

**IMPACTO DO FIPRONIL SOBRE A  
COMUNIDADE DE CUPINS (INSECTA:  
ISOPTERA) EM ÁREAS CULTIVADAS COM  
EUCALIPTO NO CERRADO**

**ANDRÉ LUIZ EVANGELISTA**

**2009**

**ANDRÉ LUIZ EVANGELISTA**

**IMPACTO DO FIPRONIL SOBRE A COMUNIDADE DE CUPINS  
(INSECTA: ISOPTERA) EM ÁREAS CULTIVADAS COM EUCALIPTO  
NO CERRADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, área de concentração em Manejo Integrado de Pragas, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Dr. Ronald Zanetti Bonetti Filho

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Evangelista, André Luiz.

Impacto do fipronil sobre a comunidade de cupins (Insecta:  
Isoptera) em áreas cultivadas com eucalipto no cerrado / André Luiz  
Evangelista. – Lavras : UFLA, 2009.

50 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Ronald Zanetti Bonetti Filho.

Bibliografia.

1. Cupim. 2. Fipronil. 3. Composição. 4. Diversidade. Eucalipto.  
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 632.951

**ANDRÉ LUIZ EVANGELISTA**

**IMPACTO DO FIPRONIL SOBRE A COMUNIDADE DE CUPINS  
(INSECTA: ISOPTERA) EM ÁREAS CULTIVADAS COM EUCALIPTO  
NO CERRADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, área de concentração em Manejo Integrado de Pragas, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 31 de julho de 2009

Prof. Dr. Julio Louzada UFLA

Prof. Dr. Marcelo Passamani UFLA

Prof. Dr. Ronald Zanetti Bonetti Filho

UFLA

(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

A Deus, por estar sempre presente em minha vida.  
Aos meus familiares, pelo essencial apoio, amor e incentivo, pois, sem  
eles, nada teria conquistado nessa vida.  
A minha namorada, Stephannie, pelo imenso carinho, apoio e  
compreensão nos momentos difíceis.  
Aos amigos, pelos belos momentos vividos.  
E a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram e me  
incentivaram a concretizar esta etapa de minha vida,

AGRADEÇO

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras e ao de Departamento de Entomologia, pela oportunidade de cursar o Mestrado em Agronomia – Área de Concentração Entomologia Agrícola.

Ao Dr. Reginaldo Constantino, pela imensa colaboração no projeto e na identificação taxonômica das espécies.

À Fapemig, pela concessão da bolsa de estudos.

À empresa V&M Florestal, pelo apoio técnico e financeiro, indispensáveis para a execução desta pesquisa, em especial aos funcionários Bianca Vique Fernandes, Marcinho e sua equipe e ao Sr. Cecílio.

Aos colegas de curso e, principalmente, os do Laboratório de Pragas Florestais do Departamento de Entomologia da UFLA, Alexandre, Muriel, Marcelo, Vanesca, Gabriel e Olinto, pela amizade e imensa colaboração durante o desenvolvimento desta pesquisa. Agradeço também aos professores e funcionários que, de alguma forma, contribuíram para realização deste trabalho.

Ao Professor Ronald Zanetti, pela orientação, incentivo, paciência e amizade.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO .....	i
ABSTRACT .....	iii
CAPÍTULO 1: Impacto do fipronil sobre a composição da comunidade de cupins (Insecta: Isoptera) em áreas cultivadas com eucalipto, no cerrado	
1 Resumo.....	1
2 Abstract.....	2
3 Introdução.....	3
4 Material e Métodos.....	7
5 Resultados e Discussão.....	11
6 Referências Bibliográficas.....	30
CAPÍTULO 2: Tempo de resiliência da comunidade de cupins (Insecta: Isoptera) em plantios de eucalipto tratados previamente com fipronil, no cerrado	
1 Resumo.....	35
2 Abstract.....	36
3 Introdução.....	37
4 Material e Métodos.....	40
5 Resultados e Discussão.....	44
6 Referências Bibliográficas.....	48

## RESUMO

EVANGELISTA, André Luiz. **Impacto do fipronil sobre a comunidade de cupins (Insecta: Isoptera) em áreas cultivadas com eucalipto no cerrado.** 2009. 50 p. Dissertação (Mestrando em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG\*.

A implantação de florestas com espécies exóticas de *Eucalyptus* vem crescendo substancialmente nos últimos anos. No entanto, a utilização desta monocultura provoca impactos no ambiente, alterando os habitats naturais, com efeitos sobre a riqueza e a composição de espécies. Uma das práticas silviculturais comumente utilizadas no plantio é o tratamento prévio das mudas com fipronil (fenilpirasol, 0,4%). Esse procedimento garante a proteção dessas mudas contra cupins subterrâneos (Isoptera: Termitidae) por um período de até seis meses. No entanto, não se sabe quais os efeitos dessa prática de manejo sobre a diversidade local de cupins, o que levou os certificadores florestais a restringirem o uso dessa substância nessa cultura. Sendo assim, este estudo foi realizado com os objetivos de: comparar a diversidade de cupins entre as áreas cultivadas e não cultivadas com eucalipto; verificar os possíveis efeitos do tratamento prévio de mudas de eucalipto com fipronil sobre a composição, estrutura e riqueza de espécies de cupins no tempo, assim como avaliar o tempo de resiliência dessa comunidade de cupins, em uma região de cerrado de Minas Gerais. O trabalho foi realizado no município de João Pinheiro, MG, no período de nove meses. Os tratamentos analisados foram compostos por áreas onde seriam cultivadas mudas de eucalipto tratadas e não tratadas previamente com fipronil e por áreas não cultivadas em processo de regeneração e por áreas de reserva com vegetação nativa de cerrado “stricto sensu”. A metodologia de amostragem utilizada foi a disposição de transectos de coleta nas áreas, seguindo protocolo adaptado, com avaliações aos 90 dias antes e aos 90 e 180 dias após o plantio das mudas. O material coletado foi triado e, posteriormente, identificado. Foram encontradas 53 espécies de cupins pertencentes às famílias Termitidae (96%) e Rhinotermitidae (4%). A composição de espécies foi bastante semelhante entre as áreas com e sem tratamento prévio das mudas com fipronil. Ocorreu alta similaridade entre as espécies presentes nessas áreas, diferindo das áreas não cultivadas. A riqueza de espécies dentro dos grupos funcionais variou no tempo, mas não foi afetada pelo tratamento com fipronil na dosagem utilizada. A riqueza de espécies de cupins diferiu entre as áreas cultivadas e não cultivadas. Não houve diferença significativa entre as áreas tratadas e não tratadas com fipronil e nem entre as áreas não cultivadas, mas houve variação da

---

\* Orientador - Ronald Zanetti Bonetti Filho - UFLA

riqueza no tempo dentro de cada tratamento. Pode-se concluir que o produto testado não afeta negativamente a comunidade de cupins nesta região de cerrado em Minas Gerais e, por isso, não foi possível determinar o tempo de resiliência dessa comunidade em função da aplicação desse produto.

Palavras-chave: Cupim, fipronil, composição, diversidade, eucalipto.

## ABSTRACT

EVANGELISTA, André Luiz. **Impact of fipronil on the termite community (Insecta: Isoptera) in areas cultivated with eucalyptus on the savanna.** 2009. 50 p. Dissertation (Master in Entomology) – Federal University of Lavras, Lavras, MG\*.

The establishment of forest with exotic species of *Eucalyptus* has been growing markedly in the latest years. Nevertheless, the use of that plantation provokes impacts upon environment, altering the natural habitats with effects on the richness and composition of species. On the silvicultural practices commonly used in planting is the previous treatment of the seedlings with fipronil (fenilpirasol, 0.4%). This procedure warrants the protection of these seedlings against subterranean termites (Isoptera: Termitidae) for a period of up to six months. Nevertheless, it is not known the effects of this management practice on the local diversity of termites, which caused the forest certifiers to restrict the use of this chemical in that plantation. Thus, the objectives of this study were: to compare the diversity of termites between the cultivated and uncultivated areas with eucalyptus; to verify the possible effects of the previous treatment of eucalyptus seedlings with fipronil on the composition, structure and richness of termite species in time, as well as to evaluate the resilience time of that termite community in a savanna region of Minas Gerais. The work was conducted in the municipality of João Pinheiro, MG in the period of nine months. The treatments studied were composed of areas where eucalyptus seedlings previously treated and untreated with fipronil and of recovering native vegetation and reservation areas with “stricto sensu” native savanna vegetation. The sampling methodology utilized was through of the collecting transect arrangement in the areas by following adapted protocol, with evaluations at 90 days before and at 90 and 180 days after the planting of the seedlings. The collected material was separated and later identified. Fifty-three termite species belonging to the families Termitidae (96%) and Rhinotermitidae (4%) were found. The species composition was quite similar between the areas with and without previous treatment of the seedlings with fipronil. High similarity occurred among the species present in those areas, differing from the uncultivated areas. The species richness within the functional groups ranged in time, but it was not affected by the fipronil treatment at the dosage utilized. The richness of termite species differed between the cultivated and non-cultivated areas. There was no significant difference between the areas treated and untreated with fipronil and neither among the uncultivated areas, but there was variation of richness in time

---

\* Adviser - Ronald Zanetti Bonetti Filho - UFLA

within each treatment. One can conclude that the chemical tested does not affect negatively the termite community in the savanna region in Minas Gerais, and therefore, it was not possible to determine the resilience time of this community as related to the application of that chemical.

**Key words:** Termites, fipronil, composition, diversity, eucalyptus.

## **CAPITULO 1**

### **IMPACTO DO FIPRONIL SOBRE A COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE CUPINS (INSECTA: ISOPTERA) EM ÁREAS CULTIVADAS COM EUCALIPTO NO CERRADO**

#### **1 RESUMO**

A proteção das mudas de eucalipto contra o ataque de cupins subterrâneos (Isoptera: Termitidae) é feita exclusivamente com a sua imersão em calda inseticida. Um dos produtos utilizados para isso é o fipronil (fenilpirasol, 0,4%), que garante a proteção das mudas no campo por um período de até seis meses, quando o produto é aplicado imediatamente antes do plantio. No entanto, não se sabe quais os efeitos dessa prática de manejo sobre a composição de espécies de cupins. Sendo assim, este estudo foi realizado com os objetivos de: comparar a diversidade de cupins entre as áreas cultivadas e não cultivadas com eucalipto e verificar os possíveis efeitos do tratamento prévio de mudas de eucalipto com fipronil sobre a composição, a estrutura e os grupos funcionais de espécies de cupins, em uma região de cerrado de Minas Gerais. O trabalho foi realizado no município de João Pinheiro, MG, no período de nove meses. Os tratamentos analisados foram compostos por áreas onde seriam cultivadas mudas de eucalipto tratadas e não tratadas previamente com fipronil e por áreas não cultivadas em processo de regeneração e por áreas de reserva com vegetação nativa de cerrado “stricto sensu”. A metodologia de amostragem utilizada foi a disposição de transectos de coleta nas áreas, seguindo protocolo adaptado, com avaliações aos 90 dias antes e aos 90 e 180 dias após o plantio das mudas. O material coletado foi triado e posteriormente identificado. Foram encontradas 53 espécies de cupins pertencentes às famílias Termitidae (96%) e Rhinotermitidae (4%). A composição de espécies foi bastante semelhante entre as áreas tratadas e não tratadas com fipronil. Ocorreu alta similaridade entre as espécies presentes nestas áreas, diferindo das áreas não cultivadas. A riqueza de espécies dentro dos grupos funcionais variou no tempo, mas não foi afetada pelo tratamento com fipronil na dosagem utilizada. Pode-se concluir que o produto testado não afeta negativamente a composição e os grupos funcionais de cupins nessa região de cerrado em Minas Gerais.

Palavras-chave: Cupim, fipronil, composição, diversidade, eucalipto.

## CHAPTER 1

### IMPACT OF FIPRONIL ON THE COMPOSITION OF TERMITE COMMUNITY (INSECTA: ISOPTERA) IN EUCALYPTUS CULTIVATED AREAS ON THE SAVANNA

#### 2 ABSTRACT

The protection of the eucalyptus seedlings against the subterranean termite attack (Isoptera: Termitidae) is done exclusively with their immersion in insecticidal solution. One of the chemicals utilized for that purpose is fipronil (fenilpirasol, 0.5%), which warrants the protection of seedlings in the field for a period of up to six months, when the chemical is applied immediately before planting. Nevertheless, it is not known which effects of that management practice on the termite species composition. So, the objectives of that study were: to compare the diversity of termites between the areas cultivated and uncultivated with eucalyptus; and to verify the possible effects of the previous treatment of eucalyptus seedlings with fipronil on the composition, structure and functional groups of termite species in a savanna region of Minas Gerais. The work was conducted in the municipality of João Pinheiro, MG over the nine month period. The treatments studied were composed of areas where would be cultivated eucalyptus seedlings previously treated and untreated with fipronil and of recovering uncultivated areas and reservation areas with "stricto sensu" native savanna vegetation. The sampling methodology utilized was through the collection transect arrangement in the areas, following adapted protocol with evaluations at 90 days before, and at 90 and 180 days after the planting of the seedlings. The collected material was separated and afterwards identified. Fifty-three termite species belonging to the families Termitidae (96%) and Rhinotermitidae (4%) were found. The species composition was quite similar between the areas treated and untreated with fipronil. High similarity occurred among the species present in these areas, differing from the uncultivated areas. The species richness within the functional groups ranged in time, but it was not affected by the fipronil treatment at the dosage utilized. One can conclude that the chemical tested does not affect negatively the composition and the functional groups of termites in this savanna region in Minas Gerais.

Key words: Termites, fipronil, composition, diversity, eucalyptus.

### 3 INTRODUÇÃO

O cerrado é considerado um dos 25 *hotspots* do planeta, com, aproximadamente, 30% da diversidade biológica do Brasil. Esse bioma está localizado, basicamente, no Planalto Central, sendo o segundo maior bioma do país em área, apenas superado pela Floresta Amazônica, representando cerca de 25% do território brasileiro (Klink & Machado, 2005).

Dentre a grande diversidade de animais existentes no Cerrado, estão os cupins. Mais espécies de cupins podem ser encontradas em um único hectare de floresta ou cerrado tropical do que em toda a Europa (Constantino, 2005).

Os cupins, assim como as formigas, são organismos que apresentam alta diversidade de espécies e capacidade para se adaptar aos mais diversos tipos de habitats. Estes insetos têm sido apontados como um dos grupos mais adequados para monitoramento e análise de qualidade ambiental, tendo em vista, principalmente, sua importância funcional nos ecossistemas tropicais e a sensibilidade de suas populações a perturbações do meio em que vivem (Eggleton et al., 1995). Há de se ressaltar, ainda, a expressiva taxa de endemismo dos cupins em regiões de cerrado (Constantino, 2005).

Atualmente, 2.868 espécies de cupins encontram-se descritas, distribuídas entre os paralelos 45° Norte e 45° Sul do globo e divididas entre sete famílias: Hodontotermitidae, Kalotermitidae, Mastotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae, Termitidae e Termopsidae (Constantino, 2002). Em relação ao Brasil, existem representantes de quatro famílias: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae, totalizando, aproximadamente, 300 espécies descritas, das quais cerca de 80% pertencentes à família Termitidae (Constantino, 2009). Estima-se que, deste total, apenas 10% sejam consideradas pragas.

Os primeiros relatos de danos por cupins pragas datam de 1908, com o início dos plantios comerciais no estado de São Paulo. De um total de dois milhões de mudas plantadas de eucalipto, 70% apresentaram ataque de *Syntermes insidians* Silvestri, 1946 (Termitidae) e *Syntermes molestus* (Burmeister, 1839), com morte das mudas, logo após o transplante, pelo descorticamento total do pião (Fonseca, 1952).

Em povoamentos de eucalipto, os cupins podem ser divididos em dois grupos: cupins de mudas e cupins do cerne. As espécies que atacam as mudas ocasionam a destruição do sistema radicular ou o anelamento da muda na região do colo, o que, geralmente, leva as plantas à morte. Os cupins de cerne alimentam-se do interior das árvores vivas, provocando riscos para o suprimento de matéria-prima de boa qualidade e em quantidade suficiente para a sua utilização (Wilcken & Raetano, 1995a).

Os cupins das mudas, normalmente, concentram seus ataques nos quatro meses após o transplante das mudas no campo. Neste estágio, as mudas estão com cerca de dez meses (Nair & Varma, 1985). Entretanto, o período de suscetibilidade das mudas varia com a espécie de cupim. Por exemplo, a suscetibilidade de mudas de *Eucalyptus grandis* a *Cornitermes cumulans* (Kollar) (Termitidae) foi de 34 a 76 dias após o plantio (Wilcken, 1992).

A busca por métodos de controle de cupins subterrâneos em florestas de eucalipto teve início na década de 1940, com a utilização de produtos químicos, como arsênico, naftalina, creosoto, carbolíneo e sulfato de cobre (Fonseca, 1949). Posteriormente, destacou-se a utilização dos organoclorados, devido a características como longo poder residual de controle e estabilidade nos solos. Estes inseticidas desempenharam papel importante no controle destes insetos-praga, propiciando a formação de uma barreira química protetora às mudas, através do tratamento preventivo do solo, ou pela imersão das mudas em calda inseticida (Wilcken & Raetano, 1995a). Porém, sua alta toxicidade e persistência

de resíduos nos ecossistemas geraram grande impacto no ambiente, levando à proibição de utilização em todo o território nacional (Novaretti, 1985).

A impossibilidade de uso dos inseticidas organoclorados propiciou o lançamento de novas moléculas inseticidas, como, por exemplo, o carbosulfan. Este se mostrou tão eficiente quanto os clorados, porém, ainda com altos níveis de toxicidade (Resende et al., 1995). Recentemente, foram desenvolvidos os inseticidas fipronil e imidaclopride, os quais são utilizados em larga escala via imersão das mudas em calda inseticida antes do plantio ou pulverização das mesmas após o plantio (Wilcken et al., 2002).

O fipronil é um inseticida relativamente novo do grupo químico fenilpirasol, tendo sido registrado como termiticida nos Estados Unidos, em 1996. Ele age por contato e ingestão e atua nos insetos, bloqueando o receptor do ácido gama-aminobutírico (GABA) na entrada dos canais cloro dos neurônios. Isso leva a uma interrupção na atividade do sistema nervoso central e, conseqüentemente, à morte dos insetos (Cole et al., 1993).

Wilcken e Raetano (1995b) obtiveram resultados na proteção a mudas de *E. grandis* contra *Cornitermes bequaerti* (Emerson, 1952) e *S. molestus* por até seis meses, quando o produto foi aplicado via imersão até a região do coleto das mudas, nas concentrações de 0,35% e 0,5%. Em outro estudo, mostrou-se que o fipronil empregado via imersão, na concentração de 0,4%, teve eficiência de 100% contra as espécies de cupins *Syntermes molestus* e *Cornitermes bequaerti* por até 175 dias após ser aplicado (Alves et al., 1996).

Verificou-se que o fipronil apresenta alta toxicidade e eficiência, tanto para operários quanto para soldados de *Coptotermes formosanus* Shiraki (Ibrahim et al., 2003). A transmissão horizontal do produto mostrou-se efetiva apenas entre operários e de soldados para operários, não ocorrendo o inverso. Nesse estudo, o fipronil não foi repelente a dosagens de 0,063% ou menos, no

entanto, solos tratados com 0,125% do produto apresentaram significativa repelência aos operários desta espécie.

A alta eficiência do fipronil chamou a atenção para a possibilidade de acumulação do produto no meio ambiente, devido ao seu uso excessivo. Estudos avaliaram a toxicidade e a repelência do tratamento de solos com fipronil contra cupins de madeira seca, os quais atacam o madeiramento dos mais diversos tipos de construções civis, tanto no Brasil quanto em outros países (Hu, 2005; Remen & Su, 2005; Mulrooney & Gerard, 2007). No entanto, não há estudos nos quais tenha sido avaliado o impacto do tratamento de mudas com este produto sobre a diversidade de cupins em florestas cultivadas.

Com base em estudos, o *Forest Stewardship Council* (FSC), principal certificador internacional de qualidade florestal, proibiu o uso do fipronil em cultivos florestais certificados pelo órgão no Brasil, alegando que o produto seria altamente prejudicial à fauna de cupins e estaria reduzindo a diversidade desses insetos. Entretanto, esta alegação foi baseada apenas em pesquisas laboratoriais, realizados por pesquisadores em outros continentes, onde o tipo de solo, a vegetação, as condições climatológicas e a termitofauna diferenciadas, entre outros fatores, poderiam influenciar no comportamento das espécies e, consequentemente, nos resultados obtidos.

Por isso, esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar o efeito do tratamento prévio de mudas de eucalipto com fipronil sobre a comunidade de cupins, em uma área sob domínio de cerrado em Minas Gerais.

A hipótese testada foi a de que a imersão de mudas de eucalipto em calda inseticida à base de fipronil (0,4%), antes do plantio, não afeta negativamente a comunidade de cupins em áreas cultivadas com essa essência florestal, numa região de cerrado de Minas Gerais.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em plantios de eucalipto, no município de João Pinheiro (17°56'49.1" S e 46°05'50.5" W), MG, Brasil, à altitude de 889 m. O clima da região é tropical úmido de savana, tipo Aw, com inverno seco e verão chuvoso, conforme a classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 24,3°C, com precipitação média anual em torno de 1.485 mm, cerca de 90% dos quais concentrados nos meses de outubro a março.

A vegetação natural é constituída por cerrados, representada por seus vários tipos, desde campos a cerradões e florestas ciliares subperenifólias. Esta vegetação, conhecida como cerrado “stricto sensu”, designa um dos tipos fitofisionômicos que ocorrem na formação savânica, o qual possui áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato gramíneo, sem formação de dossel contínuo e cujas árvores são baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas. Os troncos e os galhos das árvores e dos arbustos de caule grosso são, na maior parte, torcidos, com folhas grandes a médias e, geralmente, coriáceas (Sano & Almeida, 1998).

Foram analisados quatro tratamentos: 1) área onde foram cultivadas mudas de eucalipto não tratadas previamente com fipronil (EST); 2) área onde foram cultivadas mudas de eucalipto tratadas previamente com fipronil (ECT); 3) área de reserva constituída de vegetação nativa de cerrado (RES) (testemunha) e 4) área anteriormente cultivada com eucalipto, em processo de regeneração natural, com, aproximadamente, 25 anos (REG).

As áreas de reserva constituídas de vegetação nativa de cerrado e as áreas em processo de regeneração, referentes, respectivamente, ao terceiro e ao quarto tratamentos, apresentavam área média de 30 ha. Nas áreas destinadas ao plantio de eucalipto, a área média era de 25,47 ha.

Foram utilizadas mudas clonais de um híbrido de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, cujo tratamento prévio consistiu na imersão das mesmas por 30 segundos em calda inseticida à base de fipronil (800 WG), na concentração de 0,4%.

Foram selecionadas duas áreas para cada tratamento e demarcados três transectos em cada área para o levantamento dos cupins, totalizando seis transectos por tratamento. Cada transecto apresentava 20 m de comprimento por 2 m de largura, dispostos a, pelo menos, 50 m de distância um do outro, sendo sempre demarcados a, pelo menos, 50 m do limite das áreas, a fim de evitar possíveis efeitos de borda (Figura 1). Os transectos foram divididos em 4 seções de 2x5 m (10 m<sup>2</sup>) (repetição) (Jones & Eggleton, 2000).

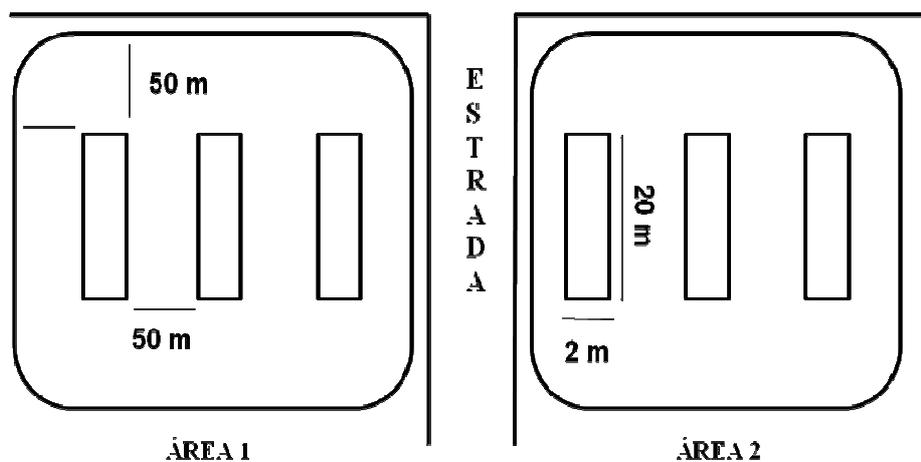


FIGURA 1 Croqui do desenho amostral dos transectos utilizados nas coletas dos cupins, em João Pinheiro, MG, de setembro de 2007 a julho de 2008.

Em cada seção, duas pessoas, munidas de enxadinhas e pinças entomológicas, permaneceram por 30 minutos coletando todos os térmitas presentes na superfície e em toda camada de 0-30 cm de profundidade do solo, na serapilheira, na base das árvores, sob pedras, troncos e galhos, no interior de ninhos arborícolas e epígeos, dentro de troncos em decomposição e sobre/sob a casca dos troncos. O esforço amostral foi de 30 min/seção/pessoa ou 1 hora/seção, totalizando 4 horas/transecto, seguindo protocolo adaptado de Jones e Eggleton (2000).

As coletas foram realizadas em todos os tratamentos, aos 90 dias antes da data de plantio do eucalipto e aos 90 e 180 dias após o plantio, entre o período de setembro de 2007 a julho de 2008. A data de plantio das mudas de eucalipto foi entre o período de 3 a 9 de janeiro de 2008.

Os cupins coletados foram acondicionados em tubos de acrílico, contendo álcool 80% e identificados, com auxílio de lupa, no Laboratório de Pragas Florestais do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras e no Departamento de Zoologia da Universidade de Brasília, sob orientação do Dr. Reginaldo Constantino.

Os térmitas foram classificados nos quatro grupos funcionais, de acordo com Constantino (2005): (1) xilófagos, térmitas que consomem madeira “sã” ou moderadamente decomposta; (2) humívoros, alimentam-se de húmus e geralmente vivem no perfil do solo; (3) ceifadores ou comedores de folhas da serapilheira (*litter*), térmitas que se alimentam de serrapilheira e (4) intermediários, espécies que não se enquadram claramente em nenhum dos outros grupos.

Foram elaboradas matrizes de presença ou ausência das espécies por amostra e os dados foram avaliados utilizando-se a frequência das espécies em cada amostra por tratamento. A riqueza observada de espécies foi obtida a partir do número absoluto de espécies no total de amostras dispostas nas áreas.

Foi utilizada uma análise de ordenação de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS: *nonmetric multidimensional scaling*), por meio do índice de Bray-Curtis, com dados transformados em raiz quadrada para diminuir a influência das espécies raras e dominantes, e relativizados para retirar o efeito do tamanho da amostra, com auxílio do programa Primer v.5 (Clarke & Warwick, 2001). Isso visou avaliar e comparar a estrutura da comunidade de cupins entre os tratamentos no tempo. Posteriormente, realizou-se uma análise de similaridade das espécies de cupins entre os tratamentos (ANOSIM).

Para avaliar a suficiência amostral, foram construídas curvas de acumulação de espécies para cada tratamento em cada tempo, com 500 randomizações, pelo programa EstimateS versão 7.0 (Colwell, 2006).

Foi avaliada a variação da riqueza observada de espécies de cada grupo funcional entre os tratamentos no tempo.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Coletaram-se, no total, 53 espécies de cupins pertencentes a 30 gêneros, distribuídos entre as famílias Termitidae e Rhinotermitidae (Tabela 1). A família Rhinotermitidae foi representada por apenas 2 espécies (4%), *Coptotermes cf. testaceus* (L.) (Coptotermitinae) e *Heterotermes tenuis* (Hagen) (Heterotermitinae).

O número de espécies coletadas neste estudo foi similar ao de outros trabalhos realizados na mesma região. Amaral-Castro et al. (2004) realizaram um levantamento das espécies de cupins presentes em florestas de eucalipto na região de cerrado, por meio de coletas qualitativas, encontrando 32 espécies de cupins pertencentes a 25 gêneros, das quais 24 foram coletadas no município de João Pinheiro. Os dados daqueles autores corroboram com o número de famílias e a porcentagem de espécies para cada família, registrando também apenas as espécies *C. cf. testaceus* e *H. tenuis*, pertencentes à família Rhinotermitidae, com 6,25% do total de espécies coletadas e a grande maioria (93,75%), pertencente à família Termitidae.

Em outros estudos na região de cerrado de Minas Gerais, foram registradas 47 espécies de cupins em Sete Lagoas (Domingos et al., 1986) e 65 espécies em Paracatu (Constantino, 2005). Calderon e Constantino (2007) registraram 28 espécies de cupins, distribuídas em 20 gêneros pertencentes às famílias Termitidae e Rhinotermitidae, no município de Buritis, MG, utilizando um protocolo de coleta similar ao do presente estudo.

Segundo Constantino (2005), o número de espécies registradas na região do cerrado está em torno de 150 a 200 espécies e a diversidade local gira em torno de 40 a 60 espécies, corroborando o número de espécies registradas neste estudo.

Não foi encontrada nenhuma espécie de cupim pertencente à família Kalotermitidae. Conhecidos como cupim de madeira seca, esses insetos apresentam hábitos crípticos e nidificam na própria madeira, que também servirá de alimento. Dessa forma, não necessitam de sair do local de nidificação para forragear, fato que impõe dificuldades para a coleta desses espécimes.

As duas espécies descritas de Rhinotermitidae, *C. cf. testaceus* e *H. tenuis*, apesar de apresentarem apenas 4% do total registrado, foram visivelmente dominantes nos talhões de eucalipto.

Um dos fatores que contribuem para a elevada frequência nessas áreas cultivadas é o fato de essas espécies possuírem hábito alimentar xilófago. Vários trabalhos já evidenciaram que este grupo se readapta melhor às condições impostas pelas atividades de plantio (Bandeira, 1979; Eggleton et al., 1995; Davies, 2002; Jones et al., 2003; Calderon & Constantino, 2007). Tais distúrbios antrópicos alteram o hábitat e acabam deixando muitos restos de madeira em variados estágios de decomposição no solo. Essa matéria orgânica morta propicia maior nidificação, favorecendo o forrageamento e o desenvolvimento das espécies pertencentes a este grupo alimentar.

Essas espécies são também consideradas importantes pragas em áreas urbanas, onde podem chegar a causar enormes prejuízos ao madeiramento das construções quando não detectados previamente (Potenza et al., 2004). Segundo Calderon e Constantino (2007), *C. cf. testaceus* e *H. tenuis* são potenciais espécies pragas de eucalipto, sendo *Coptotermes cf. testaceus* a única a ocasionar danos a árvores vivas. Entretanto, outros autores relataram cupins da espécie *H. tenuis* atacando o tronco de árvores vivas de eucalipto (Fonseca, 1949; Dietrich, 1989; Amaral-Castro, 2004). Esta espécie destaca-se, ainda, por ser uma das principais pragas que ocorrem na cana-de-açúcar (Almeida et al., 1998).

TABELA 1 Número de ocorrências de espécies de Isoptera registradas antes e após o plantio, em eucaliptais sem tratamento prévio das mudas com fipronil (EST), com o tratamento prévio das mudas com fipronil (ECT), em áreas destinadas à reserva com vegetação nativa (RES) e em áreas em processo de regeneração (REG), em João Pinheiro, MG, de setembro de 2007 a julho de 2008

FAMÍLIA/SUBFAMÍLIA/ESPÉCIE	90 dias antes				90 dias depois				180 dias depois			
	EST	ECT	RES	REG	EST	ECT	RES	REG	EST	ECT	RES	REG
<b>RHINOTERMITIDAE</b>												
<i>Coptotermes cf. testaceus</i> (L.)	5	7	2	0	1	3	2	1	1	3	1	0
<i>Heterotermes tenuis</i> (Hagen)	6	5	0	0	7	11	0	0	12	12	0	1
-----												
<b>TERMITIDAE: Apicotermatinae</b>												
<i>Anoplotermes</i> sp. 1	2	2	1	2	0	1	0	1	0	2	0	0
<i>Anoplotermes</i> sp. 2	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anoplotermes</i> sp. 3	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Anoplotermes</i> sp. 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
<i>Anoplotermes</i> sp. 5	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>Anoplotermes</i> sp. 6	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Anoplotermes</i> sp. 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Anoplotermes</i> sp. 8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anoplotermes</i> sp. 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Anoplotermes</i> sp. 10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Anoplotermes</i> sp. 11	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Anoplotermes</i> sp. 12	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

...”continua”...

TABELA 1, “Cont”.

FAMÍLIA/SUBFAMÍLIA/ESPÈCIE	90 dias antes				90 dias depois				180 dias depois			
	EST	ECT	RES	REG	EST	ECT	RES	REG	EST	ECT	RES	REG
<i>Anoplotermes</i> sp. 13	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Anoplotermes</i> sp. 14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anoplotermes</i> sp. 15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aparatermes</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Grigiotermes</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ruptitermes reconditus</i> (Silvestri)	0	1	0	3	0	0	0	4	0	0	1	10
<i>Ruptitermes silvestrii</i> (Emerson)	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
<i>Ruptitermes xanthochiton</i> (Mathews)	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0
-----												
TERMITIDAE: Nasutitermitinae												
<i>Angularitermes cf. nasutissimus</i> Emerson	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Armitermes euamignathus</i> Silvestre	11	8	6	5	7	10	3	0	7	8	3	3
<i>Atlantitermes</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Coatitermes</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Constrictotermes cyphergaster</i> (Silvestre)	2	2	5	2	1	2	4	0	0	1	5	0
<i>Cornitermes cumulans</i> (Kollar)	0	1	6	11	2	0	2	4	0	0	3	3
<i>Cyrelliotermes</i> sp.	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diversitermes diversimiles</i> (Silvestre)	0	1	2	7	0	0	1	2	0	0	5	5
<i>Embiratermes festivellus</i> (Silvestre)	0	0	2	2	0	0	3	5	0	0	4	0
<i>Labiatermes brevilabius</i> Emerson	0	1	1	0	1	0	2	0	0	0	1	0
<i>Labiatermes emersoni</i> (Araujo)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0

...”continua”...

TABELA 1, “Cont”.

FAMÍLIA/SUBFAMÍLIA/ESPÈCIE	90 dias antes				90 dias depois				180 dias depois			
	EST	ECT	RES	REG	EST	ECT	RES	REG	EST	ECT	RES	REG
<i>Nasutitermes coxipoensis</i> (Holmgren)	0	4	13	12	0	3	14	9	0	1	12	12
<i>Nasutitermes kemneri</i> (Snyder & Emerson)	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Nasutitermes</i> sp.	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Noirotitermes noiroti</i> Cancellato & Myles	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Parvitermes bacchanalis</i> Mathews	11	12	5	7	8	10	2	0	12	16	6	0
<i>Procornitermes araujo</i> Eimerson	0	0	1	0	0	0	3	3	0	0	1	1
<i>Rhynchotermes nasutissimus</i> (Silvestre)	2	3	3	7	0	0	0	8	0	0	1	3
<i>Syntermes nanus</i> Constantino	0	0	3	1	0	0	0	4	0	0	3	8
<i>Syntermes wheeleri</i> Emerson	0	0	3	0	0	0	5	1	0	0	5	0
<i>Velocitermes heteropterus</i> (Silvestre)	5	3	7	9	0	1	2	12	1	2	4	10
<i>Velocitermes paucipilis</i> Mathews	8	12	3	2	3	2	4	4	4	2	5	0
<i>Velocitermes</i> sp.	1	2	1	2	0	0	0	1	1	0	0	2
-----												
TERMITIDAE: Termitinae												
<i>Cylindrotermes brevipilosus</i> Snyder	1	1	0	0	3	2	0	0	1	4	0	0
<i>Dentispicotermes globicephalus</i> (Silvestre)	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Inquilinitermes fur</i> (Silvestre)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Neocapritermes opacus</i> (Hagen)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Neocapritermes araguaia</i> Krishna & Araujo	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Orthognathotermes heberi</i> Raw & Egler	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	1	0

...”continua”...

TABELA 1, “Cont”.

FAMÍLIA/SUBFAMILIA/ESPÉCIE	90 dias antes				90 dias depois				180 dias depois			
	EST	ECT	RES	REG	EST	ECT	RES	REG	EST	ECT	RES	REG
<i>Spinitermes trispinosus</i> (Hagen & Bates)	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Termes ayri</i> (Bandeira & Canello)	0	4	3	2	1	1	1	1	1	0	2	2
Total de ocorrências	63	75	79	89	35	46	59	64	43	53	77	71
Total de espécies	17	22	27	26	11	11	19	18	12	12	29	23

As espécies do gênero *Heterotermes* têm registros de ocorrência em todas as regiões do Brasil, adaptam-se a diversos tipos e habitats e vivem, normalmente, em madeira ou em ninhos difusos no solo (Constantino, 1999).

A espécie *C. cf. testaceus* é comum e nativa na Amazônia, vive em florestas, nidificando em madeira, às vezes depositando argila na parte externa, mas nunca constrói ninhos (Constantino, 1999). Em 1987, a ocorrência de *C. cf. testaceus* já havia sido relatada no cerrado de Minas Gerais, atacando o cerne de plantas vivas de *Eucalyptus* spp. (Nogueira & Souza, 1987; Santos et al., 1990).

A família Termitidae apresentou 51 espécies (96%) do total, distribuídas entre as subfamílias Nasutitermitinae, Apicotermitinae e Termitinae, contendo, respectivamente, 23, 20 e 8 espécies cada. (Figura 2).

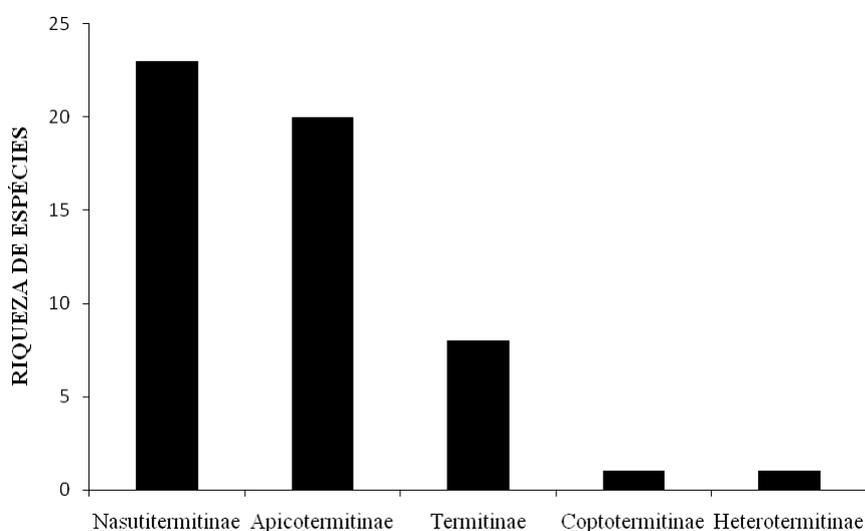


FIGURA 2 Riqueza de espécies de Isoptera pertencentes às subfamílias registradas em eucaliptais e em áreas de reserva no município de João Pinheiro, MG, no período de setembro de 2007 a julho de 2008.

A dominância da subfamília Nasutitermitinae, com 43% das espécies registradas, já era esperada, pois sua elevada riqueza e abundância são comuns na fauna neotropical, sendo mais acentuadas no cerrado, onde quase todos termiteiros epígeos e arborícolas são construídos por espécies desta subfamília. Cerca de 50% a 60% das espécies da fauna do cerrado pertencem a esta subfamília (Constantino, 2005).

Os Apicotermitinae são cupins sem soldados, abundantes na fauna de solo e quase todos os representantes desta subfamília são humívoros. A elevada riqueza de espécies desta subfamília nas amostras coletadas deve-se à exaustiva exploração do solo na metodologia de amostragem empregada durante as coletas realizadas.

A taxonomia das espécies neotropicais da subfamília Apicotermitinae ainda apresenta muitas limitações (Constantino, 2005), ocasionadas, principalmente, pela dificuldade de classificação das espécies por meio da observação de operários, já que ocorre ausência de soldados.

Dos trinta gêneros registrados, o mais rico em número de espécies foi *Anoplotermes*, com quinze espécies, seguido por *Nasutitermes*, *Velocitermes* e *Ruptitermes*, com três espécies cada e os gêneros *Syntermes*, *Neocapritermes* e *Labiotermes*, com duas espécies cada. Os demais gêneros apresentaram somente uma espécie (Tabela 1).

O gênero *Anoplotermes* ocorre em vários tipos de habitats. A maioria das espécies vive em galerias difusas no solo, alimentando-se de matéria orgânica em decomposição. Algumas espécies constroem ninhos epígeos e umas poucas constroem ninhos arborícolas (Constantino, 1999).

Das 53 espécies coletadas durante as três avaliações, 50 (94%) ocorreram nas áreas destinadas à reserva e 29 (55%), nas áreas destinadas ao plantio de eucalipto, com 26 espécies ocorrendo em ambos os ambientes. Observa-se que praticamente metade das espécies ocorreu em ambos os

ambientes. Este número pode ser considerado alto, pois se espera encontrar faunas bem distintas entre áreas cultivadas (e também em vegetação aberta) e áreas não cultivadas, em qualquer região de cerrado, com poucas espécies ocorrendo em ambos (Constantino & Schlemmermeyer, 2000).

No total de amostras coletadas nos quatro tratamentos, as espécies dominantes ou mais frequentes foram *Parvitermes bacchanalis*, presente em 31% das amostras, seguida de *Nasutitermes coxipoensis* (28%), *Armitermes euamignathus* (25%), *Velocitermes heteropterus* (19%) e *Heterotermes tenuis* (19%) (Tabela 2). Já entre as 29 espécies coletadas nas áreas cultivadas com eucalipto, as mais frequentes foram *Parvitermes bacchanalis*, encontrada em 48% das amostras, seguida de *Heterotermes tenuis* (37%), *Armitermes euamignathus* (35%), *Velocitermes paucipilis* (22%) e *Coptotermes cf. testaceus* (14%) (Tabela 2).

TABELA 2 Percentagem de ocorrência das espécies de cupins mais frequentes no total de amostras coletadas, considerando todos os tratamentos (RES+REG+EST+ECT), em comparação com a ocorrência dessas espécies nas áreas cultivadas (EST+ECT), em João Pinheiro, MG, no período de setembro de 2007 a julho de 2008

ESPÉCIES	Total das amostras	Áreas cultivadas
<i>Parvitermes bacchanalis</i>	31	48
<i>Nasutitermes coxipoensis</i>	28	6
<i>Armitermes euamignathus</i>	25	35
<i>Velocitermes heteropterus</i>	19	22
<i>Heterotermes tenuis</i>	19	37
<i>Velocitermes paucipilis</i>	17	22
<i>Cornitermes cumulans</i>	11	2
<i>Rhynchotermes nasutissimus</i>	9	3
<i>Coptotermes cf. testaceus</i>	9	14
<i>Constrictotermes cyphergaster</i>	8	6

Destas espécies mencionadas, a mais frequente, *Parvitermes bacchanalis*, é a única espécie do gênero *Parvitermes* registrada no Brasil, com ocorrência apenas no Cerrado. Vive no solo e sai durante a noite para forragear a céu aberto, alimentando-se de gramíneas da serapilheira. É também encontrada em ninhos de outros cupins (Constantino, 1999). No entanto, não há relatos de ataques desta espécie aos plantios de eucalipto, diferentemente de *Armitermes euamignathus*, que ocorreu em maior frequência nas áreas cultivadas (Tabela 2), e já foi relatada ocasionando danos às raízes das mudas de eucalipto (Maricone, 1981). Esta espécie comum no cerrado constrói ninhos epígeos ou subterrâneos e se alimenta de madeira em vários estágios de decomposição e matéria orgânica decomposta em geral (Constantino, 1999).

Observa-se que a espécie *Nasutitermes coxipoensis*, a segunda mais frequente no total de amostras, ocorreu somente em 6% das amostras nas áreas cultivadas (Tabela 2). Isso demonstra que ocorreu maior adaptação desta espécie às áreas não cultivadas nessa região de cerrado.

O gênero *Nasutitermes* é o gênero de cupins com o maior número de espécies no mundo, apresentando maior diversidade justamente na região neotropical. Porém, a espécie *Nasutitermes coxipoensis*, encontrada em todo tipo de habitat (Constantino, 1999), pode ter sido pouco frequente nas áreas cultivadas pelo fato de ela construir ninhos, em sua grande maioria, arborícolas, o que pode ter sido dificultado em função do plantio, que promove uma desestruturação na área, provavelmente impedindo a nidificação e o desenvolvimento desta espécie.

Seguindo esse mesmo raciocínio, entende-se que a espécie-chave *Cornitermes cumulans*, encontrada em grandes densidades no cerrado, apresentou redução na frequência das amostras nas áreas cultivadas pela mesma razão. Seus ninhos epígeos conspícuos, em altas densidades, tornam-se grandes entraves para o manejo dos talhões destinados ao plantio com eucalipto.

A última espécie listada, *Constrictotermes cyphergaster*, é considerada o único cupim arborícola comum no cerrado, com ninhos bem típicos que atingem altas densidades em determinadas regiões (Constantino, 2005).

Verificou-se que aproximadamente 50% das espécies presentes, sejam na Tabela 2, ou no total de espécies coletadas, tanto nas áreas não-cultivadas como nas cultivadas, já foram relatadas como potenciais pragas ao cultivo de eucalipto (Maricone, 1981; Dietrich, 1989; Constantino, 2002). Ocorreu um visível aumento na frequência nas áreas cultivadas, por parte das espécies xilófagas, conforme já relatado anteriormente.

É interessante ressaltar que a sequência disposta das cinco espécies mais frequentes foi exatamente a mesma, quando se avaliam os dois tratamentos que compõem as áreas cultivadas (EST e ECT) separadamente. Isso indica que a composição de espécies entre esses tratamentos foi bastante semelhante. Destaca-se, ainda, o total de exatas 23 espécies ocorridas em cada um desses dois tratamentos, com 17 delas presentes em ambos, somando-se os dados das três avaliações realizadas neste experimento.

Por meio da análise de ordenamento (NMDS) realizada nos tratamentos, verificou-se que as espécies que compõem os tratamentos das áreas cultivadas (EST e ECT) foram iguais, estruturalmente, nas três avaliações (Figura 3), sem diferença significativa (ANOSIM) e com alta similaridade entre as espécies presentes nesses tratamentos, principalmente nas avaliações após o plantio (Tabela 3).

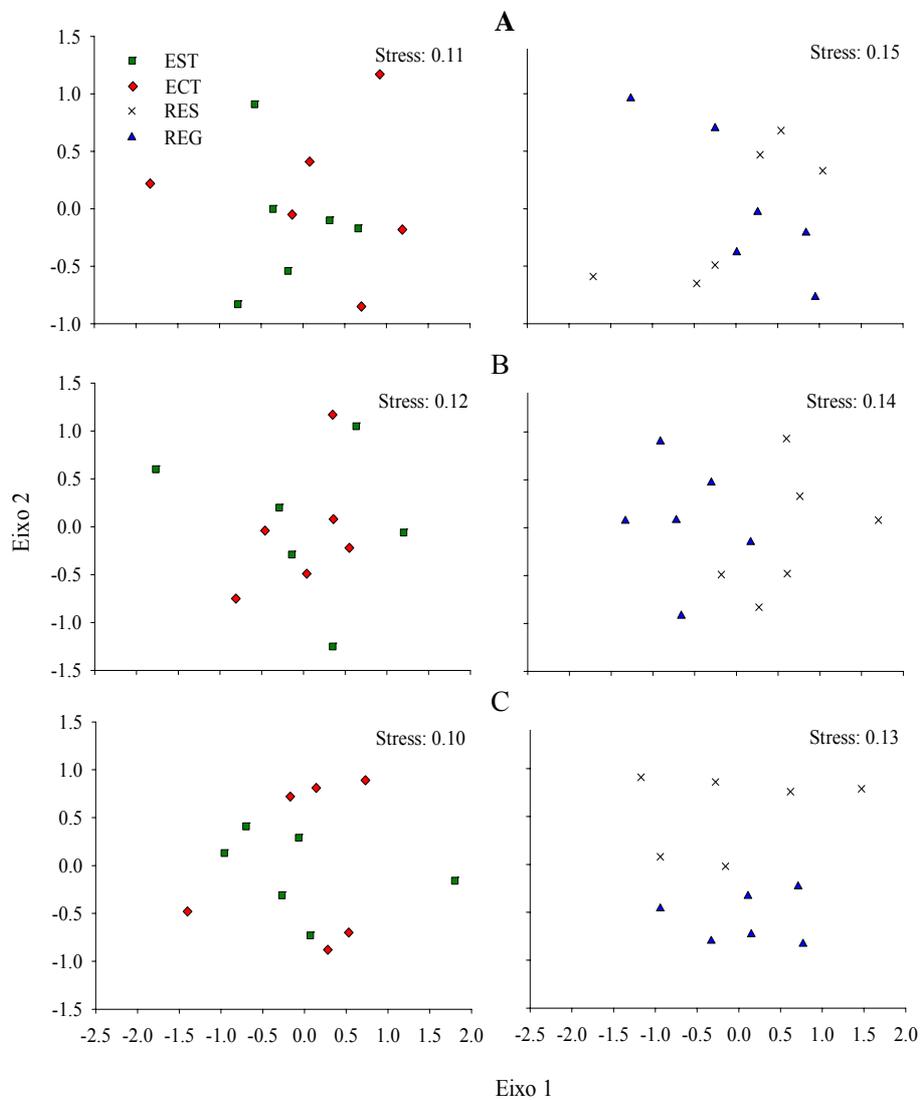


FIGURA 3 Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) nos tempos: 90 dias antes (A), 90 dias após (B) e 180 dias após (C) o plantio, em quatro tratamentos: eucaliptais sem tratamento prévio das mudas com fipronil (EST); eucaliptais com tratamento prévio das mudas com fipronil (ECT); áreas de reserva com vegetação nativa (RES) e áreas em processo de regeneração natural (REG), em João Pinheiro, MG, de setembro de 2007 a julho de 2008.

TABELA 3 Análise de similaridade (ANOSIM) das espécies de cupins presentes nos eucaliptais sem tratamento das mudas com fipronil (EST), em comparação com os eucaliptais com tratamento das mudas (ECT) e das áreas de reserva de vegetação nativa (RES), com as áreas de regeneração natural (REG), nas três avaliações, em João Pinheiro, MG, de setembro de 2007 a julho de 2008.

Tratamentos	90 dias antes		90 dias depois		180 dias depois	
	R	P	R	P	R	P
EST X ECT	- 0,035	0,634	- 0,089	0,823	- 0,058	0,682
RES X REG	- 0,331	0,662	0,363	0,009	0,372	0,004

Entre as espécies que compõem os tratamentos das áreas não cultivadas (RES e REG), ocorreu igualdade, em termos de estrutura e similaridade, somente na primeira avaliação (Tabela 3) (Figura 3). Supõe-se que este fato deva ter ocorrido em função de fatores abióticos e da sazonalidade entre os períodos de coleta, além da menor densidade vegetal presente no tratamento REG, propiciando uma modificação na estrutura e na similaridade das espécies que compuseram esses tratamentos.

Aos 90 dias antes do plantio, a inclinação da curva de acumulação de espécies do tratamento ECT foi um pouco maior que a do tratamento EST. Porém, aos 90 e aos 180 dias após o plantio, as curvas tornaram-se praticamente iguais, indicando não haver influência do tratamento das mudas com fipronil sobre as espécies por amostras, mas que as práticas silviculturais realizadas nessas áreas aparentemente reduziram a diversidade de espécies de cupins. Isso resultou na menor inclinação da curva de acumulação, que tendeu à saturação nas avaliações após o plantio (Figura 4).

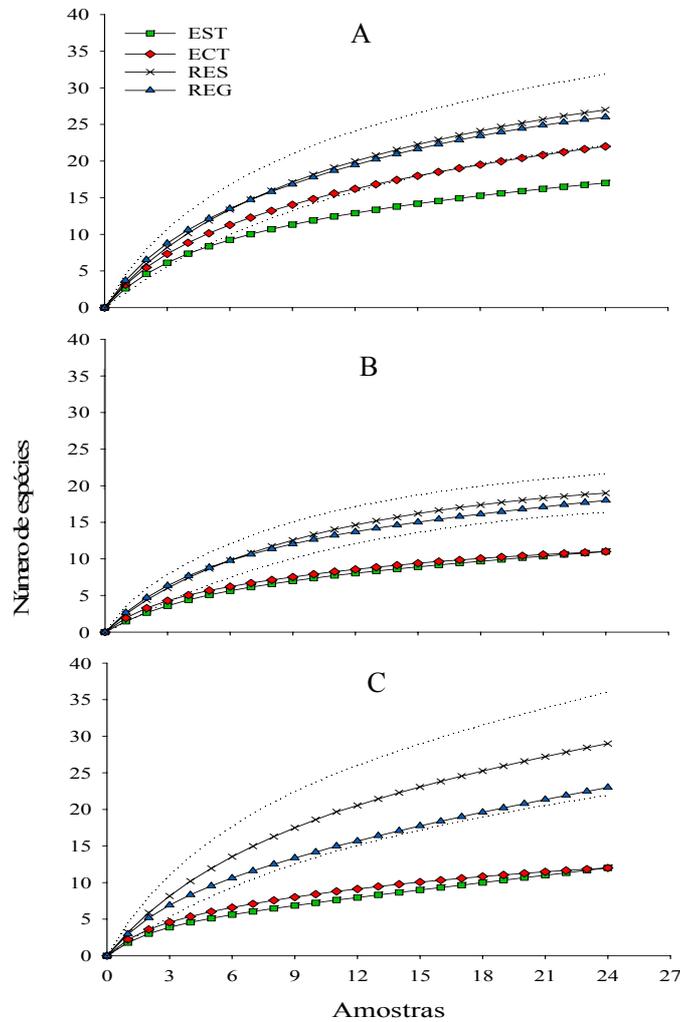


FIGURA 4 Curva de acumulação de espécies de cupins por unidade amostral, com 500 randomizações, nos tempos: 90 dias antes (A), 90 dias após (B) e 180 dias após (C) o plantio, em quatro tratamentos: eucaliptais sem tratamento prévio das mudas com fipronil (EST); eucaliptais com tratamento prévio das mudas com fipronil (ECT); áreas de reserva com vegetação nativa (RES) e áreas em processo de regeneração natural (REG), em João Pinheiro, MG, de setembro de 2007 a julho de 2008. As linhas pontilhadas indicam o intervalo de confiança, a 95% de probabilidade.

Para os tratamentos RES e REG, a inclinação da curva de acumulação de espécies apresentou o mesmo comportamento e valores próximos em todas as avaliações, exceto na última, quando a curva de RES apresentou uma inclinação pouco maior, indicando ter maior diversidade local de espécies de cupins presentes.

Observa-se, portanto, que as áreas cultivadas apresentaram diversidade menor que as não cultivadas, fato comum não só no cerrado, mas em outros biomas e bastante relatado na literatura (Eggleton et al., 1995; Jones et al., 2003; Calderon & Constantino, 2007).

A metodologia de amostragem utilizada mostrou-se eficiente, pois foram amostrados 91,38% da riqueza esperada (58 espécies). De acordo com Jones e Eggleton (2000), por meio deste protocolo de levantamento é possível amostrar em torno de 31% a 36% da riqueza local de espécies e, segundo dados anteriormente mencionados, o número de espécies de cupins registradas no cerrado está em torno de 150 a 200.

No total de amostras coletadas somando-se os 4 tratamentos, o grupo funcional dominante foi o dos ceifadores, compreendendo 23% das espécies e 52% das amostras, seguido pelo grupo dos intermediários, também com 23% das espécies, mas somente 21% das amostras. Os xilófagos apresentaram 11% das espécies e 16% das amostras e, por último, o grupo dos humívoros, com 43% das espécies, mas apenas 11% das amostras.

Avaliando-se somente as áreas cultivadas, os resultados obtidos foram: ceifadores, 28% das espécies e 42% das amostras; xilófagos, 17% das espécies e 30% das amostras; intermediários, 21% das espécies e 20% das amostras e humívoros, com 34% das espécies, mas somente 8% das amostras.

Observou-se que houve dominância de espécies de cupins pertencentes aos grupos dos ceifadores nas três avaliações realizadas nos tratamentos analisados neste experimento. Este dados corroboram os de Constantino (2005)

que relata a expressiva abundância e diversidade de cupins pertencentes ao grupo dos ceifadores ou comedores de folhas como uma das importantes características do Cerrado. Todos os cupins dos gêneros *Syntermes*, *Velocitermes*, *Rhynchotermes* e *Ruptitermes* pertencem a este grupo funcional.

Quando se analisa o comportamento da riqueza observada de espécies nos grupos funcionais para cada tratamento no tempo, e entre os tratamentos, observa-se que ocorrem pequenas diferenças entre os tratamentos EST e ECT, principalmente na primeira avaliação (Figura 5).

Na segunda avaliação, ocorreu redução significativa na riqueza de espécies nos dois tratamentos, principalmente em relação ao grupo dos humívoros (Figura 5). Vários estudos demonstram que os cupins pertencentes a este grupo são mais sensíveis a distúrbios ocorridos no hábitat do que os cupins pertencentes aos outros grupos funcionais (Bandeira et al., 2003; Jones et al., 2003). É importante salientar que a redução e, até mesmo, a extinção de populações de humívoros e intermediários, cuja maioria vive no interior do solo, podem ocasionar compactação deste solo, com conseqüente diminuição de infiltração de água das chuvas (Bandeira, 1979).

O grupo dos xilófagos praticamente manteve-se inalterado durante as avaliações nos tratamentos EST e ECT (Figura 5), fato já esperado e discutido anteriormente. O comportamento da riqueza de espécies desses grupos funcionais corrobora os resultados encontrados por Calderon e Constantino (2007), os quais relatam que a conversão do cerrado em plantios de eucalipto causou a eliminação de muitos humívoros, enquanto a maioria dos xilófagos e ceifadores permanece presente.

Nos tratamentos EST e ECT, verificou-se um pequeno acréscimo na riqueza de espécies na terceira avaliação, demonstrando uma tendência ao reestabelecimento das condições iniciais da termitofauna local.

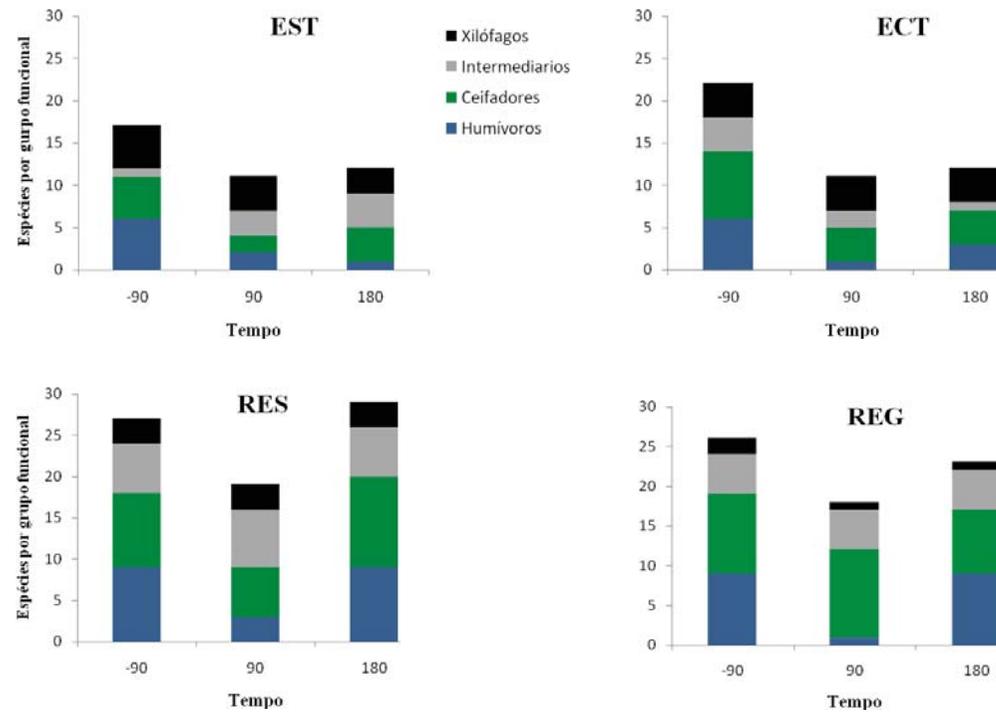


FIGURA 5 Riqueza observada de espécies de cupins por grupos funcionais, aos 90 dias antes e aos 90 e 180 dias após o plantio, em quatro tratamentos: eucaliptais sem tratamento prévio das mudas com fipronil (EST); eucaliptais com tratamento prévio das mudas com fipronil (ECT); áreas de reserva com vegetação nativa (RES) e áreas em processo de regeneração natural (REG), em João Pinheiro, MG, de setembro de 2007 a julho de 2008.

Segundo Calderon e Constantino, (2007), as principais diferenças na composição de espécies entre áreas cultivadas com eucalipto e faunas nativas de cerrado são: baixa riqueza de espécies, alta proporção de ceifadores e baixa proporção de intermediários e humívoros. A não ser pela inexpressiva proporção de ceifadores nas áreas cultivadas, todos os outros dados corroboram os resultados encontrados neste estudo.

Em relação aos tratamentos RES e REG, a riqueza de espécies nos grupos funcionais foi semelhante entre os tratamentos e em cada tratamento no tempo. Na segunda avaliação, também ocorreu uma redução na riqueza de espécies para ambos os tratamentos (Figura 5). Esta redução não era esperada, já que não houve intervenção antrópica nessas áreas não cultivadas. Isso, provavelmente, se deve à influência de fatores abióticos e à sazonalidade entre os períodos de coleta, pois, a segunda avaliação, a qual foi realizada no mês de abril, coincidiu com o período de início da estação seca nesta região, quando os cupins diminuem muito a atividade de forrageamento (Junqueira et al., 2004), dificultando a eficiência de amostragem e resultando na diminuição aparente da abundância e da riqueza de espécies.

Na terceira avaliação, observou-se uma restauração das condições iniciais da termitofauna local nessas áreas não cultivadas, com a riqueza de espécies nos grupos funcionais semelhante ao da primeira avaliação (Figura 5).

De forma geral, pode-se concluir que a composição e a riqueza observada de espécies de cupins nos grupos funcionais foram semelhantes entre as áreas não cultivadas (tratamentos EST e ECT) e entre as cultivadas (tratamentos RES e REG), mas diferiram entre os dois grupos (Figura 5). Também se constata que não houve influência do tratamento prévio das mudas de eucalipto com fipronil, na dosagem utilizada, sobre a composição, a estrutura e a riqueza de espécies nos grupos funcionais dessa comunidade de cupins.

Entende-se que, provavelmente, fatores abióticos, como já mencionado anteriormente, somados a distúrbios antrópicos, advindos das práticas silviculturais para o plantio das mudas de eucalipto (os quais modificam o ambiente, alterando o microclima e os recursos alimentares disponíveis à termitofauna presente), propiciaram as alterações nos parâmetros analisados neste experimento nas avaliações realizadas após o plantio das mudas de eucalipto.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B.; MOINO JÚNIOR, A.; LOPES, R. B. Controle do cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Hagen) com iscas termitrap impregnadas com inseticidas e associadas ao fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 27, n. 4, p. 639-644, dez. 1998.
- ALVES, A. N.; WILCKEN, C. F.; RAETANO, C. G. Controle de cupins subterrâneos (Isoptera) em plantios de eucalipto com imidacloprida e dissulfoton mais triadimenol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., 1996, Salvador. **Resumos...** Salvador: SEB, 1996. v. 1, p. 253.
- AMARAL-CASTRO, N. R.; ZANETTI, R.; MORAES, J. C.; ZANUNCIO, J. C.; FREITAS, G. D.; SANTOS, M. S. Species of soil inhabiting termites (Insecta: Isoptera) collected in eucalyptus plantations in the State of Minas Gerais, Brazil. **Sociobiology**, Chico, v. 44, n. 3, p. 717-726, 2004.
- BANDEIRA, A.G. Ecologia de cupins (Insecta, Isoptera) da Amazônia Central: efeitos do desmatamento sobre as populações. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 9, n. 3, p. 481-499, jul. 1979.
- BANDEIRA, A. G.; VASCONCELLOS, A.; SILVA, M. P.; CONSTANTINO, R. Effects of habitat disturbance on the termite fauna in a highland humid forest in the caatinga. **Sociobiology**, Chico, v. 42, n. 1, p. 117-127, 2003.
- CALDERON, R. A.; CONSTANTINO, R. A survey of the termite fauna (isoptera) of an eucalypt plantation in central Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 391-395, abr. 2007.
- CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. 2. ed. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory, 2001. 172 p.
- COLE, L. M.; RUSSELL, A. N.; CASIDA, J. E. Action of fenylpyrasole insecticides at the GABA-gated chlorid channel. **Pesticide Biochemistry Physiology**, San Diego, v. 46, n. 1, p. 47-54, May 1993.

COLWELL, R. K. **Estimates**: statistical estimation of species richness and shared species from samples, version 7.0, software user's guide and application. Storrs: University of Connecticut, 2006. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>>. Acesso em: 10 jan. 2009.

CONSTANTINO, R. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 40, n. 25, p. 387-448, dez. 1999.

CONSTANTINO, R. The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 126, n. 7, p. 355-365, Mar. 2002.

CONSTANTINO, R. Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no bioma cerrado. In: SCARIOT, A. O.; SILVA, J. C. S.; FELFILI, J. M. (Ed.). **Biodiversidade, ecologia e conservação do cerrado**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 319-333.

CONSTANTINO, R. **On-line termite database**: catalog of the living termites of the new world. Brasília: [S.l], 2009. Disponível em: <<http://www.unb.br/ib/zoo/catalog.html>>. Acesso em: 6 fev. 2009.

CONSTANTINO, R.; SCHLEMMERMEYER, T. Cupins (Insecta: Isoptera). In: ALHO, C. J. R.; CONCEIÇÃO, P. N. da (Ed.). **Fauna silvestre da região do rio Manso - MT**. Brasília: IBAMA/ELETRONORTE, 2000. p. 129-151.

DAVIES, R. G. Feeding group responses of a neotropical termite assemblage to rain forest fragmentation. **Community Ecology**, Budapest, v. 133, n. 2, p. 233-242, Oct. 2002.

DIETRICH, C. R. R. C. **Ocorrência de cupins (Insecta: Isoptera) em reflorestamentos de *Eucalyptus* spp.** 1989. 68 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

DOMINGOS, D. J.; CAVENAGHI, T. M. C. M.; GONTIJO, T. A.; DRUMOND, M.; CARVALHO, R. C. F. Composição de espécies, densidade e aspectos biológicos da fauna de térmitas de cerrado em Sete Lagoas - MG. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 199-207, jan. 1986.

EGGLETON, P.; BIGNEL, D. E.; SANDS, W. A.; WAITE, B.; WOOD, T. G.; LAWTON, J. H. The species richness (Isoptera) under differing levels of forest disturbance in the Mbalmayo forest reserve, southern Cameroon. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 11, n. 1, p. 85-98, Feb. 1995.

FONSECA, J. P. Experiências de combate químico a cupins subterrâneos no Horto Florestal do Guarani. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 19, n. 57, p. 57-84, set. 1949.

FONSECA, J. P. Emprego de inseticidas orgânicos no combate a cupins subterrâneos nocivos a mudas de eucalipto. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 13-19, jun. 1952.

HU, X. P. Evaluation of efficacy and nonrepellency of indoxacarb and fipronil-treated soil at various concentrations and thicknesses against two subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 98, n. 2, p. 509-517, Apr. 2005.

IBRAHIM, S. A.; HENDERSON, G.; FEI, H. Toxicity, repellency and horizontal transmission of fipronil in the formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 96, n. 2, p. 461-467, Apr. 2003.

JONES, D. T.; EGGLETON, P. Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 37, n. 1, p. 191-203, Feb. 2000.

JONES, D. T.; SUSILO, F. X.; BIGNELL, D. E.; HARDIWINOTO, S.; GILLISON, A. N.; EGGLETON, P. Termite assemblage collapses along a land-use intensification gradient in lowland central Sumatra, Indonesia. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 40, n. 2, p. 380-391, Apr. 2003.

JUNQUEIRA, L. K.; DIEHL, E.; FLORENCIO, D. F.; BERTI FILHO, E. Seasonal species richness of termite in an eucalyptus plantation in anhembi, state of São Paulo, Brazil. **Acta Biologica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 26, n. 2, p. 241-248, jul./dez. 2004.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 147-155, jul. 2005.

MARICONI, F. M. A. **Inseticidas e seu emprego no combate as pragas**. v. 2. São Paulo: Nobel, 1981. 466p.

MULROONEY, J. E.; GERARD, P. D. Toxicity of fipronil in mississippi soil types against *Reticulitermes flavipes*. (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology**, Chico, v. 50, n. 1, p. 63-70, 2007.

NAIR, K. S. S.; VARMA, R. V. Some ecological aspects of the termite problem in young eucalyptus plantations in Kerala, India. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 12, n. 3/4, p. 287-303, 1985.

NOGUEIRA, S. B.; SOUZA, A. J. “Cupins do cerne”, *Coptotermes testaceus* (Isoptera, Rhinotermitidae), uma praga séria para eucaliptos nos cerrados. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 14, n. 61, p. 27-29, set. 1987.

NOVARETTI, W. R. T. Controle de cupins em cana-de-açúcar através do emprego de inseticidas no solo. **Boletim Técnico Coopersucar**, Piracicaba, n. 38, p. 39-44, 1985.

POTENZA, M. R.; ZORZENON, F. J.; JUSTI JÚNIOR, J.; ALMEIDA, S. L. Determinação da área de forrageamento e estimativa da população de *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) e controle com isca a base de hexaflumuron. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 2, p. 189-195, abr./jun. 2004.

REMMEN, L. N.; SU, N. Y. Tunneling and mortality of eastern and formosan subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) in sand treated with thiamethoxam or fipronil. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 98, n. 3, p. 906-910, June 2005.

RESENDE, V. F.; ZANUNCIO, J. C.; GUEDES, R. N. C.; NOGUEIRA, P. B. Efeitos comparativos do carbosulfan e do aldrin na proteção de mudas de eucaliptos contra cupins subterrâneos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 645-648, out. 1995.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA, 1998. 556 p.

SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, J. C.; ANJOS, N. dos; ZANUNCIO, T. V. Danos em povoamentos de *Eucalyptus grandis* pelo cupim de cerne *Coptotermes testaceus* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 14, n. 2, p. 155-163, jul. 1990.

WILCKEN, C. F. Danos de cupins subterrâneos *Cornitermes* sp. (Isoptera: Termitidae) em plantios de *Eucalyptus grandis* e controle com inseticidas no solo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 329-338, out. 1992.

WILCKEN, C. F.; RAETANO, C. G. Controle de cupins em florestas. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L. R. (Ed.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995a. p. 41-154.

WILCKEN, C. F.; RAETANO, C. G. Eficiência do inseticida fipronil no controle de cupins subterrâneos (Isoptera: Termitidae) em eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., 1995, Caxambu. **Resumos...** Caxambú: SEB, 1995b. p. 547.

WILCKEN, C. F.; RAETANO, C. G.; FORTI, L. C. Termite pests in *Eucalyptus* forests in Brasil. **Sociobiology**, Chico, v. 40, n. 1, p. 179-190, 2002.

## **CAPITULO 2**

### **TEMPO DE RESILIÊNCIA DA COMUNIDADE DE CUPINS (INSECTA: ISOPTERA) EM PLANTIOS DE EUCALIPTO TRATADOS PREVIAMENTE COM FIPRONIL, NO CERRADO**

#### **1 RESUMO**

Objetivou-se comparar a riqueza de cupins (Isoptera: Insecta) entre as áreas cultivadas e não cultivadas com eucalipto e verificar os possíveis efeitos do tratamento prévio de mudas de eucalipto com fipronil sobre a riqueza de espécies de cupins no tempo, assim como avaliar o tempo de resiliência dessa comunidade de cupins, em uma região de Cerrado de Minas Gerais. O trabalho foi realizado no município de João Pinheiro, MG, num período de nove meses. Os tratamentos analisados foram compostos por áreas onde seriam cultivadas mudas de eucalipto tratadas e não tratadas previamente com fipronil e por áreas não cultivadas em processo de regeneração e por áreas de reserva com vegetação nativa de cerrado “stricto sensu”. A metodologia de amostragem utilizada foi a disposição de transectos de coleta nas áreas, seguindo protocolo adaptado, com avaliações aos 90 dias antes e aos 90 e 180 dias após o plantio das mudas. O material coletado foi triado e, posteriormente, identificado. A riqueza média observada de espécies de cupins diferiu significativamente entre as áreas cultivadas e não cultivadas. Entretanto, não houve diferença significativa entre a riqueza de espécies nas áreas tratadas e não tratadas com fipronil e nem entre as áreas não cultivadas, mas houve variação da riqueza no tempo dentro de cada tratamento. Pode-se concluir que o produto testado não afeta negativamente a comunidade de cupins nesta região de cerrado em Minas Gerais e, por isso, não foi possível determinar o tempo de resiliência dessa comunidade em função da aplicação deste produto.

Palavras-chave: Cupim, fipronil, riqueza, resiliência, eucalipto.

## **CHAPTER 2**

### **RESILIENCE TIME OF THE TERMITE COMMUNITY (INSECTA: ISOPTERA) IN THE PLANTING OF PREVIOUSLY FIPRONIL TREATED EUCALYPTUS ON THE SAVANNA**

#### **2 ABSTRACT**

It was intended to compare the richness of termites (Isoptera: Insecta) between areas cultivated and non-cultivated with eucalyptus; and to verify the possible effects of the previous treatment of eucalyptus seedling with fipronil on the richness of termite species in time, as well as to evaluate the resilience time of that community in a Minas Gerais savanna region. The work was conducted in the municipality of João Pinheiro, MG in the nine month period. The treatments studied were composed of areas where previously fipronil treated or not eucalyptus seedlings and of areas recovering uncultivated areas and of reservation areas with native savanna vegetation. The sampling methodology utilized was through the collection transect arrangement in the areas, following adapted protocol with evaluations at 90 days before, and at 90 and 180 days after the planting of the seedlings. The collected material was separated and afterward identified. The observed average richness of termite species differed significantly between the cultivated and uncultivated areas. Nevertheless, there were no significant differences between the species richness in the fipronil treated and not treated areas and neither among the uncultivated areas, but there was variation of richness in time within each treatment. One can conclude that the chemical tested does not affect negatively the termite community in this savanna region in Minas Gerais, and for that reason it was not possible to determine the resilience time of this community as related to the application of this chemical.

Key words: Termites, fipronil, richness, resilience, eucalyptus.

### 3 INTRODUÇÃO

Nos últimos 35 anos, mais da metade da área de Cerrado deu lugar a agricultura, pastagens e florestas plantadas, o que vem impactando substancialmente uma das mais ricas entomofaunas do mundo, com alto nível de endemismo (Klink & Machado, 2005), que vem sofrendo redução.

Dentre as florestas plantadas, merecem destaque os cultivos com espécies exóticas de *Eucalyptus* spp., com grandes áreas plantadas no estado de Minas e sendo utilizadas como matéria-prima para vários produtos (Fonseca & Diehl, 2004). A implantação dessa e de outras culturas altera os habitats, ocasionando simplificação das comunidades naturais, com efeitos sobre a riqueza e a composição de espécies e abundância de indivíduos (Louzada et al., 2000). Dessa forma, ocorrem perdas e/ou alteração da diversidade de espécies, que é um dos mais importantes aspectos a serem considerados no ecossistema florestal. Portanto, o intuito é desenvolver práticas silviculturais que possibilitem suprir a grande demanda de madeira, sem, contudo, ocasionar alterações prejudiciais ao equilíbrio do ecossistema florestal.

O manejo de pragas é uma das práticas consideradas essenciais para o cultivo do eucalipto. Dentre essas práticas silviculturais utilizadas, destacam-se o monitoramento e a aplicação de formicidas e herbicidas para o controle de formigas cortadeiras e a aplicação de termiticidas, tanto em tratamento prévio para a proteção de mudas ou em pulverizações de árvores vivas, em diferentes estágios de desenvolvimento, para o controle de cupins. Estas, assim como as demais práticas relacionadas à condução e ao manejo dessa monocultura, embora sejam necessárias, são pouco estudadas com relação ao seu impacto sobre a biodiversidade local.

O tratamento pré-plantio de mudas de eucalipto com fipronil é uma prática silvicultural comum nessa cultura. Foi verificado que o tratamento prévio com a utilização do produto fipronil apresenta alta toxicidade e eficiência para cupins (Wilcken, 1995; Remen & Su, 2005), e que este produto não foi repelente a dosagens de 0,063% ou menos. No entanto, solos tratados com 0,125% do produto apresentaram significativa repelência aos operários desta espécie (Ibrahim et al., 2003).

A alta eficiência do fipronil chamou a atenção para a possibilidade de acumulação do produto no meio ambiente, devido ao seu uso excessivo. Outros estudos avaliaram a toxicidade e a repelência do tratamento de solos com fipronil contra cupins de madeira seca, os quais atacam o madeiramento dos mais diversos tipos de construções civis, tanto no Brasil quanto em outros países (Hu, 2005; Remen & Su, 2005; Mulrooney & Gerard, 2007). No entanto, não há trabalhos nos quais tenha sido avaliado o impacto do tratamento de mudas com esse produto, na diversidade de cupins em florestas cultivadas.

Com base em estudos, o *Forest Stewardship Council* (FSC), principal certificador internacional de qualidade florestal, proibiu o uso do fipronil em cultivos florestais certificados pelo órgão no Brasil, alegando que esse produto seria altamente prejudicial à fauna de cupins e estaria reduzindo a diversidade desses insetos. Entretanto, essa alegação foi baseada apenas em pesquisas laboratoriais, realizadas por pesquisadores em outros continentes, onde o tipo de solo, vegetação, condições climatológicas e termitofauna diferenciadas, entre outros fatores, poderiam influenciar o comportamento das espécies e, conseqüentemente, os resultados obtidos.

Uma das formas de avaliar o impacto do fipronil sobre a diversidade de cupins em florestas cultivadas e o tempo de recuperação dessa diversidade após o distúrbio é o uso dos próprios cupins como indicadores biológicos (Dias, 2004; Florencio & Diehl, 2006; Vasconcellos et al., 2008).

Nesse sentido, procurou-se comparar a riqueza de espécies de cupins em plantios de eucalipto tratados previamente com fipronil com a riqueza em eucaliptais não tratados e com áreas não cultivadas, durante um período de nove meses, em uma área sob domínio do cerrado, visando avaliar o tempo de recuperação dessa termitofauna após a aplicação do produto. A hipótese testada foi a de que a riqueza de espécies de cupins reduz aparentemente após a aplicação de fipronil, retornando aos níveis iniciais após o término do efeito residual do produto.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em plantios de eucalipto, no município de João Pinheiro (17°56'49.1" S e 46°05'50.5" W), MG, Brasil, à altitude de 889 m. O clima da região é tropical úmido de savana, tipo Aw, com inverno seco e verão chuvoso, conforme classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 24,3°C, com precipitação média anual em torno de 1.485 mm, aproximadamente 90% dela concentrados nos meses de outubro a março.

A vegetação natural é constituída por cerrados, representada por seus vários tipos, desde campos a cerradões e florestas ciliares subperenifólias. Esta vegetação, conhecida como cerrado “stricto sensu”, designa um dos tipos fitofisionômicos que ocorrem na formação savânica, o qual possui áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato gramíneo, sem formação de dossel contínuo e cujas árvores são baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas. Os troncos e galhos das árvores e dos arbustos de caule grosso são, na maior parte, torcidos, com folhas grandes a médias e, geralmente, coriáceas (Sano & Almeida, 1998).

Foram analisados quatro tratamentos: 1) área onde seriam cultivadas mudas de eucalipto não tratadas previamente com fipronil (EST); 2) área onde seriam cultivadas mudas de eucalipto tratadas previamente com fipronil (ECT); 3) área de reserva constituída de vegetação nativa de cerrado (RES) (testemunha) e 4) área anteriormente cultivada com eucalipto, em processo de regeneração natural com, aproximadamente, 25 anos (REG).

As áreas de reserva constituídas de vegetação nativa de cerrado e aquelas em processo de regeneração, referentes, respectivamente, ao terceiro e ao quarto tratamentos, possuíam, em média, 30 ha. Nas áreas destinadas ao plantio de eucalipto, a média era de 25,47 ha.

Foram utilizadas mudas clonais de um híbrido de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake e o tratamento prévio consistiu na imersão das mesmas, por 30 segundos, em calda inseticida à base de fipronil (800 WG) na concentração de 0,4%.

Foram selecionadas duas áreas para cada tratamento e demarcados três transectos em cada área para o levantamento dos cupins, totalizando seis transectos por tratamento. Cada transecto apresentava 20 m de comprimento por 2 m de largura, dispostos a, pelo menos, 50 m de distância um do outro, sendo sempre demarcados a, pelo menos, 50 m do limite das áreas de coleta, a fim de evitar possíveis efeitos de borda (Figura 1). Os transectos foram divididos em 4 seções de 2x5 m (10 m<sup>2</sup>) (repetição) (Jones & Eggleton, 2000).

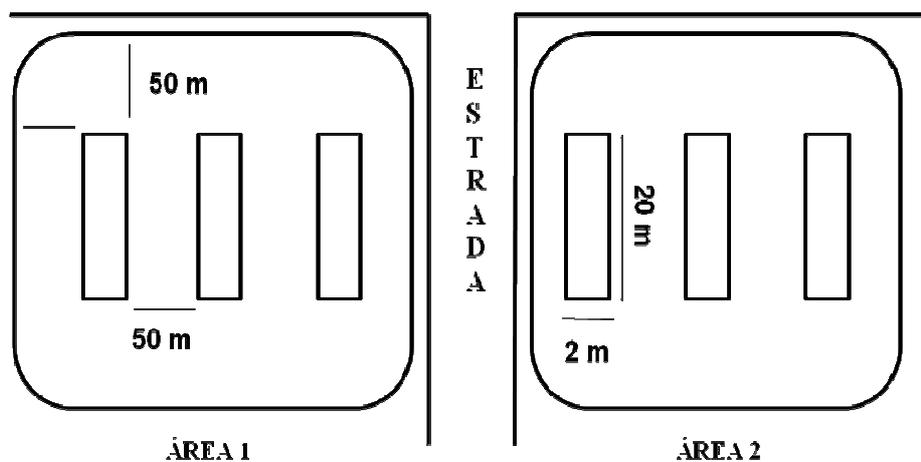


FIGURA 1 Croqui do desenho amostral dos transectos utilizados nas coletas dos cupins, em João Pinheiro, MG, de setembro de 2007 a julho de 2008.

Em cada seção, duas pessoas, munidas de enxadinhas e pinças entomológicas, permaneceram por 30 minutos coletando todos os térmitas presentes na superfície e em toda camada de 0-30 cm de profundidade do solo, na serapilheira, na base das árvores, sob pedras, troncos e galhos, no interior de ninhos arborícolas e epígeos, dentro de troncos em decomposição e sobre/sob a casca dos troncos. O esforço amostral foi de 1 hora/seção e 4 horas/transecto, seguindo protocolo adaptado de Jones e Eggleton (2000).

As coletas foram realizadas em todos os tratamentos aos 90 dias antes da data de plantio do eucalipto e aos 90 e 180 dias após o plantio, entre o período de setembro de 2007 a julho de 2008. A data de plantio das mudas de eucalipto foi no período de 3 a 9 de janeiro de 2008.

Os cupins coletados foram acondicionados em tubos de acrílico, contendo álcool 80% e identificados, com auxílio de lupa, no Laboratório de Pragas Florestais do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras e no Departamento de Zoologia da Universidade de Brasília, sob orientação do Dr. Reginaldo Constantino.

Foram elaboradas matrizes de presença ou ausência e os dados foram avaliados utilizando-se a frequência das espécies em cada amostra por tratamento. A riqueza observada de espécies foi obtida a partir do número absoluto de espécies no total de amostras dispostas nas áreas.

Para comparar a riqueza média observada entre os tratamentos em função do tempo, foi feita uma análise de variância e regressão utilizando-se modelos lineares generalizados (GLM) com uma distribuição de erros do tipo poisson (Crawley, 2002; Buckley et al., 2003). A riqueza média observada de cada tratamento foi utilizada como variável resposta e o tempo como variável explicativa. Posteriormente, realizou-se a junção dos termos qualitativos não significativos, por meio de análises de contraste de modelos, para verificar a

semelhança entre os tratamentos, a partir do modelo completo. As análises foram realizadas por meio do software R (R Development Core Team 2008).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou que a riqueza média observada diferiu significativamente entre os tratamentos e variou no tempo ( $\chi^2$ ;  $p < 0,01$ ), porém, não houve efeito da interação tempo X tratamento ( $\chi^2$ ;  $p > 0,05$ ) (Tabela 1). A análise de contraste de modelos mostrou que a riqueza média observada não diferiu entre os tratamentos EST e ECT ( $\chi^2$ ;  $p > 0,05$ ) e entre os tratamentos RES e REG ( $\chi^2$ ;  $p > 0,05$ ), porém, houve diferença entre a curva resultante das áreas cultivadas (EST+ECT) e a curva das áreas não cultivadas (RES+REG) ( $\chi^2$ ;  $p < 0,01$ ) (Figura 2).

TABELA 1 Análise de variância da riqueza média observada em função do tempo, para quatro tratamentos avaliados: eucaliptais sem tratamento prévio com fipronil (EST); eucaliptais com tratamento prévio das mudas com fipronil (ECT); em áreas de reserva com vegetação nativa (RES) e em áreas em processo de regeneração (REG), em João Pinheiro, MG, de setembro de 2007 a julho de 2008

Parâmetros	GL	Desvio resíduo	GL Resíduo	Desvio	P(>Chi)
	71	73,070			
Tratamento (a)	3	20,436	68	52,634	0,00013
Tempo (b)	1	9,754	67	42,880	0,00178
Tempo <sup>2</sup> (c)	1	7,341	66	35,539	0,00673
a:b	3	2,335	63	33,204	0,50592
a:c	3	0,115	60	33,089	0,98997
b:c	0	0,000	60	33,089	
a:b:c	0	0,000	60	33,089	

Verificou-se que a riqueza média observada das áreas cultivadas foi menor que as das áreas não cultivadas, independente do tempo, mostrando que as práticas silviculturais e a menor diversidade vegetal contribuem para a redução do número de espécies na área. Isso já era esperado, pois vários trabalhos já confirmaram a maior diversidade de espécies de cupins nas matas em relação às áreas cultivadas, tanto no cerrado como em outros biomas (Calderon & Constantino, 2007; Eggleton et al., 1995).

Os cupins são organismos extremamente sensíveis às alterações no ambiente, conforme relatado por Bandeira e Vasconcellos (2004). Esses autores avaliaram o efeito de perturbações antrópicas sobre as populações de cupins em Brejo dos Cavalos, Pernambuco, Brasil, e verificaram que tanto a riqueza de espécies como o número de indivíduos encontravam-se em posição inversamente proporcional ao grau de distúrbio da vegetação, demonstrando que os cupins são insetos muito sensíveis a modificações ambientais.

Aos 90 dias antes do plantio, a riqueza média das áreas cultivadas e não cultivadas foi de 7,3 e 10,0 espécies por amostra, respectivamente. Aos 90 dias após o plantio, essa riqueza reduziu para 4,1 e 6,9 espécies por amostra, respectivamente. A partir daí, verificou-se um aumento da riqueza nessas áreas, chegando, aos 180 dias após o plantio, a 5,3 e 8,0 espécies por amostra, indicando uma tendência ao restabelecimento das condições iniciais dessa comunidade de cupins (Figura 2).

A queda da riqueza de espécies após o plantio nos tratamentos RES e REG não era esperada, já que não houve intervenção antrópica nessas áreas. Isto mostra que, provavelmente, fatores abióticos e sazonalidade influenciaram negativamente a riqueza (Figura 2), pois a segunda avaliação foi feita no período de início da estação seca nesta região, quando os cupins diminuem muito a atividade de forrageamento (Junqueira et al., 2004), dificultando a eficiência de

amostragem e resultando na diminuição aparente da abundância e riqueza de espécies.

Como a análise de contraste de modelos demonstrou não haver diferença entre a curva resultante dos tratamentos RES e REG no tempo, pode-se concluir que o tempo de regeneração de 25 anos propiciou a reestruturação das características originais, equivalendo, em termos de riqueza de espécies, aos de uma área destinada a reserva.

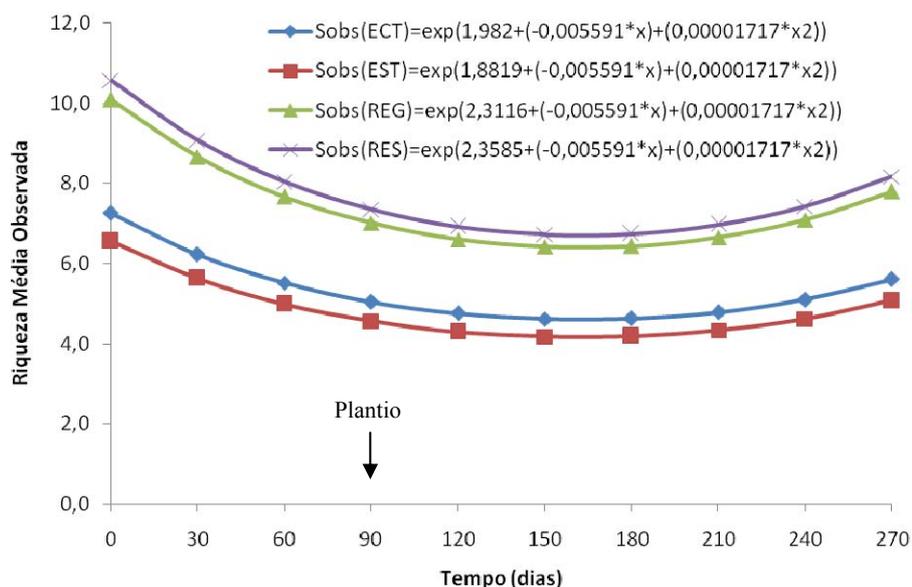


FIGURA 2 Riqueza média observada em função do tempo em: eucaliptais sem tratamento prévio das mudas com fipronil (EST); eucaliptais com tratamento prévio das mudas com fipronil (ECT); em áreas de reserva com vegetação nativa (RES) e em áreas em processo de regeneração natural (REG), João Pinheiro, MG, setembro de 2007 a julho de 2008.

Verificou-se que a riqueza de espécies de cupins não foi afetada pelo tratamento das mudas com fipronil, indicando que esse produto, na dosagem (40g/ha) e na concentração (0,4%) utilizadas, provavelmente não causou a mortalidade dos cupins, mas apenas sua repelência. Estudos visando avaliar repelência do fipronil aos cupins revelaram que solos tratados com concentração acima de 0,125% apresentaram significativa repelência aos cupins (Ibrahim et al., 2003). Nesse caso, a alegação do FSC de que o produto causa redução da diversidade de espécies de cupins não procede, nessas condições.

É necessário ressaltar que esses organismos têm a capacidade de se alimentar de uma vasta gama de recursos, não havendo especificidade alimentar dos cupins em relação às mudas de eucalipto. Fadini e DeSouza (1995) sugeriram que talvez não seja necessário, para estes insetos, um forrageamento direcionado, devido à alta disponibilidade de recursos nos eucaliptais.

Sendo assim, supõe-se que fatores abióticos, somados aos impactos das práticas silviculturais, advindos das atividades de plantio das mudas de eucalipto nos talhões, provavelmente propiciaram a flutuação aparente da riqueza de espécies na comunidade de cupins.

Não foi possível determinar o tempo de resiliência dessa comunidade de cupins em função da aplicação do fipronil, uma vez que o produto não afetou negativamente essa termitofauna.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANDEIRA, A. G.; VASCONCELLOS, A. Efeitos de perturbações antrópicas sobre as populações de cupins (Isoptera) do Brejo dos Cavalos, Pernambuco. In: PÔRTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELI, M. (Org.). **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Universidade Federal de Pernambuco, 2004. v.11, p. 145-151.

BUCKLEY, Y. M.; BRIESE, D. T.; REES, M. Demography and management of the invasive plant species *Hypericum perforatum*, L, using multi-level mixed-effects models for characterizing growth, survival and fecundity in a long-term data set. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 40, n. 3, p. 481-493, June 2003.

CALDERON, R. A.; CONSTANTINO, R. A survey of the termite fauna (Isoptera) of an eucalypt plantation in central Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 391-395, May/June 2007.

CRAWLEY, M. J. **Statistical computing: an introduction to data analysis using s-plus**. London: J. Wiley, 2002.

DIAS, N. S. **Interações entre as comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de fragmentos florestais e de agroecossistemas adjacentes**. 2004. 66 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

EGGLETON, P.; BIGNEL, D. E.; SANDS, W, A.; WAITE, B.; WOOD, T. G.; LAWTON, J. H. The species richness (Isoptera) under differing levels of forest disturbance in the mbalmayo forest reserve, southern Cameroon. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v, 11, n. 1, p, 85-98, Feb. 1995.

FADINI, M. A. M.; SOUZA, O. F. F. de. Iscas para amostragem de cupins em Mata Atlântica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., 1995, Caxambu. **Resumos...** Lavras: UFLA, 1995. p. 666.

FLORENCIO, D. F.; DIEHL, E. Termitofauna (Insecta, Isoptera) em remanescentes de floresta estacional semidecidual em São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 50, n. 4, p. 505-511, out. 2006.

FONSECA, R. C.; DIEHL, E. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoamentos de *Eucalyptus spp.* (Myrtaceae) de diferentes idades no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 48, n. 1, p. 95-100, jan. 2004.

HU, X. P. Evaluation of efficacy and nonrepellency of indoxacarb and fipronil-treated soil at various concentrations and thicknesss against two subterranean termites (*Isoptera: Rhinotermitidae*). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 98, n. 2, p. 509-517, Apr. 2005.

IBRAHIM, S. A.; HENDERSON, G.; FEI, H. Toxicity, repellency and horizontal transmission of fipronil in the formosan subterranean termite (*Isoptera: Rhinotermitidae*). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 96, n. 2, p. 461-467, Apr. 2003.

JONES, D. T.; EGGLETON, P. Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 37, n. 1, p. 191-203, Feb. 2000.

JUNQUEIRA, L. K.; DIEHL, E.; FLORENCIO, D. F.; BERTI FILHO, E. Seasonal species richness of termite in an eucalyptus plantation in anhembi, state of São Paulo, Brazil. **Acta Biologica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 26, n. 2, p. 241-248, jul./dez. 2004.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A Conservação do cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 147-155, jul. 2005.

LOUZADA, J. N. C.; SANCHES, N. M.; SCHILINDWEIN, M. N. Bioindicadores de qualidade e de impactos ambientais da atividade agropecuária. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 202, p. 72-77, jan. 2000.

MULROONEY, J. E.; GERARD, P. D. Toxicity of fipronil in mississippi soil types against *Reticulitermes flavipes*. (*Isoptera: Rhinotermitidae*). **Sociobiology**, Chico, v. 50, n. 1, p. 63-70, 2007.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2008. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 15 fev. 2009.

REMMEN, L. N.; SU, N. Y. Tunneling and mortality of eastern and formosan subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) in sand treated with thiamethoxam or fipronil. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 98, n. 3, p. 906-910, June 2005.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA, 1998. 556 p.

VASCONCELLOS, A.; BANDEIRA, A. G.; ALMEIDA, W. O.; MOURA, F. M. S. Térmitas construtores de ninhos conspícuos em duas áreas de Mata Atlântica com diferentes níveis de perturbação antrópica. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 1, p. 15-19, jan./fev. 2008.

WILCKEN, C. F.; RAETANO, C. G. Eficiência do inseticida fipronil no controle de cupins subterrâneos (Isoptera: Termitidae) em eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., 1995, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: SEB, 1995. p. 547.