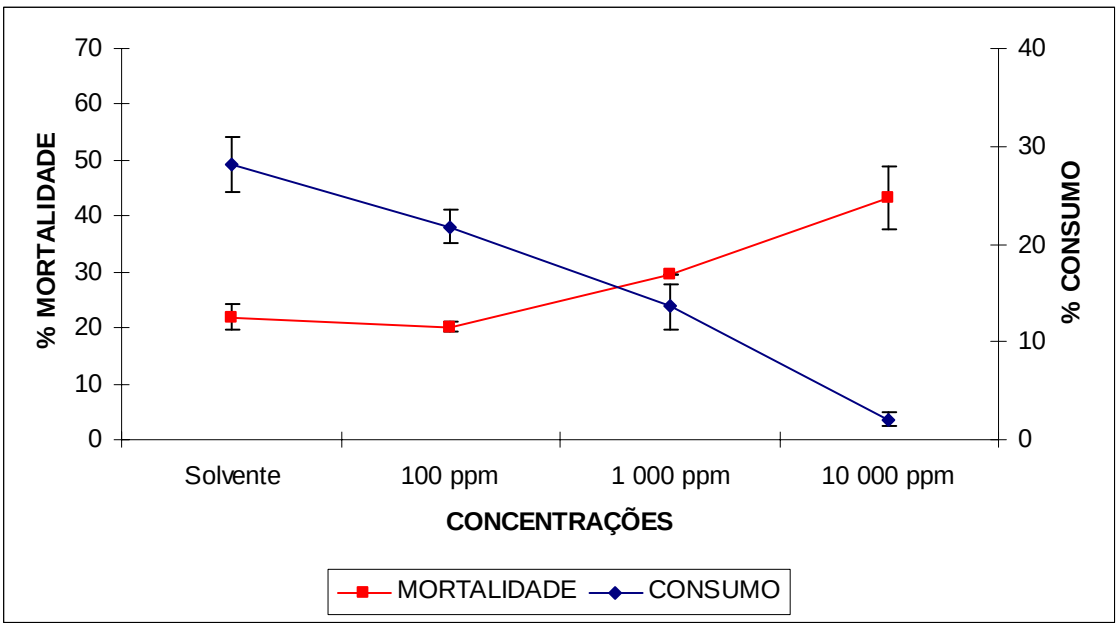


Figura 8 – Porcentagem média de mortalidade e consumo (± Desvio Padrão) de *C. gestroi* (n = 315) alimentados com papelão corrugado impregnado com composto piperonílico 1 e observados após 21 dias do início do tratamento.

Tabela 10 – Porcentagem média e respectivo desvio padrão de mortalidade e de consumo de *C. gestroi* após 28 dias expostos ao tratamento com o composto piperonílico 1 nas diferentes concentrações e controle.

Concentração (ppm)	% mortalidade	% consumo	Abbott
Solvente	21,21 ± 1,31a	30,18 ± 6,94a	_
100	25,43 ± 3,38a	21,33 ± 3,81a	5,35
1 000	32,03 ± 0,50b	13,96 ± 1,26b	14,00
10 000	50,76 ± 12,37b	4,41 ± 1,48b	37,45

Letras distintas em relação ao controle indicam diferenças significativas (Dunnet, 5%). Abbott = porcentagem de eficiência.

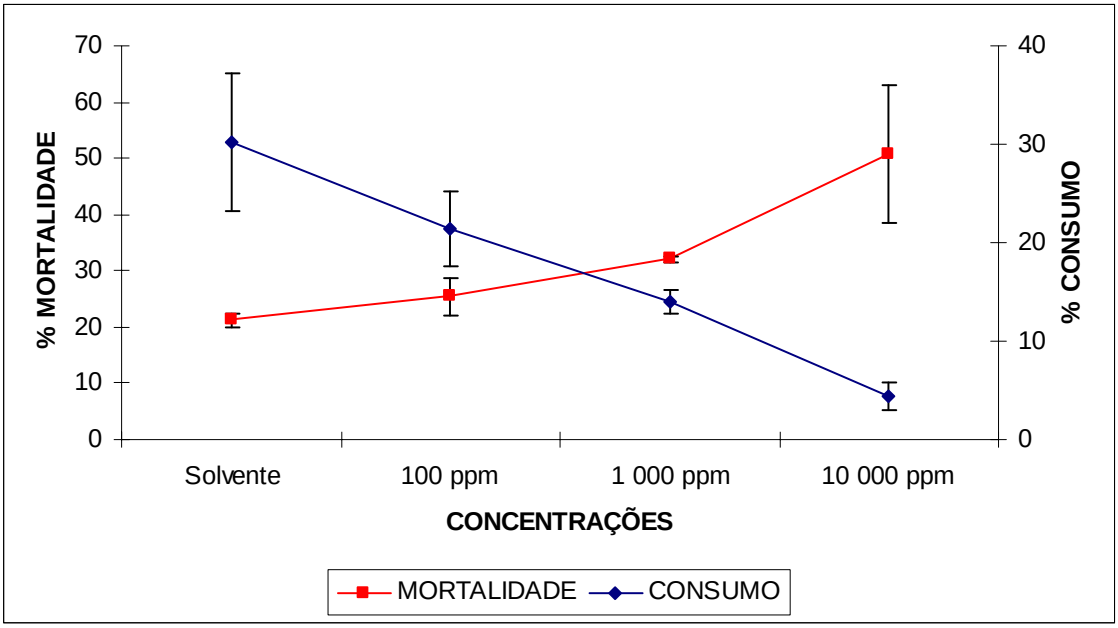


Figura 9 – Porcentagem média de mortalidade e consumo (± Desvio Padrão) de *C. gestroi* (n = 315) alimentados com papelão corrugado impregnado com composto piperonílico 1 e observados após 28 dias do início do tratamento.

Observações realizadas ao término de cada período de análise revelaram sintomas de intoxicação como letargia, abdome prostrado, pernas curvadas e imobilidade dos cupins forrageiros nas três concentrações.

As análises gráficas e estatísticas do composto piperonílico 1 revelam toxicidade baixa para a concentração menor; porém, com aumento acentuado para a concentração intermediária e maior, principalmente no 21º dia, porém, revelando uma eficiência muito baixa.

Diante de tais resultados, seria importante testar concentrações maiores e menores do que 10 000 ppm do composto piperonílico 1, não realizado devido à dificuldade de síntese dessa substância

6.4. Composto piperonílico 3

As comparações pelo teste de (Mann-Whitney) de mortalidade e consumo entre os controles água e solvente no 14º dia resultam, respectivamente, em (U = 2,00; p = 0,2752 e U = 4,00; p = 0,8273). Na segunda vistoria realizada com 21 dias resultou em (U = 1,00; p = 0,1266 e U = 3,00; p = 0,5127, Mann-Whitney) para mortalidade e consumo respectivamente e na terceira vistoria realizada com 28 dias (U = 1,00; p = 0,1266 e U = 1,00; p = 0,1266, Mann-Whitney) para mortalidade e consumo respectivamente. Esses resultados indicam que o solvente não influenciou na taxa de mortalidade e o controle água foi excluído das analises posteriores.

Os valores de mortalidade quando comparados controle solvente e as concentrações no período de 14 dias (Kruskal-Wallis), não revelaram diferença significativa (H = 7,3333; p = 0,0600). Por outro lado, a comparação entre consumo, o valor de H foi 9,6185 e o valor de p foi igual a 0,0221 (Kruskal-Wallis), o que indica que houve diferença significativa ao nível de 5%. Esta diferença ocorreu entre o controle e a concentração de 10 000 ppm (tabela 11, figura 10).

No 21º dia, para o critério mortalidade o valor de H foi 7,6667 e o valor de p foi igual a 0,0534 (Kruskal-Wallis), revelando que não houve diferença significativa. Para o critério consumo, o valor de H foi 9,4615 e o valor de p foi igual a 0,0237 (kruskal-Wallis), o que indica que houve diferença significativa ao nível de 5%. Esta diferença ocorreu entre o controle e a concentração de 10 000 ppm (tabela 12, figura 11).

No 28º dia, para o critério mortalidade o valor de H foi 10,3846 e o valor de *p* foi igual a 0,0156 (Kruskal-Wallis), o que indica que houve diferença significativa ao nível de 5%. Esta diferença ocorreu entre o controle e as concentrações de 1 000 ppm e 10 000 ppm. Para o critério consumo o valor de H foi 9,3590 e o valor de *p* foi igual a 0,0249 (Kruskal-Wallis), o que mostra que houve diferença significativa ao nível de 5%. Esta diferença ocorreu entre o controle e a concentração de 10 000 ppm (tabela 13, figura 12).

Tabela 11 – Porcentagem média e respectivo desvio padrão de mortalidade e de consumo de *C. gestroi* após 14 dias expostos ao tratamento com o composto piperonílico 3 nas diferentes concentrações e controle.

Concentração (ppm)	% mortalidade	% consumo	Abbott
Solvente	8,39 ± 2,34a	23,32 ± 1,25a	_
100	2,73 ± 2,43a	21,20 ± 0,75a	_
1 000	11,01 ± 2,35a	19,90 ± 1,49a	2,87
10 000	13,13 ± 1,77a	7,31 ± 2,13b	5,02

Letras distintas em relação ao controle indicam diferenças significativas (Dunnet, 5%). Abbott = porcentagem de eficiência.

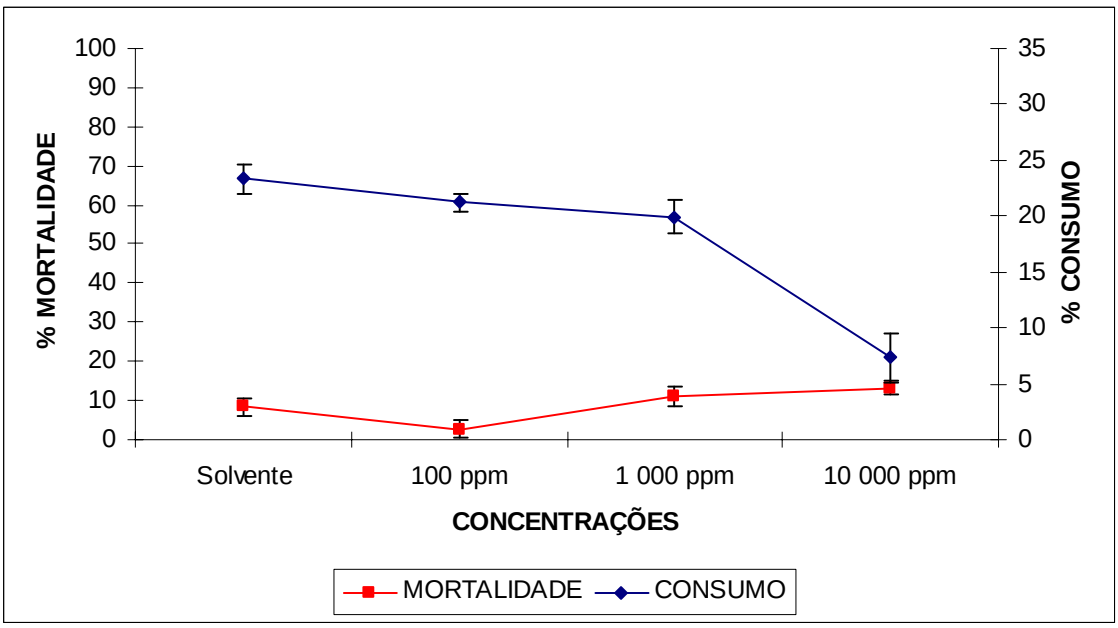


Figura 10 – Porcentagem média de mortalidade e consumo (± Desvio Padrão) de *C. gestroi* (n = 315) alimentados com papelão corrugado impregnado com composto piperonílico 3 e observados após 14 dias do início do tratamento.

Tabela 12 – Porcentagem média e respectivo desvio padrão de mortalidade e de consumo de *C. gestroi* após 21 dias expostos ao tratamento com o composto piperonílico 3 nas diferentes concentrações e controle.

Concentração (ppm)	% mortalidade	% consumo	Abbott
Solvente	5,00 ± 3,22a	26,20 ± 0,70a	_
100	8,60 ± 0,95a	25,46 ± 2,50a	4,14
1 000	8,48 ± 1,15a	20,53 ± 1,57a	3,79
10 000	15, 77 ± 4,11a	5,37 ± 4,48b	11,38

Letras distintas em relação ao controle indicam diferenças significativas (Dunnet, 5%). Abbott = porcentagem de eficiência.

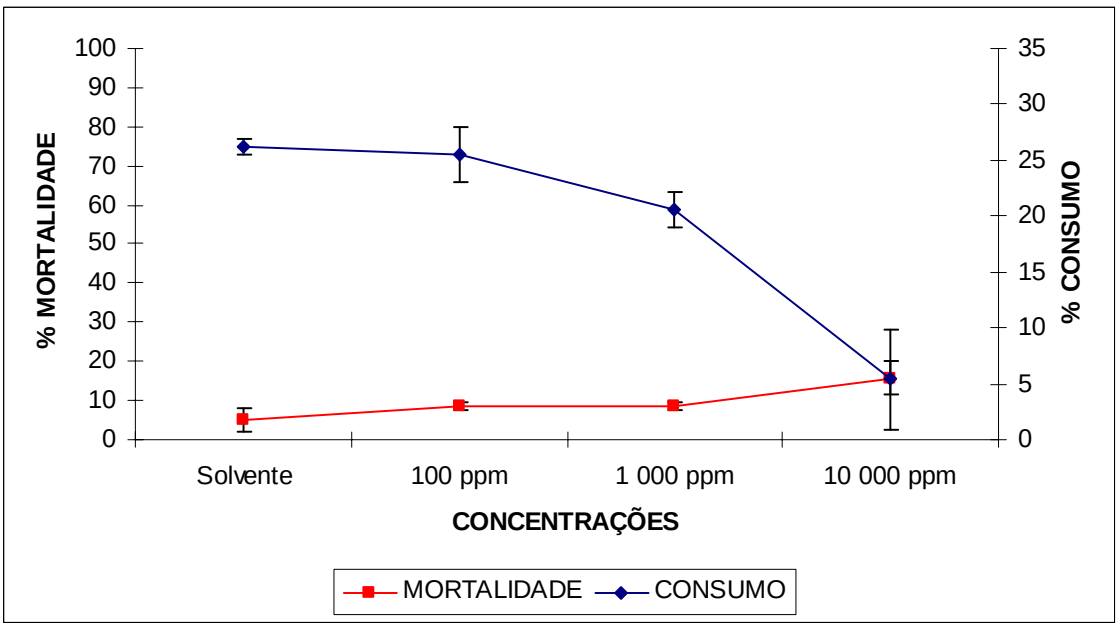


Figura 11 – Porcentagem média de mortalidade e consumo (± Desvio Padrão) de *C. gestroi* (n = 315) alimentados com papelão corrugado impregnado com composto piperonílico 3 e observados após 21 dias do início do tratamento.

Tabela 13 – Porcentagem média e respectivo desvio padrão de mortalidade e de consumo de *C. gestroi* após 28 dias expostos ao tratamento com o composto piperonílico 3 nas diferentes concentrações e controle.

Concentração (ppm)	% mortalidade	% consumo	Abbott
Solvente	19,87 ± 1,30a	28,87 ± 1,30a	_
100	27,97 ± 1,84a	21,97 ± 1,79a	9,84
1 000	37,10 ± 2,57b	22,36 ± 2,69a	21,31
10 000	69,37 ± 27,00b	6,97 ± 2,17b	61,88

Letras distintas em relação ao controle indicam diferenças significativas (Dunnet, 5%). Abbott = porcentagem de eficiência.

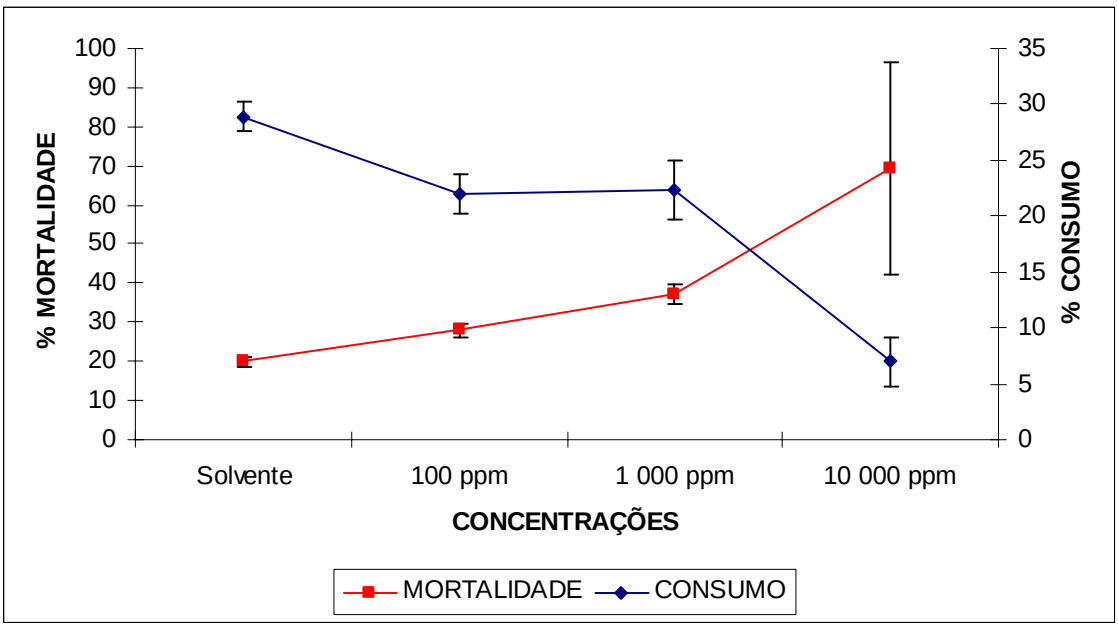


Figura 12 – Porcentagem média de mortalidade e consumo (± Desvio Padrão) de *C. gestroi* (n = 315) alimentados com papelão corrugado impregnado com composto piperonílico 3 e observados após 28 dias do início do tratamento.

Observações realizadas no término de cada período de análise revelaram sintomas de intoxicação como letargia, abdome prostrado, pernas curvadas e imobilidade dos cupins forrageiros nas três concentrações.

As análises gráficas e estatísticas do composto piperonílico 3 revelaram toxicidade baixa para a concentração menor no 14º e 21º dias de observação, porém com aumento acentuado no 28º dia de observação. Esse efeito também foi observado para a concentração intermediaria e maior, principalmente no 28º dia. Isto foi suficiente para alcançar uma eficiência razoável.

Diante de tais resultados, seria importante testar concentrações menores e maiores do que 10 000 ppm do composto piperonílico 3, não realizado devido à dificuldade de síntese dessa substância.

6.5. Composto piperonílico 5

As comparações pelo teste de (Mann-Whitney) de mortalidade e consumo entre os controles água e solvente no 14º dia resultam, respectivamente, em (U = 1,00; p = 0,1266 e U = 3,00; p = 0,5127). Na segunda vistoria realizada com 21 dias resultou em (U = 2,50; p = 0,3827 e U = 1,00; p = 0,1266, Mann-Whitney) para mortalidade e consumo respectivamente e na terceira vistoria realizada com 28 dias (U = 4,00; p = 0,8273 e U = 1,00; p = 0,1266, Mann-Whitney) para mortalidade e consumo respectivamente. Esses resultados indicam que o solvente não influenciou na taxa de mortalidade e o controle água foi excluído das analises posteriores.

Os valores de mortalidade quando comparados controle solvente e as concentrações no período de 14 dias (Kruskal-Wallis), não revelaram diferença significativa (H = 0,7838; p = 0,8533). Por outro lado, a comparação entre consumo, o valor de H foi 9,4249 e o valor de p foi igual a 0,0241 (Kruskal-Wallis), o que indica que houve diferença significativa ao nível de 5%. Esta diferença ocorreu entre o controle e a concentração de 10 000 ppm (tabela 14, figura 13).

No 21º dia, para o critério mortalidade o valor de H foi 9,4122 e o valor de p foi igual a 0,0495 (Kruskal-Wallis), o que indica que houve diferença significativa ao nível de 5%. Esta diferença ocorreu entre o controle e a concentração de 10 000 ppm. Para o critério consumo o valor de H foi 9,6667 e o valor de p foi igual a 0,0216 (Kruskal-Wallis), o que

mostra que houve diferença significativa ao nível de 5%. Esta diferença ocorreu entre o controle e as concentrações de 1 000 ppm e 10 000 ppm (tabela 15, figura 14).

No 28º dia, para o critério mortalidade o valor de H foi 9,6185 e o valor de *p* foi igual a 0,0221 (Kruskal-Wallis), o que indica que houve diferença significativa ao nível de 5%. Esta diferença ocorreu entre o controle e as concentrações de 1 000 ppm e 10 000 ppm. Para o critério consumo o valor de H foi 8,8974 e o valor de *p* foi igual a 0,0307 (Kruskal-Wallis), o que mostra que houve diferença significativa ao nível de 5%. Esta diferença ocorreu entre o controle e a concentração de 10 000 ppm (tabela 16, figura 15).

Tabela 14 – Porcentagem média e respectivo desvio padrão de mortalidade e de consumo de *C. gestroi* após 14 dias expostos ao tratamento com o composto piperonílico 5 nas diferentes concentrações e controle.

Concentração (ppm)	% mortalidade	% consumo	Abbott
Solvente	0,65 ± 1,12a	14,47 ± 2,03a	_
100	0,11 ± 0,19a	11,64 ± 1,25a	_
1 000	0,22 ± 1,19a	11,68 ± 1,19a	_
10 000	0,33 ± 0,79a	5,58 ± 0,79b	_

Letras distintas em relação ao controle indicam diferenças significativas (Dunnet, 5%). Abbott = porcentagem de eficiência.

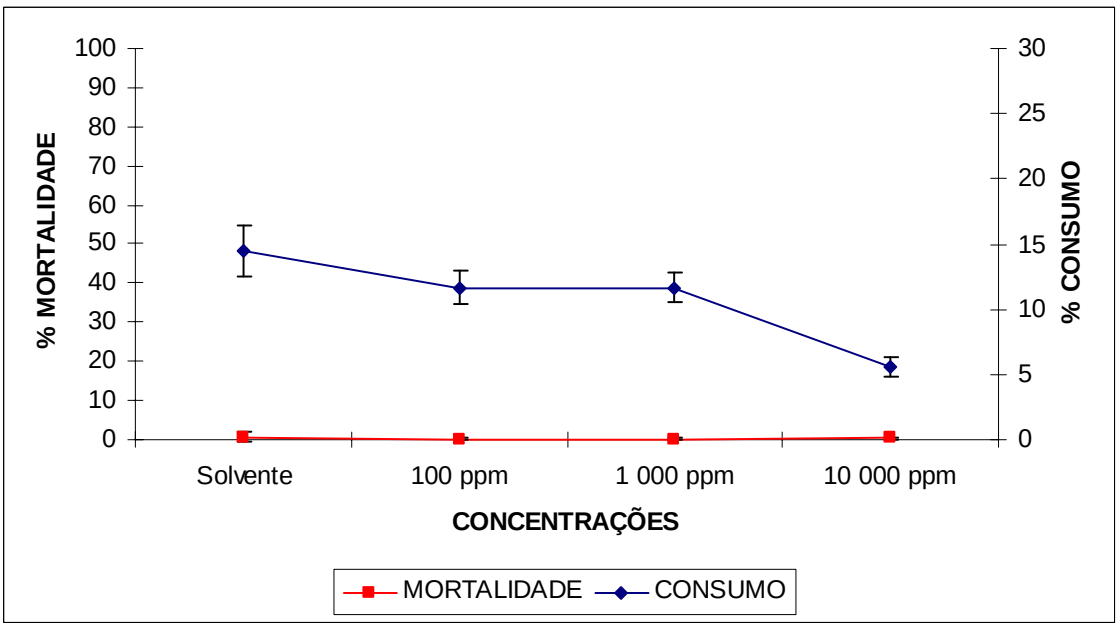


Figura 13 – Porcentagem média de mortalidade e consumo (± Desvio Padrão) de *C. gestroi* (n = 315) alimentados com papelão corrugado impregnado com composto piperonílico 5 e observados após 14 dias do início do tratamento.

Tabela 15 – Porcentagem média e respectivo desvio padrão de mortalidade e de consumo de *C. gestroi* após 21 dias expostos ao tratamento com o composto piperonílico 5 nas diferentes concentrações e controle.

Concentração (ppm)	% mortalidade	% consumo	Abbott
Solvente	2,20 ± 2,40a	22,23 ± 2,05a	_
100	1,84 ± 2,91a	14,77 ± 2,49a	_
1 000	6,82 ± 5,06a	12,50 ± 0,71b	4,70
10 000	16,23 ± 5,62b	4,74 ± 2,53b	14,43

Letras distintas em relação ao controle indicam diferenças significativas (Dunnet, 5%). Abbott = porcentagem de eficiência.

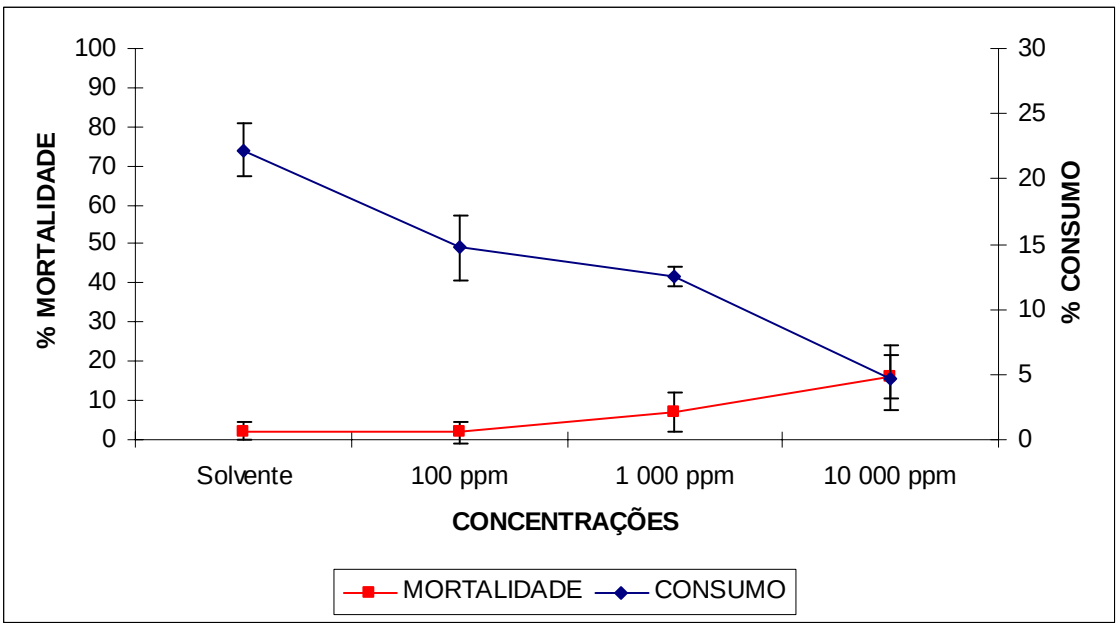


Figura 14 – Porcentagem média de mortalidade e consumo (± Desvio Padrão) de *C. gestroi* (n = 315) alimentados com papelão corrugado impregnado com composto piperonílico 5 e observados após 21 dias do início do tratamento.

Tabela 16 – Porcentagem média e respectivo desvio padrão de mortalidade e de consumo de *C. gestroi* após 28 dias expostos ao tratamento com o composto piperonílico 5 nas diferentes concentrações e controle.

Concentração (ppm)	% mortalidade	% consumo	Abbott
Solvente	13,23 ± 5,86a	20,77 ± 4,91a	_
100	25,43 ± 3,38a	11,45 ± 3,04a	14,34
1 000	51,32 ± 39,27b	13,68 ± 2,12a	44,15
10 000	66, 04 ± 27,06b	6,05 ± 0,67b	61,13

Letras distintas em relação ao controle indicam diferenças significativas (Dunnet, 5%). Abbott = porcentagem de eficiência.

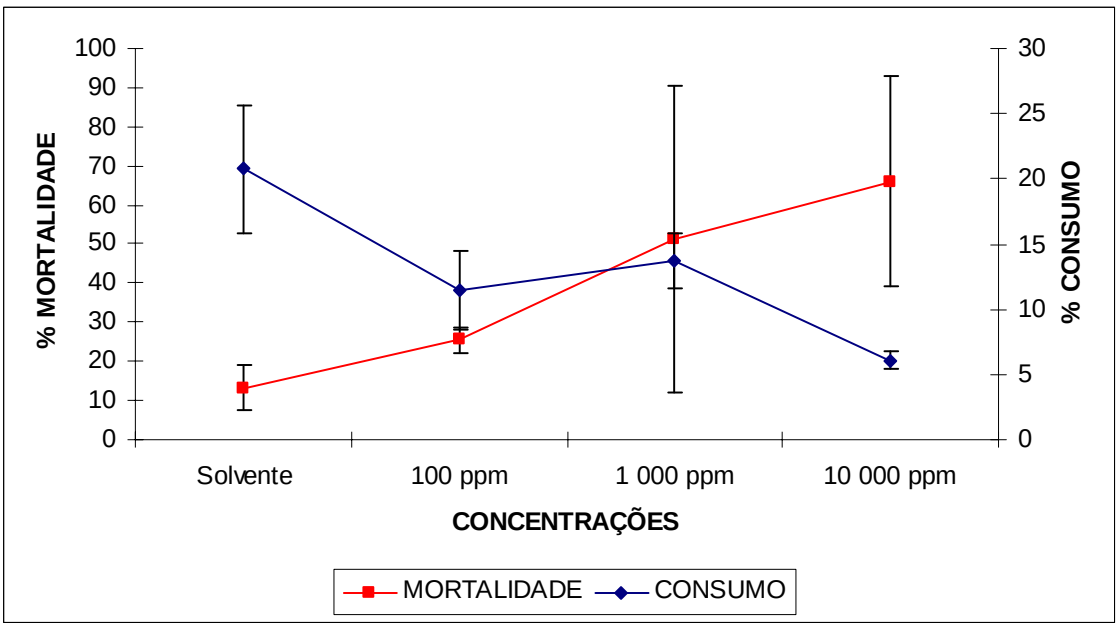


Figura 15 – Porcentagem média de mortalidade e consumo (± Desvio Padrão) de *C. gestroi* (n = 315) alimentados com papelão corrugado impregnado com composto piperonílico 5 e observados após 28 dias do início do tratamento.

Observações realizadas ao término de cada período de análise revelaram sintomas de intoxicação como letargia, abdome prostrado, pernas curvadas e imobilidade dos cupins forrageiros nas três concentrações.

As análises gráficas e estatísticas do composto piperonílico 5 revelaram toxicidade baixa para a menor concentração; porém, com aumento acentuado para as concentrações intermediaria e maior, principalmente no 28º dia de observação. Isto foi suficiente para alcançar uma eficiência razoável.

Diante de tais resultados, seria importante testar concentrações menores e maiores do que 10 000 ppm do composto piperonílico 5, não realizado devido a dificuldade de síntese da substância.

6.6. Bistrifluron

As comparações entre os controles água e solvente para mortalidade e consumo resultaram em diferenças não significativas para os períodos analisados, ou seja, para 14 dias (U = 4,00; p = 0,8273 e U = 3,00; p = 0,5127, Mann-Whitney), para 21 dias (U = 2,50; p = 0,3827 e U = 1,00; p = 0,1266, Mann-Whitney) e para 28 dias (U = 4,00; p = 0,8273 e U = 1,00; p = 0,1266, Mann-Whitney) respectivamente. Tais resultados indicam que o solvente utilizado não influenciou na mortalidade e no consumo.

Os resultados de mortalidade e consumo, quando comparados com o controle solvente nas várias concentrações estão descritos a seguir. No período de 14 dias (H = 10,4211; p = 0,0153 e H = 9,9744; p = 0,0188) para mortalidade e consumo respectivamente, que apresentaram diferença significativa em relação ao controle para as concentrações de 5 000 ppm e 10 000 ppm (Kruskal-Wallis) (tabela 17, figura 16).

Na observação com 21 dias a mortalidade apresentou diferença significativa para as três concentrações (H = 10,6920; p = 0,0135, Kruskal-Wallis); enquanto que o consumo apresentou diferença significativa para as concentrações de 5 000 ppm e 10 000 ppm (H = 10,3846; p = 0,0156, Kruskal-Wallis) (tabela 18, figura 17).

Na ultima observação com 28 dias a mortalidade também apresentou diferença significativa para as três concentrações (H = 10,8000; p = 0,0129, Kruskal-Wallis); enquanto que o consumo apresentou diferença significativa para as concentrações 5 000 ppm e 10 000 ppm (H = 9,9744; p = 0,0188, Kruskal-Wallis) (tabela 19, figura 18).

Tabela 17 – Porcentagem média e respectivo desvio padrão de mortalidade e de consumo de *C. gestroi* após 14 dias expostos ao tratamento com bistrifluron nas diferentes concentrações e controle.

Concentração (ppm)	% mortalidade	% consumo	Abbott
Solvente	4,26 ± 4,43a	14,47 ± 2,03a	_
1 000	13,13 ± 2,96a	10,36 ± 0,62a	9,43
5 000	38,24 ± 3,10b	7,32 ± 1,61b	35,69
10 000	51,75 ± 2,72b	4,87 ± 0,93b	49,83

Letras distintas em relação ao controle indicam diferenças significativas (Dunnet, 5%). Abbott = porcentagem de eficiência.

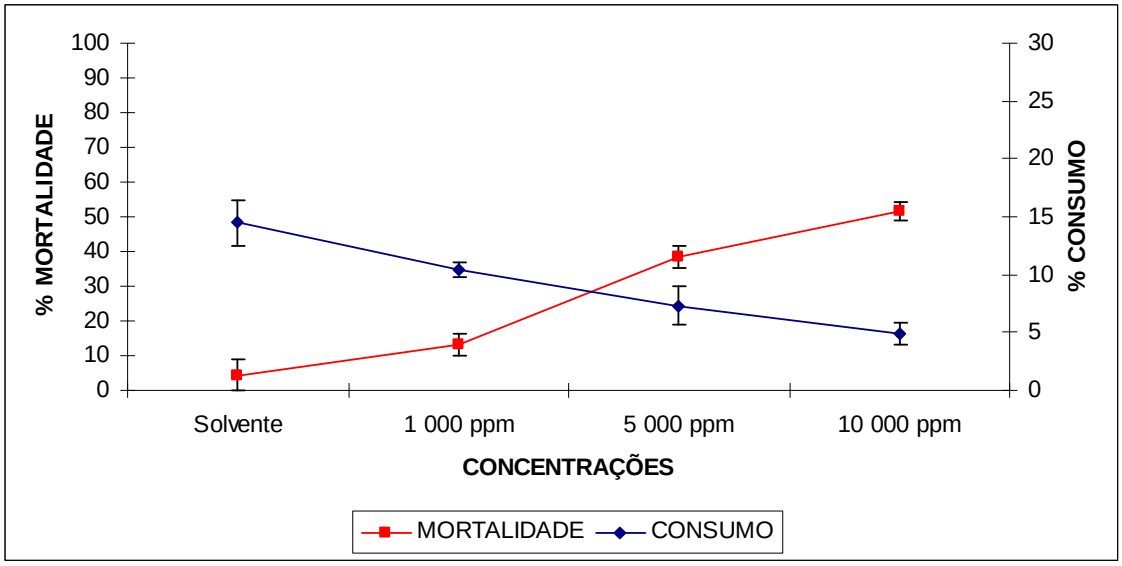


Figura 16 – Porcentagem média de mortalidade e consumo (± Desvio Padrão) de *C. gestroi* (n = 315) alimentados com papelão corrugado impregnado com bistrifluron e observados após 14 dias do início do tratamento.

Tabela 18 – Porcentagem média e respectivo desvio padrão de mortalidade e de consumo de *C. gestroi* após 21 dias expostos ao tratamento com bistrifluron nas diferentes concentrações e controle.

Concentração (ppm)	% mortalidade	% consumo	Abbott
Solvente	14,76 ± 4,91a	22,23 ± 2,05a	_
1 000	36,37 ± 2,71b	15,18 ± 1,88a	57,57
5 000	100 ± 0,00b	10,22 ± 0,76b	100
10 000	100 ± 0,00b	7,32 ± 1,18b	100

Letras distintas em relação ao controle indicam diferenças significativas (Dunnet, 5%). Abbott = porcentagem de eficiência.

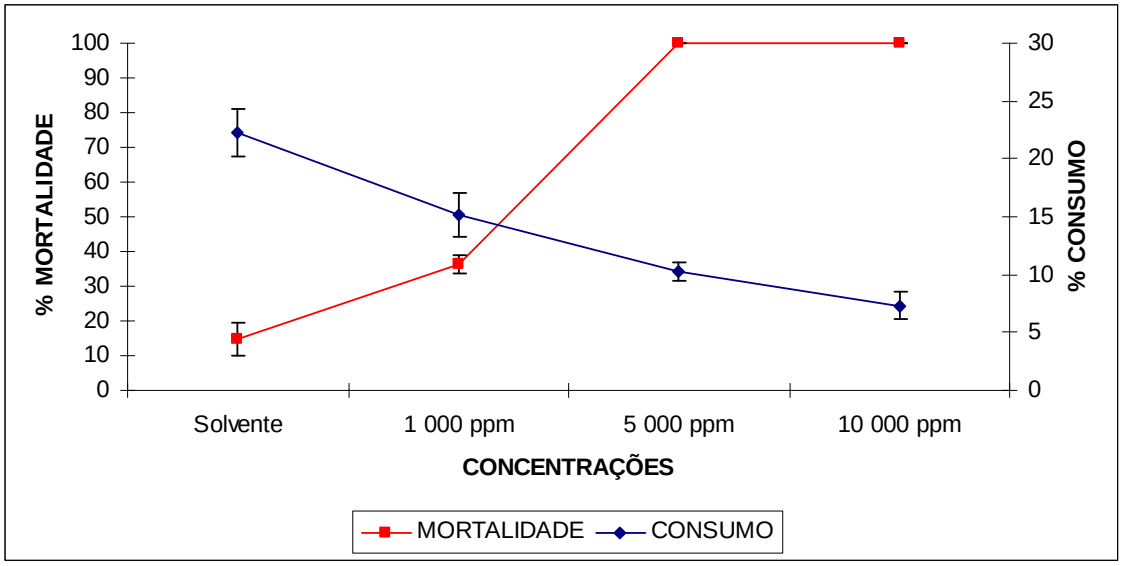


Figura 17 – Porcentagem média de mortalidade e consumo (± Desvio Padrão) de *C. gestroi* (n = 315) alimentados com papelão corrugado impregnado com bistrifluron e observados após 21 dias do início do tratamento.

Tabela 19 – Porcentagem média e respectivo desvio padrão de mortalidade e de consumo de *C. gestroi* após 28 dias expostos ao tratamento com bistrifluron nas diferentes concentrações e controle.

Concentração (ppm)	% mortalidade	% consumo	Abbott
Solvente	13,23 ± 5,86a	20,77 ± 4,91a	_
1 000	100 ± 0,00b	12,72 ± 1,08a	100
5 000	100 ± 0,00b	9,05 ± 1,79b	100
10 000	100 ± 0,00b	6,71 ± 2,03b	100

Letras distintas em relação ao controle indicam diferenças significativas (Dunnet, 5%). Abbott = porcentagem de eficiência.

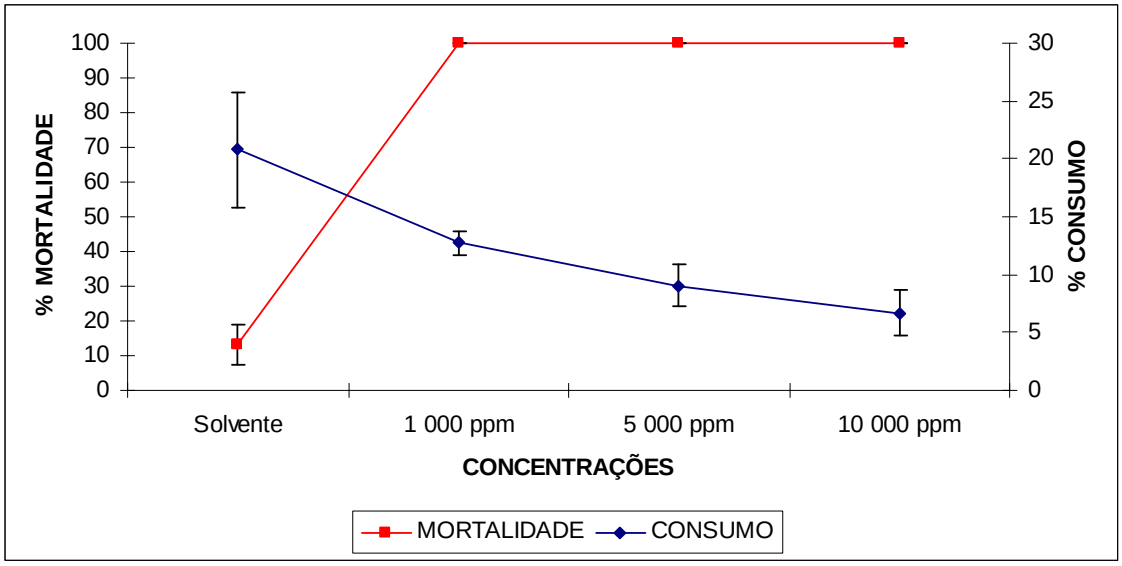


Figura 18 – Porcentagem média de mortalidade e consumo (± Desvio Padrão) de *C. gestroi* (n = 315) alimentados com papelão corrugado impregnado com bistrifluron e observados após 28 dias do início do tratamento.

No geral, pode ser observado que a mortalidade foi crescente para o fator concentração e também em relação ao tempo de exposição dos cupins forrageiros ao bistrifluron.

A redução do consumo para as duas concentrações maiores se deu, provavelmente, à intoxicação e posterior mortalidade dos forrageiros.

A eficiência máxima do bistrifluron, avaliada pela fórmula de Abbott foi atingida para as concentrações de 5 000 ppm e 10 000 ppm no intervalo de 14 dias para 21 dias e para todas as concentrações no intervalo de 21 dias para 28 dias.

As características apresentadas pelo bistrifluron (bom consumo, ausência de repelência e efeito retardado) atendem plenamente as necessidades de controle de *C. gestroi* pela metodologia de isca.

Tabela 20 - Diagrama de valores de H, *p* e Abbott das amidas, compostos piperonílicos e bistrifluron, nas respectivas concentrações para o critério mortalidade.

Morfolina (amida 7)	100 ppm	1 000 ppm	10 000 ppm	**Composto piperonílico 3**	100 ppm	1 000 ppm	10 000 ppm
14 dias H = 7,2688 *p* = 0,0638	não significativo Abbott = 2,40	não significativo Abbott = 4,79	não significativo Abbott = 9,93	14 dias H = 7,3333 *p* = 0,0600	não significativo Abbott = --	não significativo Abbott = 2,87	não significativo Abbott = 5,02
21 dias H = 4,3308 *p* = 0,2279	não significativo Abbott = --	não significativo Abbott = 1,92	não significativo Abbott = 0,77	21 dias H = 7,6667 *p* = 0,0534	não significativo Abbott = 4,14	não significativo Abbott = 3,79	não significativo Abbott = 11,38
28 dias H = 0,7944 *p* = 0,8508	não significativo Abbott = 3,77	não significativo Abbott = 3,39	não significativo Abbott = 7,55	28 dias H = 10,3846 *p* = 0,0156	não significativo Abbott = 9,84	*p* < 0,05 Abbott = 21,31	*p* < 0,05 Abbott = 61,88
Diisopropilamina (amida 10)	100 ppm	1 000 ppm	10 000 ppm	**Composto piperonílico 5**	100 ppm	1 000 ppm	10 000 ppm
14 dias H = 9,4075 *p* = 0,0243	não significativo Abbott = --	não significativo Abbott = --	*p* < 0,05 Abbott = 11,57	14 dias H = 0,7838 *p* = 0,8533	não significativo Abbott = --	não significativo Abbott = --	não significativo Abbott = --
21 dias H = 8,4722 *p* = 0,0372	não significativo Abbott = --	não significativo Abbott = --	*p* < 0,05 Abbott = 15,00	21 dias H = 9,4122 *p* = 0,0495	não significativo Abbott = --	não significativo Abbott = 4,70	*p* < 0,05 Abbott = 14,43
28 dias H = 9,1234 *p* = 0,0495	não significativo Abbott = 9,43	não significativo Abbott = 9,06	*p* < 0,05 Abbott = 26,04	28 dias H = 9,6185 *p* = 0,0221	não significativo Abbott = 14,34	*p* < 0,05 Abbott = 44,15	*p* < 0,05 Abbott = 61,13
Composto piperonílico 1	100 ppm	1 000 ppm	10 000 ppm	**Bistrifluron**	1 000 ppm	5 000 ppm	10 000 ppm
14 dias H = 7,7509 *p* = 0,0515	não significativo Abbott = --	não significativo Abbott = 6,75	não significativo Abbott = 14,29	14 dias H = 10,4211 *p* = 0,0153	não significativo Abbott = 9,43	*p* < 0,05 Abbott = 35,69	*p* < 0,05 Abbott = 49,83
21 dias H = 9,8038 *p* = 0,0203	não significativo Abbott = --	*p* < 0,05 Abbott = 9,58	*p* < 0,05 Abbott = 27,08	21 dias H = 10,6920 *p* = 0,0135	*p* < 0,05 Abbott = 57,57	*p* < 0,05 Abbott = 100	*p* < 0,05 Abbott = 100
28 dias H = 10,3846 *p* = 0,0156	não significativo Abbott = 5,35	*p* < 0,05 Abbott = 14,00	*p* < 0,05 Abbott = 37,45	28 dias H = 10,8000 *p* = 0,0129	*p* < 0,05 Abbott = 100	*p* < 0,05 Abbott = 100	*p* < 0,05 Abbott = 100

Tabela 21 - Diagrama de valores de H e *p* das amidas, compostos piperonílicos e bistrifluron, nas respectivas concentrações para o critério consumo.

Morfolina (amida 7)	100 ppm	1 000 ppm	10 000 ppm	**Composto piperonílico 3**	100 ppm	1 000 ppm	10 000 ppm
14 dias H = 9,4615 *p* = 0,0237	não significativo	*p* < 0,05	*p* < 0,05	14 dias H = 9,6185 *p* = 0,0221	não significativo	não significativo	*p* < 0,05
21 dias H = 9,4864 *p* = 0,0235	não significativo	*p* < 0,05	*p* < 0,05	21 dia H = 9,4615 *p* = 0,0237	não significativo	não significativo	*p* < 0,05
28 dias H = 9,4122 *p* = 0,0495	não significativo	não significativo	*p* < 0,05	28 dias H = 9,3590 *p* = 0,0249	não significativo	não significativo	*p* < 0,05
Diisopropilamina (amida 10)	100 ppm	1 000 ppm	10 000 ppm	**Composto piperonílico 5**	100 ppm	1 000 ppm	10 000 ppm
14 dias H = 7,3077 *p* = 0,0627	não significativo	não significativo	não significativo	14 dias H = 9,4249 *p* = 0,0241	não significativo	não significativo	*p* < 0,05
21 dias H = 8,1282 *p* = 0,0434	não significativo	não significativo	*p* < 0,05	21 dias H = 9,6667 *p* = 0,0216	não significativo	*p* < 0,05	*p* < 0,05
28 dias H = 8,8975 *p* = 0,0423	não significativo	não significativo	*p* < 0,05	28 dias H = 8,8974 *p* = 0,0307	não significativo	não significativo	*p* < 0,05
Composto piperonílico 1	100 ppm	1 000 ppm	10 000 ppm	**Bistrifluron**	1 000 ppm	5 000 ppm	10 000 ppm
14 dias H = 10,3846 *p* = 0,0156	não significativo	*p* < 0,05	*p* < 0,05	14 dias H = 9,9744 *p* = 0,0188	não significativo	*p* < 0,05	*p* < 0,05
21 dias H = 10,3846 *p* = 0,0156	não significativo	*p* < 0,05	*p* < 0,05	21 dias H = 10,3846 *p* = 0,0156	não significativo	*p* < 0,05	*p* < 0,05
28 dias H = 9,6667 *p* = 0,0216	não significativo	*p* < 0,05	*p* < 0,05	28 dias H = 9,9744 *p* = 0,0188	não significativo	*p* < 0,05	*p* < 0,05

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alguns autores defendem a idéia de que para o controle de cupins subterrâneos não há necessidade da eliminação da colônia, mas sim prevenção ou remoção das infestações seriam suficientes (FORSCHLER, 1996 a; FORSCHLER e TOWNSEND, 1996b). A prevenção pela barreira química utiliza grandes quantidades de inseticidas altamente tóxicos e poluidores. O mesmo efeito pode ser obtido com o emprego de iscas, uma vez que vários trabalhos revelaram que mesmo não havendo o controle total da colônia, a área fica protegida do ataque dos cupins (THORNE e TRANIELLO, 1994; PAWSON e GOLD, 1996).

A utilização de iscas no controle de insetos é uma tecnologia antiga, mais recentemente seu uso tem sido estimulado devido ao grande apelo ambiental, principalmente devido à pequena quantidade de inseticida utilizada e de baixa toxicidade aos vertebrados em geral.

Particularmente, no caso dos insetos sociais essa tecnologia é altamente favorável, pois uma parte da população é responsável pela coleta de alimento e distribuição aos demais membros da colônia. Este comportamento favorece a distribuição do inseticida para a maioria dos indivíduos. Para que isto ocorra, o ingrediente ativo deve apresentar algumas características importantes, tais como não ser repelente, ter ação lenta, agir em pequenas concentrações e ser rapidamente degradável quando exposto ao ambiente.

A procura de novos ingredientes ativos envolve a fitoquímica, área prospectiva de novas moléculas químicas presentes nos vegetais. A partir da identificação dos constituintes químicos, alterações moleculares podem ser necessárias para aumentar a toxicidade.

Desta forma, efeitos tóxicos e fungistáticos foram observados para vários grupos de insetos, cujas moléculas serviram de base para a síntese das amidas e compostos piperonílicos (PAGNOCCA et al., 1996; PAULA et al., 2000; VICTOR et al., 2001; BUENO et al., 2004; MORINI et al., 2005).

No presente trabalho, apesar da baixa mortalidade observada durante o período estipulado nos bioensaios para as duas amidas testadas, foi possível identificar a intoxicação dos cupins ao longo do tempo. Os indivíduos apresentaram sintomas como dificuldade de ficar em posição correta, abdome achatado e letargia semelhante aos observados por Paula et al. (2000) para *Cornitermes cumulans* em bioensaios de aplicação tópica com amidas derivadas da piperina. Os sintomas observados são semelhantes aos observados por Casarin (2007) utilizando inseticidas tradicionais. O fator negativo apresentado pelas amidas foi o indicativo de repelência.

Apesar de não existir relato da utilização de amidas e compostos piperonílicos sintetizados a partir de extratos vegetais para cupins subterrâneos, Pagnocca et al. (2006) constataram a ação tóxica para operarias de *Atta sexdens rubropilosa* alimentadas com dieta artificial, onde foi incorporada as amidas, e para o fungo do qual essa formiga se alimenta, que foi inoculado com as amidas. Nove amidas similares à natural foram sintetizadas e identificadas com o auxilio dos dados de espectrometria. A análise dos dados apontam cinco amidas com potencial para serem utilizadas no controle, duas por apresentarem alta toxicidade para as formigas e três por inibirem totalmente o desenvolvimento do fungo, sendo que dessas cinco apenas uma apresentou ambos os efeitos. Os autores ainda afirmaram que a cadeia carbônica lateral potencializa a ação dos radicais e que quanto maior a cadeia maior deve ser a ação inseticida (PAULA et al., 2000).

Victor et al. (2001) verificaram o mesmo tipo de ação, em bioensaios semelhantes aos anteriores, tanto para as formigas cortadeiras quanto para o fungo simbionte por parte de éteres sintéticos contendo o grupo piperonil. Observaram que três dos sete compostos analisados apresentam resultados promissores e evidenciaram que com o aumento do número de carbonos na cadeia lateral acentua o efeito inseticida.

Kaar et al. (2004) em bioensaios semelhantes aos realizados neste trabalho, para estipular mortalidade e consumo, avaliaram dois inibidores de síntese de quitina o noviflumuron e o hexaflumuron que pertencem ao grupo químico das Benzoylphenylureas.

Nenhum dos dois inibidores de síntese de quitina apresentou repelência para a espécie *Reticulitermes flavipes* em papel filtro impregnado com concentrações de até 10.000 ppm. A taxa de mortalidade foi de 66% para hexaflumuron para a concentração de 10.000 ppm, enquanto que para noviflumuron foi 100% na mesma concentração e período de tempo do tratamento.

Kubota et al. (2006) avaliaram dois inibidores de síntese de quitina em bioensaios laboratoriais, o hexaflumuron (já comercializado em forma de isca nos EUA) e o bistrifluron (já comercializado em forma de isca no Japão). No bioensaio sem escolha os resultados demonstraram uma mortalidade significativa maior para bistrifluron 100% na 6ª semana para as concentrações de 5.000 ppm e 10.000 ppm, enquanto que para hexaflumuron foi de respectivamente 33,8% e 99,4% no mesmo período, com um consumo maior para os tratamentos com hexaflumuron. Já no bioensaio de dupla escolha não houve diferença na taxa de mortalidade entre os tratamentos e o controle, mas sim apresentou uma diminuição do consumo, que foi significantemente menor nos grupos tratados com hexaflumuron.

Kubota et al. (2008) verificaram a transmissão do bistrifluron entre operários de *C. formosanus* contaminados para não contaminados e avaliaram sua dose letal na concentração de 5,000 ppm, em bioensaios laboratoriais sem escolha. Os autores afirmam que a dose letal esta próxima de 400 ng de bistrifluron por operário para que o inseticida não tenha um efeito imediato e assim possa ser transferido para toda colônia, sendo que para eliminar 1,000,000 de indivíduos forrageiros seriam necessários 400 mg de bistrifluron, e quando comparado com a isca contendo hexaflumuron uma colônia só é eliminada quando consome aproximadamente 1g de ingrediente ativo. Quando analisada a transferência do bistrifluron os autores evidenciaram que o bistrifluron não fica acumulado no corpo gorduroso do inseto e sim fica circulando entre os órgãos e tecidos, fato que pode explicar o sucesso de transferência de operários contaminados para operários não contaminados.

No presente trabalho, os dados de consumo de bistrifluron indicam que ocorreu uma diminuição da alimentação para a maior concentração, embora isto não tenha influenciado o efeito do inseticida, pois as concentrações 5.000 ppm e 10.000 ppm alcançaram 100 % de mortalidade já na 3ª semana. Isto evidencia a ausência de repelência com o aumento da mortalidade dos forrageiros.

8. CONCLUSÕES

Os compostos piperonílicos apresentaram atividade termiticida quando incorporados em material celulósico, porém, exibiram repelência. Novos estudos são necessários para melhorar a eficácia dos compostos, enquanto que o inibidor de síntese de quitina esta em condições para ser testado em campo.

Especificamente, pode-se concluir que:

1 – Amidas: pouco promissoras, com baixa mortalidade, baixa eficácia e repelente.

2 – Compostos piperonílicos: razoavelmente promissores, com alta mortalidade e eficácia dentre as concentrações.

3 – Inibidor de síntese de quitina: promissor, com alta mortalidade, alta eficácia e não repelente.

Assim, os resultados obtidos nesse trabalho indicam concentrações entre 5 000 ppm e 10 000 ppm de bistrifluron para uso em iscas, embora sejam necessários testes de campo para analisar o consumo entre as diferentes concentrações.

9. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. C. et al. Flutuação populacional e avaliação de danos por cupins em parcelas tratadas com diferentes inseticidas. **Boletim Técnico da Copersucar**, Piracicaba, v. 46, p. 37-43, 1989.

AYRES, M. et al. **BioEstat 5.0**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e medicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2007. 364 p.

ARAUJO, R. L. Contribuição à biogeografia dos térmitas de São Paulo, Brasil (Insecta, Isoptera). **Arquivos do Instituto Biologico**, São Paulo, v. 25, p. 185-217, 1958.

BARSOTTI, R. C. **Desenvolvimento pós-embrionário de *Coptotermes havilandi* (Isoptera: Rhinotermitidae): analise biométrica e morfologia**. 2001. 140 f. Tese (Doutorado em ciências biológicas, Área de concentração: Zoologia). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"- Instituto de Biociências, Campus de Rio Claro, Rio Claro – SP, 2001.

BLOOMQUIST, J. R. **Insecticides chemistries and characteristics**. Disponível em: http://ipmworld.umn.edu/chapters/bloomq.htm Acesso em 20 Mar. 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Agrotóxicos e Toxicologia**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/toxicologia/banco.htm>. Acesso em: 20 Mar. 2009.

BUENO, O. C. et al. Activity of sesame leaf extracts to the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 44, n. 3, p. 511-518, 2004.

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

CASARIN, F. E. **Seleção de ingredientes ativos para o controle do cupim subterrâneo *Coptotermes gestroi* (Isoptera: Rhinotermitidae)**. 2007, f. 164. Tese (Doutorado em ciências biológicas, Área de concentração: Zoologia). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"- Instituto de Biociências, Campus de Rio Claro, Rio Claro – SP, 2007.

CASTIGLIONI-ROSALES, E. A. **Efeitos de derivados de meliáceas e isolados de fungos entomopatogênicos sobre o cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) (Isoptera: Rhinotermitidae)**. 2001, f.34-40. Tese (Doutorado em Ciências, Área de concentração: Entomologia). Escola superior de agricultura "Luiz de Queiros", Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP, 2001.

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

CONSTANTINO, R. On-line **Termites Database**. Disponível em: <http://w.w.w.unb.br/ib/zoo/docente/constant/catal/catnew.html.> Acesso em: 19, Mar. 2009.

COSTA-LEONARDO, A. M. A metodologia de iscas para o controle de cupins subterrâneos. **Revista Agricultura**, São Paulo, v. 71, n. 3, p. 337-345, 1996.

COSTA-LEONARDO, A. M. **Cupins-praga**: morfologia, biologia e controle. 1. ed. Rio Claro-SP: Divisa, 2002. 128 p.

COSTA-LEONARDO, A. M. Dinâmica do forrageamento em cupins subterrâneos. In: VILELA E. F. et al. (eds) **Insetos Sociais: da biologia à aplicação**. 1. ed. Viçosa-MG: UFV, 2008. 442 p.

COSTA-LEONARDO, A. M.; THORNE, B.L. Iscas e outras metodologias alternativas para o controle de cupins. In: E. BERTI FILHO; L.R. FONTES (eds). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. 1. ed. Piracicaba-SP: FEALQ, 1995. p. 89-94.

COSTA-LEONARDO, A. M.; CMARGO-DIETRICH, C. R. R. Território e população de forrageio de uma colônia de *Coptotermes havilandi* (Isoptera: Rhinotermitidae) em meio urbano. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 66, n. 2, p. 99-105, 1999.

COSTA-LEONARDO ,A. M. et al. Identificação e práticas de manejo de cupins em áreas urbanas. In: SALMERON, E. et al. (org) **Manejo de pragas urbanas**. 1. ed. Piracicaba-SP: CP 2, 2007. p. 41-53.

DUKE, S.O. et al. United Estates Department of Agriculture – Agriculture Research Service Research on Naturals Products for Pest Management. **Pest Management Science**, Sussex, v. 59, p. 708-717, 2003.

EDWARDS, R.; MILL, A. E. **Termites in Buildings**: their biology and control. 1. ed. East Grinstead: Rentokil, 1986. 261 p.

EWART, D. McG. Termite barriers for new construction in Austrália (Isoptera). **Sociobiology**, Chico, v. 37, n. 2, p. 379-388, 2001.

FERNANDES, J. B. et al. Biological activity of limonoids from Meliaceae against subterranean termite (*Heterotermes tenuis* Hagen). **Sociobiology**, Chico, v. 50, n. 3, p. 1-10, 2007.

FERRAZ, M. V. **Estudo Taxonômico e Aspectos da Biologia de Coptotermes (WASMANN, 1896) (Isoptera, Rhinotermitidae) nas Américas**. 2000. 213 f. Tese (Doutorado em Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2000.

FONTES, L.R. Cupins em áreas urbanas. In: BERTI-FILHO, E.; FONTES, L.R. (Ed.) **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. 1. ed. Piracicaba-SP: FEALQ, 1995, p. 57-75.

FONTES, L.R. Considerações sobre a complexidade da interação entre o cupim subterrâneo, *Coptotermes havilandi*, e a arborização no ambiente urbano. In: FONTES, L. R.; BERTI-FILHO, E. (Org.). **Cupins: O desafio do conhecimento**. 1. ed. Piracicaba-SP: FEALQ, 1998. p. 109-124.

FORSCHLER, B. T. Baiting *Reticulitermes* (Isoptera: Rhinotermitidae) field colonies with abamectin and zinc borate treated cellulose in Georgia. **Sociobiology**, chico, v. 28, n. 3, p. 459-484, 1996a.

FORSCHLER, B. T.; TOWNSEND, M. L. Mark-release-recapture estimates of *Reticulitermes* spp. (Isoptera: Rhinotermitidae) colony foraging populations from Georgia, U. S. A. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 25, n. 5, p. 952-962, 1996b.

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba-SP: FEALQ, 2002. p. 791-797.

HUANG, Z.Y. et al. Preliminary studies on the toxicity of the extract from *Ajuga nipponensis* against the termite *Coptotermes formosanus* (Shiraki). **Natural Enemies of Insects**, New York, v.12, n.4, p.187-193, 1990.

JUSTI JUNIOR, J. et al. Iscas: uma nova tecnologia para eliminação de colônias de cupins subterrâneos em estruturas complexas - prédios históricos, arquivos e bibliotecas. resultados no Brasil. In: XI CONGRESSO DA ABRACOR-Associação Brasileira de Conservadores-Restauradores de Bens Culturais, n. 11, 2002, Rio de Janeiro-RJ: **Anais do XI Congresso**... , Rio de Janeiro-RJ: Gráfica Corbã, 2002. p. 79-84.

KARR, L. K. et al. Laboratory performance and pharmacokinetics of the benzoylphenylurea noviflumuron in eastern subterranean térmites (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 97, p. 593-600, 2004.

KIRTON, L. G.; BROWN, V. K. The taxonomic status of pest especies of *Coptotermes* in Southeast Asia: resolving the paradox in the pest status of the termites, *Coptotermes gestroi*, *C. havilandi* and *C. travians* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology**, Chico, v. 42, n.1, p. 43-63, 2003.

KUBOTA, S. et al. Laboratory Evaluation of Bistrifluron, a Benzoylphenylurea Compound, as a Bait Toxicant Against *Coptotermes formosanus*. **Journal of economic Entomology**, Lanham, v. 99, n. 4, p. 1363-1368, 2006.

KUBOTA, S. et al. Termiticidal efficacy of bistrifluron as a bait toxicant against the Japanese subterranean termites *Coptotermes formosanus* and *Reticulitermes speratus* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology**, Chico, v. 50, n. 2, p. 623-631, 2007.

KUBOTA, S. et al. Lethal dose and horizontal transfer of bistrifluron, a benzoylphenylurea, in workers of formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae).**The Journal of Pesticide Science**, Tókio, v. 33, n. 3, p. 243-248, 2008.

LEE, K. E.; WOOD, T. G. **Termites and Soils**. 1. ed. London: Academic Press, 1971. 251 p.

LEE, C. L. et al. Field efficacy of Recruit® III termite bait (0.5% noviflumuron) against *Coptotermes gestroi* (Isoptera : Rhinotermitidae) in Southeast Ásia. In: Ten-Minute papers, Section Fb. Urban Entomology, **Annual Meeting**…, Entomological Societe of América, 2004, Indianápolis. Disponível em : http://esa.confex.com/esa/2004/techprogram/paper_15350.htm. Acesso em 16 Mar. 2009.

LELIS, A. T. et al. **Biodeterioração de madeiras em edificações**. 1. ed. São Paulo- SP: Instituto de Pesquisa Tecnológica, 2001. 54 p. Manual IPT.

LENZ, M. et al. A novel chemical barrier system, Kordon TMB, for the protection of buildings against subterranean termitesusing a synthetic matrix as carrier for the chemical. In: ANNUAL MEETING INTERNATIONAL RESEARCH GROUP ON WOOD PRESERVATION, N. 29, 1998, Stockholm-Sweden. **Proceedings**..., Stockholm-Sweden: 1998, p. 8.

LOGAN, J. W. M. et al. Termites (Isoptera) control in agriculture and forestry by nonchemical methods - a review. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 80, n. 3, p. 309-330, 1990.

MARTIUS, C. Perspectivas do controle biológico de cupins (Insecta, Isoptera). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 41, n. 2-4, p.179-194, 1998.

MILANO, S. Diagnóstico e controle de cupins em áreas urbanas. In: FONTES, L. R.; BERTI-FILHO, E. (Org.). **Cupins: O desafio do conhecimento**. 1. ed. Piracicaba-SP: FEALQ, 1998. p. 45-74.

MILANO, S.; FONTES, L.R**. Cupim e Cidade**: implicações ecológicas e controle. 1. ed. São Paulo-SP: Conquista Artes Gráficas, 2002. 141p.

MORINI, M. S. C. et al. Toxicity of sesame seed to leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 45, n. 1, p. 195-204, 2005.

MYLES, T. G. Development and evaluation of a transmissible coating for control of subterranean térmites. **Sociobiology**, Chico, v.28, n. 3, p. 373-401, 1996.

NAKANO, O. et al. **Entomologia Econômica**. 1. ed. Piracicaba-SP: FEALQ, 1981. p. 300-301.

NWILENE, F. E. et al. Efficacy of traditional practices and botanicals for the control of termites on rice at Ikenne, southwest Nigeria. **International journal of tropical insect science**, Wallingford, v. 28, n. 1, p. 37–44, 2008.

PAGNOCCA, F. C. et al. Toxicity of lignans to symbiotic fungus of leaf-cutting ants. **Journal of Chemical Ecology**, Dordrecht, v. 22, n. 7, p. 1325-1330, 1996.

PAGNOCCA, F. C. et al. Synthetic amides toxic to the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* L. and its symbiotic fungus. **Agricultural and Forest Entomology**, Malden, v. 8, p. 17-23, 2006.

PARIHAR, D.R. Termite management in arid zone of Rajasthan, India. **Pest Management of Economic Zoology**, Paris, v.2, n.1, p.81-84, 1994.

PAULA, V. F. et al. Synthesis and insecticidal activity of new amide derivatives of piperine. **Pest Management Science**, Sussex, v. 56, p. 168-174, 2000.

PAWSON, B. M.; GOLD, R. E. Evaluation of baits for termites (Isoptera: Rhinotermitidae) in Texas. **Sociobiology**, Chico, v. 28, n. 3, p. 485-510, 1996.

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

STOLL, G. **Natural crop protection in the tropics**. 1. ed. Langen. Margraf, 1986. 188p.

SU, N. Y. Field evaluation of hexaflumuron bait for population suppression of subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 87, n. 1, p. 389-397, 1994.

SU, N. Y.; SCHEFFRAHN, R. H. Toxicity and lethal time of n-ethyl perfluorooctane sulfonamide against two subterranean termite species (Isoptera: Rhinotermitidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, vol.71, n.1, p. 73-78, 1988a.

SU, N. Y.; SCHEFFRAHN, R. H. Laboratory evaluation of two chitin synthesis inhibitors hexaflumuron and diflubenzuron, as bait toxicants against Formosan and Eastern subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 86, n. 1, p. 1453-1457, 1993b.

SU, N. Y.; SCHEFFRAHN, R. H. A method for elimination of subterranean termite colonies. REC Research Report FTL. **University of Florida**, Gainesville, v. 96, n. 1, p. 1-7, 1996b

SU, N. Y.; SCHEFFRAHN, R. H. A review of subterranean termite control practices and prospects for integrated pest management programs. **Integrated Pest Management Reviews**, Norwell, vol. 3, p. 1-13, 1998.

SU, N. Y.; SCHEFFRAHN, R. H. Termites as Pests of Buildings In: ABE, T. et al. (eds). **Termites: Evolution, sociality, Symbioses and Ecology**. 1. ed. Netherlands: Kluwer, 2000. p. 437-453.

TAKAHASHI-DEL-BIANCO, M. **Toxicidade de extratos foliares de *Canavalia ensiformis* (L.) D.C.E. de alguns princípios ativos de inseticidas comerciais para operárias de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae)**. 2002. 173f. Tese (Doutorado em ciências biológicas, Área de concentração: Zoologia), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"- Instituto de Biociências, Campus de Rio Claro, Rio Claro – SP. 2002.

TAWATA, S. et al. Syntheses and biological activities of dihydro-5,6-dehydrokawain derivatives. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, Tokyo, v.60, n.10, p. 1643-1645, 1996.

THORNE, B. L. Térmite terminology. **Sociobiology**, chico, v. 28, n. 3, p. 253-263, 1996.

THORNE, B. L.; TRANIELLO, J. F. A. Termites: detection and control through baiting. **Pest Managemente**, Dunn Loring, v. 13, n. 9, p. 10-18, 1994.

UMEH, V. C. & IVIBJARO M. F. Effects of termite damage to maize of seed extracts of *Azadirachta indica* and *Piper guineense* in farmers' fields. **Journal of agricultural science**, Cambridge, v. 133, p. 403-407, 1999.

UNEP/FAO/GLOBAL IPM Facility - **Termite Biology and Management Workshop**. Geneva, Switzerland. Disponível em: www.chem.unep.ch/pops/pdf. Acecsso em: 20 mai. 2009.

VICTOR, S. R. et al. Toxicity of synthetic piperonyl compounds to leaf-cutting ants and their symbiotic fungus. **Pest Management Science**, Sussex, v. 57, p. 603-608, 2001.

WATERS, E. M. et al. Mirex. An overview. **Environmental Research**, San Diego, v. 14, p. 212-222, 1977.

WILSON, E. O. **The insect societies**.1. ed. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 1971. 548 p.

WOOD A. **Compendium of Pesticide Common Names**: Insecticides. Disponível em: http://www.alanwood.net/pesticides/class_insecticides.html. Acesso em: 20 Mar. 2009.

YAGA, S. et al. The termite resistance of Okinawan timbers x termiticidal substances from *Bruguiera gymnorrhiza*. **Journal of Japan Wood Research Society**, Tokyo, v.37, n.4, p.358-362, 1991.

ZORZENON, F. J. **Levantamento Pré e Pós-Tratamento de Cupins Subterrâneos e Formigas do Gênero *Camponotus* em Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*), Jacarandá Mimoso (*Jacaranda mimosifolia*), Ipê (*Tabebuia* spp) e Quaresmeira (*Tibouchina granulosa*) em Área determinada no Bairro do Morumbi (Cidade Jardim), Município de São Paulo**. 2004. 88f. (Monografia de especialização em Entomologia Urbana) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"- Instituto de Biociências, Campus de Rio Claro, São Paulo – SP, 2004.

ZORZENON, F.J. **Levantamento, dimensionamento de danos e manejo de cupins subterrâneos formigas carpinteiras em arborização urbana**. 2009, 133f. Dissertação (Mestrado em sanidade, segurança alimentar e ambiental no agronegócio). Instituto Biológico, São Paulo - SP, 2009.

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

ZORZENON, F. J.; POTENZA, M. R. **Cupins**: Pragas em áreas urbanas. São Paulo: Instituto Biológico, 2006, Boletim Técnico. n. 18, 66 p.