



**IMPACTO DE PRÁTICAS SILVICULTURAIS
SOBRE A DIVERSIDADE DE FORMIGAS
(HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM
EUCALIPTAIS**

LUCIMEIRE DE SOUZA RAMOS

2001

51700

MP 36485

LUCIMEIRE DE SOUZA RAMOS

**IMPACTO DE PRÁTICAS SILVICULTURAIS SOBRE A
DIVERSIDADE DE FORMIGAS (HYMENOPTERA:FORMICIDAE)
EM EUCALIPTAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Entomologia, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Ronald Zanetti Bonetti Filho

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

2001

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

Ramos, Lucimeire de Souza

Impacto de práticas silviculturais sobre a diversidade de formigas
(Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais / Lucimeire de Souza Ramos. -- Lavras
: UFLA, 2001.

111p. : il.

Orientador: Ronald Zanetti Bonetti Filho.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Biodiversidade. 2. Formicidae. 3. Eucalipto. 4. Prática silvicultural. 5.
Ecologia. 6. Diversidade. 7. Bioindicador. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

CDD-595.796

LUCIMEIRE DE SOUZA RAMOS

**IMPACTO DE PRÁTICAS SILVICULTURAIS SOBRE A
DIVERSIDADE DE FORMIGAS (HYMENOPTERA:FORMICIDAE)
EM EUCALIPTAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Entomologia, para obtenção do título de "Mestre".

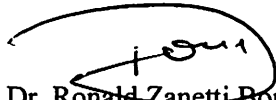
APROVADA em 23 de março de 2001

Prof. Dr. Jacques Hubert Charles Delabie

CEPLAC-UESC

Prof. Dr. Marcelo Nivert Schlindwein

UFLA



Prof. Dr. Ronald Zanetti Bonetti Filho
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Aos meus pais,

José e Livia, pelo amor, apoio, dedicação e compreensão durante todos os momentos da minha vida; ao meu filho Elder que mesmo tão longe esteve sempre tão perto em todos os momentos difíceis dessa minha caminhada,

DEDICO

À minha irmã Lucileide, avós, tios, primos e sobrinha pelo carinho e amizade,

OFEREÇO

A Deus pela vida, força e coragem para a realização desse curso,

AGRADEÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade concedida para a realização desse curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da Bolsa de Estudos.

Ao prof. Ronald Zanetti Bonetti Filho, pelo apoio e orientação para a realização desse trabalho

Ao Dr. Jacques H. C. Delabie pelo grande apoio, auxílio na identificação das formigas, atenção dispensada, sugestões e paciência inesgotável.

Ao prof. Marcelo Nivert Schlindwein, pela ajuda, críticas e sugestões.

Ao prof. Júlio Louzada pelo apoio.

Ao amigo Lindolfo pela ajuda na análise estatística.

À prof. Sofia Campiolo pelas sugestões na análise estatística.

Ao prof. Zeca pela ajuda na confecção dos gráficos.

A Cidália Gabriela pela amizade força e ajuda indispensável na realização e organização desse trabalho.

Aos demais professores, funcionários e alunos do Departamento de Entomologia pela amizade, convívio e apoio, além da contribuição à minha formação acadêmica.

À Empresa CAF Santa Bárbara Ltda por ter financiado e permitido o desenvolvimento desse trabalho, em especial ao Dr. Olivier, Roozevelt, Adriano, Euzébio, Geraldo, João, Maria do Carmo, Paulinho, Sr. Devassi, Simone e Zé Filé.

À Empresa VR Produtos Agropecuários Ltda, na pessoa do Sr. José Oscar Catarani, por ter financiado parte desse trabalho.

Ao Laboratório de Mirmecologia do CEPEC/CEPLAC pela amizade e ajuda, em especial a Lucileide, Daiane, Ivan, Crispim, Zé Raimundo, Maikel e Heloísa.

Às amigas de república Alessandra e Elisângela pelo convívio intenso, amizade e compreensão em todos os momentos desta jornada.

Aos meus colegas de curso, Concinha, Elisângela, Loriney, Luciano, Márcio, Gabriela, pela convivência, amizade e coleguismo.

Aos amigos e colegas Alexandre, Ariana Carvalho, Cléa, Cynthia, Denilson, Fátima, Gustavo, Gutemberg, Kátia, Leila, Lívia, Luis Carlos, Luis Cláudio, Máira, Maurício, Raquel, Renildo, Ricardo, Sandra, Valdirene, Vinícius, Vitória e Walquíria, pelo convívio, ajuda e companheirismo.

À Zélia pela ajuda, força e compreensão enquanto estive ausente.

Ao meu namorado Rubens pela ajuda, apoio e grande compreensão.

E a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

LUCIMEIRE DE SOUZA RAMOS, filha de José de Oliveira Ramos e Livia Ribeiro de Souza Ramos, nasceu em 04 de junho de 1970 na cidade de Ilhéus, BA.

De junho a agosto de 1996, participou do projeto “As formigas como bioindicadores de áreas antropizadas do Sul da Bahia” e, de agosto de 1996 a fevereiro de 1999, na condição de bolsista de Iniciação Científica-CNPq, fez parte do projeto “Mirmecofauna das regiões cacaeiras da Bahia e Espírito Santo: Ecologia e Biogeografia das espécies de importância econômica e conservacionista”.

Em agosto de 1998, concluiu o curso de Biologia (Licenciatura) pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), em Ilhéus, BA.

Em abril de 1999, ingressou no curso de Mestrado em Entomologia na Universidade Federal de Lavras, submetendo-se à defesa de dissertação em 23 de fevereiro de 2001.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 Diversidade de insetos em eucaliptais	4
2.2 Riqueza de formigas e seu papel nos agroecossistemas	8
2.3 Comunidade de formigas	14
2.4 Bioindicadores	18
2.5 Formigas como indicadores ecológicos	22
2.6 Práticas silviculturais e biodiversidade	28
3 MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1 Área de estudo	32
3.2 Habitats amostrados	32
3.3 Levantamento da fauna de formigas	32
3.4 Método de coleta	36
3.5 Procedimento de coleta	36
3.6 Triagem, montagem e identificação do material biológico	37
3.7 Análise dos dados	39
4 RESULTADOS	43
4.1 Fauna de Formicidae coletadas em áreas de vegetação nativa de cerrado e eucaliptais	43
4.2 Efeito do tipo de combate de formigas cortadeiras com isca granulada sobre a diversidade de formigas em eucaliptais	49

4.3 Efeito do tipo de capina do sub-bosque em eucaliptais sobre a diversidade de formigas	64
5 DISCUSSÃO	77
5.1 Fauna de Formicidae coletadas em áreas de vegetação nativa de cerrado e eucaliptais	77
5.2 Efeito do tipo de combate de formigas cortadeiras com isca granulada sobre a diversidade de formigas em eucaliptais	79
5.3 Efeito do tipo de capina do sub-bosque em eucaliptais sobre a diversidade de formigas	88
6 CONCLUSÕES	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96

RESUMO

RAMOS, Lucimeire de Souza. **Impacto de práticas silviculturais sobre a diversidade de formigas (Hymenoptera:Formicidae) em eucaliptais.** Lavras: UFLA, 2001. 111p. (Dissertação – Mestrado em Entomologia)¹

Objetivou-se conhecer e comparar a diversidade de formigas em áreas de vegetação nativa de cerrado “stricto sensu” e em florestas de eucalipto através de indicadores ecológicos, bem como verificar o efeito do combate sistemático ou localizado de formigas cortadeiras e da capina química ou mecânica sobre a comunidade de formigas. Esse trabalho foi realizado no município de Bom Despacho (MG), em áreas pertencentes à empresa CAF Santa Bárbara Ltda. As formigas foram coletadas utilizando-se método do extrator de Winkler e posteriormente foram triadas, montadas e identificadas. Foi coletado um total de 129 espécies. O índice de diversidade de Shannon-Winner e o estimador de riqueza de Chao 2 revelaram que o combate sistemático de formigas cortadeiras reduziu mais a diversidade de formigas do que o combate localizado e a capina mecânica mais do que a química. Ocorreu alta similaridade entre as áreas destinadas ao combate sistemático e localizado no tempo, sendo que a primeira diminuiu dos 8 aos 60 dias e a segunda apenas aos 8 dias, verificando-se que o efeito das capinas é mais imediato sobre a comunidade de formigas. *Sericomyrmex* sp. 01 e *Solenopsis (Diplorhopthrum)* sp. 01 foram as formigas dominante nos eucaliptais e na vegetação nativa, respectivamente. As formigas coletadas foram classificadas em sete guildas. *Pheidole fallax*, *Solenopsis (Diplorhopthrum)* sp. 01, *Mycocepurus goeldii* e *Brachymyrmex* sp. 01 foram consideradas espécies indicadoras do impacto causado pela aplicação de iscas formicidas, enquanto *Anochetus diegensis*, *Camponotus rufipes* e *Brachymyrmex* sp01 foram as indicadoras do impacto causado pelas capinas mecânica e química. As formigas foram mais sensíveis ao combate sistemático, ao passo que a eliminação do sub-bosque não causou grandes efeitos prejudiciais sobre elas.

¹ Comitê de orientação: Ronald Zanetti Bonetti Filho – UFLA (Orientador), Marcelo Nivert Schlindwein – UFLA e Jacques Hubert Charles Delabie – CEPLAC.

RAMOS, Lucimeire de Souza. **Impact of silvicultural practices on the ants diversity (Hymenoptera: Faormicidae) in eucalyptus plantations.** Lavras:UFLA, 2001. 111 p (Dissertation- Master in Entomology)¹.

ABSTRACT

It was aimed to know and compare the diversity of ants in native vegetation of cerrado and in eucalyptus plantations through ecological indicators as well as to verify the effect of the systematic or localized control of leaf-cutting ants and chemical or mechanical hoeing on the ants community. The work was accomplished in the town of Bom Despacho (MG), CAF Santa Barbara Ltda enterprise. The ants were collected by utilizing the winkler extractor and afterwards were screened, mounted and identified. A total of 129 species was collected. The Shannon-Winner diversity index and Chao 2 richness estimator revealed that the systematic control of leaf-cutting ants reduced more the diversity of ants than the localized control and mechanical hoeing more than the chemical one. High similarity occurred among the areas intended to the systematic and localized control in time, being that the first one decreased from 8 to 60 days and the second one only at 8 days. Verifying that the effect of the hoeings is more immediate over the ants community. *Sericomyrmex* sp 01 and *Solenopsis (Diplorhophtrum)* sp 01 were the dominant in the eucalyptus plantations and in the native vegetation, respectively. The ants collected were classified into seven guilds. *Pheidole fallax*, *Solenopsis (Diphorhophtrum)* sp 01, *Mycocepurus goeldii* and *Brachymyrmex* sp 01 were indicators of impact caused both by mechanical and chemical hoeings. The ants were more susceptible to the systematic control while elimination of the undestory did not cause great harmful effects on them.

¹ Guidance Committe : Ronald Zanetti Bonetti Filho – UFLA (Adviser), Marcelo nivert Schlindwein – UFLA and Jacques Hubert Charles Delabie – CEPLAC.

1 INTRODUÇÃO

O cerrado está localizado basicamente no planalto central do Brasil, sendo o segundo maior bioma do país em área, apenas superado pela Floresta Amazônica, representando cerca de 23% do território brasileiro (Sano e Almeida, 1998). Possui uma área de 204 milhões de hectares e estima-se que dois terços sejam cultiváveis. Por ter solos com topografia e textura favoráveis à mecanização, apesar de serem facilmente erodidos e pouco férteis, entre 1970 e 1990 as áreas do cerrado dedicadas à atividades agrícolas cresceram 120% (de 4,6 para 10,2 milhões de hectares), principalmente sob o regime de monocultura (Goedert, 1985).

Estudos de reconstituição da vegetação primitiva indicam que Minas Gerais possuía, originalmente, 45% de seu território coberto por cerrados, outro tanto por florestas úmidas e 10% por campos e caatingas. Devido ao desenvolvimento de atividades agro-pastoris, os remanescentes nativos vêm sofrendo um elevado grau de exploração ao longo dos anos (Carvalho, 1996). Este impacto simplifica as comunidades naturais, com efeitos sobre a riqueza e composição de espécies e abundância de indivíduos, devido à alteração de habitats (Louzada, Sanches e Schindwein, 2000). Isso altera a diversidade de espécies, que é um dos mais importantes aspectos a serem considerados. Consequentemente, torna-se necessária uma análise equilibrada e rigorosa da questão da perda de riqueza de espécies, pois os ecossistemas naturais mantêm uma vasta coleção de genes, que já forneceu incontáveis benefícios e tem o potencial de fornecer muito mais (Wilson, 1997).

Quando se trata de grandes áreas de monocultura de eucaliptos, há drásticas mudanças na paisagem, ocupação de enormes áreas contínuas com uma ou poucas espécies de vegetais, grande consumo de água e nutrientes por parte

das plantas, redução da matéria orgânica, assim como grande consumo de fertilizantes e agrotóxicos, causas de impactos sobre o ambiente (Paula, 1997).

Para a manutenção dessas áreas plantadas com eucalipto, utilizam-se técnicas silviculturais, como: capina química ou mecânica, que visa a retirada de plantas invasoras; combate convencional ou localizado, utilizados particularmente para o combate de formigas cortadeiras, que objetiva a aplicação de isca formicida diretamente no saueiro; e combate sistemático, que diz respeito à aplicação de isca formicida distribuída na área sistematicamente, independente da localização dos saueiros (Crocomo, 1990).

Como consequência dessas duas últimas técnicas de manejo nas grandes áreas plantadas com eucaliptos, as iscas formicidas podem atuar não apenas sobre as formigas *Atta* e *Acromyrmex*, consideradas entre as mais importantes pragas do cultivo do eucalipto, mas também sobre outras espécies de formigas. Essa situação de impacto causado pelas atividades humanas pode ser amenizada através do manejo florestal adequado, preservando, assim, a diversidade e a qualidade ambiental. Uma das ferramentas que pode ser utilizada no manejo dessas áreas são os indicadores biológicos, que permitem inferir sobre a qualidade do ambiente ou o efeito de algum agente estressor sobre os organismos vivos.

Esses bioindicadores são utilizados para avaliar o tipo de manejo que menos agride o ambiente, tendo como consequência o seu menor desgaste e a facilidade de regeneração das áreas de monocultura de eucalipto, sem, contudo, deixar de atender ao aspecto de produção florestal.

As respostas esperadas são importantes, tanto no aspecto ecológico como no econômico, devido à pressão dos certificadores ambientais internacionais, que exigem das empresas produtoras de eucaliptos uma produção florestal com qualidade econômica, social e ambiental.

Pelo exposto, o presente estudo foi realizado com os seguintes objetivos:

- 1) conhecer a diversidade de formigas em áreas de vegetação nativa de cerrado "stricto sensu" e em florestas de eucalipto;
- 2) verificar o efeito da capina química e mecânica sobre a diversidade de formigas em eucaliptais;
- 3) verificar o efeito do combate localizado e sistemático de formigas cortadeiras com isca granulada sobre a diversidade de formigas em eucaliptais;
- 4) verificar o efeito do tempo após a aplicação desses tratamentos sobre a comunidade de formigas na área de eucaliptal.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Diversidade de insetos em eucaliptais

A diversidade biológica é definida por alguns pesquisadores como uma variação hereditária baseada na organização de genes dentro de uma população local, parte dela ou toda a composição de espécies dentro de ecossistemas. É um dos mais importantes aspectos a serem considerados com relação ao homem e seus efeitos no ambiente (Wilson, 1997).

Alguns efeitos trazem graves conseqüências à natureza, como: uso indiscriminado de recursos naturais; redução da biomassa de artrópodes, da qual dependem muitas aves, répteis e mamíferos como alimento; fragmentações dos ambientes naturais, que resulta numa área mínima para alimentação e reprodução de espécies; construções de estradas e ruas, pastagens, exploração de minas a substituição e simplificação da estrutura dos ambientes pela agricultura e silvicultura (Majer, 1983, 1992). Isto vem causando a extinção de diversos animais e plantas, muitos sem jamais terem sido estudados pela ciência. Na Europa, por exemplo, 60 a 70% das áreas nas terras baixas são utilizadas para agricultura intensiva, 10% são áreas urbanas e cerca de 20 a 30% são lagos, florestas e outras áreas de vegetação natural. A maioria dessas áreas naturais é muito pequena, freqüentemente com menos de 100 ha (Altieri, 1994).

Ecossistemas naturais que sofrem certos tipos de distúrbios são muito susceptíveis a um processo severo de erosão de biodiversidade. Freqüentemente, altos níveis de endemismo são registrados nesses biomas, agravando a situação, devido ao fato de espécies raras ou de distribuição restrita tenderem a ser eliminadas com maior facilidade em conseqüência da redução do habitat disponível (Paula, 1997).

No bioma cerrado, particularmente em Minas Gerais, as áreas naturais vêm sendo destruídas. A expansão da área cultivada com soja, por exemplo, foi

a mais expressiva, tendo crescido 4,2 milhões de hectares entre 1977 e 1990 (Wallis, 1993), principalmente sob o regime de monocultura. Outra monocultura que ocupa grandes áreas de terra em Minas Gerais é a plantação eucalipto (*Eucalyptus* sp). São árvores indígenas da Austrália, onde formam densas e vastas florestas, constituindo a maior parte da riqueza florestal daquele continente. No Brasil, é difícil determinar com segurança a data de sua introdução. Parece que os primeiros eucaliptos foram plantados em 1868, no Rio Grande do Sul e, no mesmo ano, no Rio de Janeiro (Andrade e Vecchi, 1918). A princípio, foram plantados com fim ornamental ou como árvores de sombra, só mais tarde tendo sido reconhecido o valor da sua madeira.

Alguns tipos de impactos sobre a biodiversidade em plantações de eucalipto vêm sendo estudados. De acordo com Guerra (1996), essas plantações não são capazes de manter os componentes da diversidade biológica original por sua homogeneidade biológica e estrutural, pela baixa disponibilidade de fontes alimentares para a fauna, além dos possíveis efeitos alelopáticos que inibem a colonização do sub-bosque por espécies da flora nativa.

Estudo neste sentido foi realizado também por Gontijo, Domingos e Costa (1996) em mata nativa e plantações de *Eucalyptus*. Eles investigaram as diferenças na disponibilidade de recursos alimentares para os térmitas que são responsáveis por uma fração significativa da ciclagem de nutrientes e buscaram determinar as conseqüências da remoção da vegetação nativa sobre a composição da comunidade de térmitas, assim como as taxas diferenciais de ataque à vegetação arbórea em ambos os tipos de habitat. Os resultados indicaram que a quantidade de recursos alimentares, determinados principalmente pela constituição dos detritos no solo, foi de 40 a 45% maior na mata do que nos eucaliptais. Alterações nas guildas tróficas e maior riqueza da fauna de térmitas ocorreram nas áreas menos alteradas. Na mata, apenas 24% das espécies são consumidoras de madeira e, nos eucaliptais, esta proporção

passa a 74%. Estudos com térmitas, também realizados por Abensperg-Traun et al. (1996) em áreas de plantação de *Eucalyptus* na Austrália, encontraram dois grupos funcionais desse inseto: um que se alimentava de madeira e outro com regime alimentar baseado em folheto ou gramínea. Também formigas, baratas e besouros foram coletados, mostrando diferenças entre a abundância desses grupos. Verificou-se que houve diferenças do número de espécies de térmitas, de formigas oportunistas e incremento de outros artrópodos, como os besouros.

Trabalhos realizados por Vallejo, Fonseca e Gonçalves (1987) com a mesofauna da serapilheira e solo inorgânico superficial em uma monocultura de eucalipto e uma mata secundária em Niterói (RJ), mostraram que tanto no solo superficial quanto na serapilheira a monocultura de eucalipto apresentou menor diversidade e abundância de espécies, devido à maior luminosidade, menor teor de umidade no substrato, menor diversidade de produtos vegetais e grau de compactação maior nos primeiros centímetros do solo.

A alteração de habitats por desmatamento e substituição da vegetação é responsável por aproximadamente 30% das extinções de espécies do mundo (Wilson, 1997), e sabe-se que quando um sistema ecológico complexo, diversificado e estável é destruído, reduzem-se os competidores e inimigos naturais, fazendo com que diversas pragas encontrem condições ideais de proliferação e estabelecimento de suas colônias, como é o caso das formigas cortadeiras (Anjos, Della Lucia e Mayhé-Nunes, 1998; Altieri, 1999). Condições de monoculturas tendem a permitir o desenvolvimento populacional de determinadas espécies animais potencialmente prejudiciais. Os riscos de dispersão para essas espécies é reduzido e herbívoros e predadores não formam um sistema coevolutivo. O número de distúrbios é maior do que em habitats complexos estruturalmente, o que leva a uma menor diversidade faunística (Murdoch, 1975).

Tavares (1996), trabalhando com formigas não desfolhadoras em áreas de cerrado “stricto sensu” e *Eucalyptus cloesiana*, mostrou que houve uma tendência diferenciada em termos de diversidade e riqueza de Formicidae em função da complexidade estrutural do habitat.

Zanzini (1993), estudando a diversidade e similaridade da mirmecofauna edáfica em vários ecossistemas do cerrado (floresta de galeria, cerradão, cerrado “stricto sensu”, cultura de eucalipto, pastagem e cultura de soja), observou que a diversidade encontrada nos ecossistemas antrópicos foi inferior à observada para os ecossistemas naturais, em todas as localidades estudadas. Ele sugeriu que a baixa diversidade comparativa desses ecossistemas pode ser consequência das práticas de implantação das culturas e do próprio ambiente simplificado das mesmas. Os ecossistemas constituídos por cultura de eucalipto e pastagem apresentaram diversidade mais elevada para a mirmecofauna edáfica quando comparada com a cultura de soja, sendo que as culturas de eucalipto foram, entre os ecossistemas antrópicos, os mais diversificados.

Os agroecossistemas geralmente contêm menor diversidade de espécies animais e vegetais do que os ecossistemas naturais, e por esse motivo são mais suscetíveis à ocorrência de surtos de pragas. Exemplo disso pode ser verificado em estudos realizados por Bratacharya, Halder e Saha (1985) em uma plantação de seringueira, onde encontraram maior diversidade de artrópodes em uma mata nativa do que no seringal, concluindo que isso se deve à sua homogeneidade. Esse fato é também bastante comum em áreas de *Eucalyptus*. Fagundes et al. (1993) observaram grande diversidade de Lepidoptera desfolhadores em eucaliptais próximos a reservas de vegetação nativa, sugerindo que essa vegetação poderia contribuir para o aumento de diversidade em florestas implantadas.

Saraiva (1997), estudando a estrutura da fauna de Lepidoptera e Hymenoptera em vegetação nativa e plantios de *Eucalyptus grandis*, catalogou

606 morfo-espécies de lepidópteros. Em relação à coleta de himenópteros, morfo-espécies das séries Aculeata (vespas com ferrão) e parasítica (vespas parasitóides) foram coletadas.

De acordo com Altieri, Cure e Garcia (1993), a diversidade, abundância, sobrevivência e a atividade de parasitóides nos agroecossistemas podem ser afetadas por fatores ambientais como: condições microclimáticas, disponibilidade de alimento, exigências de habitat, competição inter e intra-específicas e outros organismos. O efeito de cada um desses fatores varia de acordo com o arranjo temporal e espacial e a intensidade de manejo da cultura.

Trabalhos similares foram realizados por Dall'oglio (1999) em um transecto eucaliptal-mata nativa, encontrando vários indivíduos da ordem Lepidoptera, catalogado como pragas primárias, secundárias e sem importância definida, sendo que as espécies-praga primárias só ocorreram na área de eucaliptal, demonstrando que tais insetos podem se multiplicar neste ecossistema, devido a maior disponibilidade de alimento. Esse autor observou, ainda, que a família Geometridae apresentou maior número de indivíduos identificados e maior número de espécies-praga do eucalipto.

Bragança et al. (1998), estudando o efeito da heterogeneidade ambiental sobre a população de Lepidoptera e Hymenoptera em plantações de eucaliptos no Brasil, também encontraram pragas primárias apenas em áreas de eucaliptal.

2.2 Riqueza de formigas e seu papel nos agroecossistemas

As formigas são animais dominantes na maioria dos ecossistemas terrestres (Wilson, 1987). Estima-se que exista cerca de 15.000 a 20.000 espécies de formigas no planeta (Hölldobler e Wilson, 1990; Fowler et al., 1991), sendo 3.000 a 8.000 na região Neotropical.

Bolton (1995) reconhece, dentro da família Formicidae, 16 subfamílias, com 59 tribos, 296 gêneros, num total de 9.538 espécies descritas até o período,

e relaciona os gêneros de formigas com mais de 100 espécies cada: *Cerapachys* (Cerapachyinae), *Tapinoma* (Dolichoderinae), *Acropyga*, *Camponotus* e *Paratrechina* (Formicidae), *Crematogaster*, *Monomorium*, *Oligomyrmex*, *Pheidole*, *Solenopsis*, *Strumigenys* e *Tetramorium* (Myrmicinae), *Amblyopone*, *Hypoponera* e *Proceratium* (Ponerinae), representados em todas as regiões zoogeográficas do globo.

Wilson (1976) comparou os gêneros de formigas utilizando critérios de abundância local, diversidade de espécies e extensão geográfica, concluindo que os gêneros mais ricos em espécies e abundantes no mundo são *Pheidole*, *Camponotus* e *Crematogaster*.

Muitas taxa de Formicidae encontram-se ainda mal definidas e muitas espécies vêm sendo sinonimizadas conforme vão sendo feitas revisões dos grupos. Com a intensificação e o aperfeiçoamento das técnicas de coletas, novas taxa vêm sendo descritas e toda a classificação atual pode estar sujeita a modificações.

Na Austrália e em muitas regiões do planeta, as formigas são um dos grupos de invertebrados com papel mais importante na pirâmide de fluxo de energia (Majer, 1983). Como consequência, elas podem desempenhar importantes funções nos processos dos ecossistemas, como as formigas granívoras, que atuam como agentes dispersores de sementes (Fowler et al., 1991). Algumas espécies de formigas de grande tamanho que aparecem nas pastagens, como, por exemplo, *Odontomachus* spp e *Pachycondyla* spp., são predadoras generalistas e foram observadas atuando como dispersoras de sementes, carregando grandes sementes de árvores em áreas degradadas. Estudos realizados por Moutinho et al. (1983) verificaram que muitas espécies de formigas utilizam partes atrativas de sementes (arilos) como alimento. O consumo desta estrutura não reduz a capacidade de germinação da semente e é

feito geralmente em um ponto distante de onde foi coletada, geralmente próximo ao ninho ou em um ambiente menos acessível a eventuais predadores

Estudos nesse sentido foram realizados por Leal (1998) quando estudou a interação de formigas Attini com frutos e sementes em vegetação de cerrado. Concluiu que as formigas não somente limpam ativamente as sementes, seja retirando a polpa dos frutos ou o arilo, como também transportam os diásporos a distâncias de até 12m. Além disso, testes de germinação mostraram que a remoção da polpa de alguns dos frutos estudados, bem como o arilo das sementes de duas plantas, aumentaram as taxas de germinação dessas espécies.

Outras funções importantes desempenhadas pelas formigas nos ecossistemas é a sua atuação na ciclagem de nutrientes e controle da população de outros invertebrados, desempenhando papel como predadoras de ovos de artrópodes ou dos seus adultos. Estudos recentes têm mostrado que elas podem participar ativamente na composição da vegetação (Moraes e Benson, 1988; Oliveira, 1988; Oliveira e Oliveira-Filho, 1991; Del Claro, Berto e Réu; 1996). As formigas arbóreas, na defesa de suas colônias, colaboram na proteção da planta, reduzindo a herbivoria, e possivelmente aumentam seu potencial reprodutivo. Oliveira e Brandão (1991) reconhecem 38 gêneros de formigas que visitam nectários extra-florais (NEFs), 33 dos quais em regiões tropicais e subtropicais e 17 em regiões temperadas, com as subfamílias Myrmicinae, Formicinae e Dolichoderinae representadas em ambas as macro-regiões e Ponerinae e Pseudomyrmecinae apenas nos trópicos. Esses autores concluíram que a alta proporção de plantas com NEFs nas comunidades vegetais pode ser fruto da pressão seletiva gerada pelo intenso forrageamento das formigas sobre as árvores e seus efeitos na atividade de herbivoria de outros animais.

Elas também apresentam muitas taxa especializadas e de distribuição geográfica ampla, exceto nos pólos e nos mares, sendo mais abundantes em locais de clima tropical. Nas florestas tropicais, por exemplo, as formigas são

um dos grupos dominantes, tanto em número de espécies quanto em biomassa. Nas florestas próximas a Manaus-AM, estima-se que a biomassa de formigas seja quatro vezes maior que a biomassa de todos os vertebrados, incluindo pássaros, mamíferos, anfíbios e répteis juntos (Fittkau e Klinge, 1973; Wilson, 1997). Essa floresta suporta uma diversa fauna em comparação com outras florestas. Majer e Delabie (1994) compararam a diversidade de formigas da Amazônia em áreas de planalto, flanco e várzea e concluíram que há uma tendência da fauna de formigas variar do planalto à várzea, embora a floresta de várzea tenha uma baixa disponibilidade de fontes alimentares para as formigas.

Por ter ampla riqueza e fundamental importância no ecossistema, as formigas são bastante estudadas no mundo inteiro. Esse grupo é um dos principais, entre os invertebrados, capaz de colonizar ambientes terrestres oferecendo poucos recursos para o desenvolvimento da vida, como praias (Woodroff e Majer, 1981), dunas (Boomsma e Van Loon, 1982), áreas de minas a céu aberto (Majer, 1996; Majer e Koch, 1992; Majer e Nichols 1998), plantas epífitas (Ramos, 1996), agroecossistemas (Tavares, 1996; Delabie, 1999), pastagens (Majer, Delabie e Mckenzie, 1997), vegetação após queimada (Morais e Benson, 1988), entre outros.

Sabe-se que os ecossistemas naturais são habitats auto-suficientes, onde os organismos vivos e o ambiente interagem com troca de energia e matéria num ciclo contínuo; são, em geral, auto-reguláveis e estáveis. No entanto, áreas antropizadas podem reverter todo esse quadro. Também a colonização humana, em várias partes do mundo, têm resultado na fragmentação da vegetação original, que é caracterizada pelo isolamento dos remanescentes da vegetação nativa (Wilson, 1997). Como consequência, o número de espécie diminui, reduzindo as relações interespecíficas nesses habitats (Moutinho, et al. 1983). Vasconcelos (1998) realizou estudos em floresta "clímax" não perturbada e em três áreas em que a floresta havia sido derrubada, sendo duas usadas como

pastagem durante 10 e 2 anos e a terceira tendo sido abandonada logo após a derrubada. Ele concluiu que o nível de perturbação do habitat afeta significativamente a abundância, a riqueza e a composição de espécies. Níveis mais elevados de perturbação resultaram em diminuição na riqueza.

Vasconcelos e Delabie (2000) realizaram trabalhos em nove fragmentos de floresta amazônica, capturando um total de 227 espécies de formigas, representado por 60 gêneros e oito subfamílias, sugerindo que a riqueza dos fragmentos da floresta amazônica é dependente da estrutura e composição da vegetação que circunda esses fragmentos.

Trabalhos realizados por Morais e Benson (1988) demonstraram que as formigas têm grande aptidão para uma rápida colonização, verificando que em uma área queimada foram encontradas algumas colônias de formigas arborícolas que se estabeleceram um mês após a passagem do fogo. As espécies terrícolas continuaram ativas, provavelmente porque em seus ninhos não houve aumento considerável da temperatura, apesar desses estarem situados em pouca profundidade.

Perfecto e Snelling (1995) encontraram um total de 37 espécies de formigas em cafezais, sendo que 28 foram registradas na superfície dos vegetais e 9 no chão, concluindo que a diversidade de formigas que forrageiam no chão decresce significativamente com a redução da diversidade da vegetação.

Trabalho realizado por Tavares (1996) revelou que houve redução da riqueza e diversidade de formigas não desfolhadoras em monocultura de *Eucalyptus*, comparada com reserva de cerrado "stricto sensu". Isso ocorreu, provavelmente, em decorrência da homogeneidade da vegetação e porque os locais de nidificação e a disponibilidade de presas diminuíram. Observou-se que na área de cerrado ocorreu um volume maior de galhos ocos e madeira em decomposição, em comparação com áreas de eucaliptais.

Estudos realizados na Índia, por Gadakar et al. (2000), revelaram uma diversidade de 140 espécies de formigas, coletadas em 12 localidades de diferentes tipos de vegetação, variando entre as localidades. Isso depende do tipo de distúrbio ocasionado no local. Eles concluíram, também, que o número de espécies de plantas existentes no local, além do tipo de manejo realizado, podem influenciar a riqueza.

Roth, Perfecto e Rathcke (1994) verificaram que em locais de floresta primária e plantação de cacau abandonado, comparados com plantação produtiva de cacau e de banana, a comunidade de formigas foi significativamente reduzida com o aumento do distúrbio e o manejo intensivo das áreas produtivas. A diversidade não foi diferente na floresta e no cacau abandonado, exceto em termos de uniformidade, tendo a floresta maior distribuição das espécies.

No Sul e Sudeste do Estado da Bahia, por exemplo, tem-se estudado a riqueza de formigas e a estrutura de suas comunidades por este ser um local extremamente rico em espécies, devido à própria natureza do bioma Mata Atlântica e ao tipo de agricultura praticada (cultivo do cacauzeiro, principalmente), sendo conhecidas atualmente, pelo menos 600 espécies de formigas (Delabie, 1999). Isso ocorre porque o cacauzeiro é tradicionalmente plantado dentro de áreas em que se mantêm algumas árvores nativas (cabruca), fornecendo assim sombra para o cultivo (Delabie, 1990). Como resultado, tem-se um habitat com bastante características da Floresta Atlântica original, abrangendo a fauna de formigas de litter (Delabie et al. 1994; Delabie e Fowler, 1995).

Os sistemas agro-pastoris também contribuem sobremaneira para a redução da riqueza local de espécies, especialmente na Bacia Amazônica, onde mais de um milhão de hectares de florestas são substituídos por esses sistemas anualmente. Resultados obtidos por Moutinho (1998) em uma área de floresta primária, secundária e de pastagens abandonadas revelam um total de 54

espécies para a floresta primária, 56 espécies para a floresta secundária e 25 espécies para o pasto abandonado. Ele conclui que quando florestas são convertidas em pastagens, há uma drástica redução (cerca de 50%) na diversidade de espécies de formigas, porém há algumas espécies que são favorecidas pela conversão de florestas, principalmente aquelas de hábitos generalistas.

Sabe-se que, em agroecossistemas, são realizados vários tipos de manejos para evitar ou até mesmo eliminar diversas pragas que afetam a vegetação. Numa plantação de carvalho, foi utilizado um pesticida microbiano (*Bacillus thuringiensis*), avaliando-se o seu efeito sobre a fauna de formigas. Os resultados indicaram que este não afetou a riqueza, a composição e nem a diversidade de formigas na área estudada, sendo então considerado um dos tipos de manejo ideais em agroecossistemas (Wang e Strazanac, 2000).

2.3 Comunidade de formigas

Comunidade, de uma maneira geral, pode ser definida como um conjunto de populações de espécies diferentes vivendo e interagindo em um determinado local (Begon, Harper e Townsend, 1996).

Os ecólogos preocupam-se em descobrir os fatores que determinam a composição e a estrutura das comunidades e como esta estrutura pode variar de acordo com alterações do ambiente físico e biológico. Todas as comunidades apresentam características que as tornam diferenciáveis dos outros níveis de organização. Entre elas pode-se citar a diversidade, a composição específica e a estabilidade das mesmas no ambiente estudado (Ricklefs, 1996).

A diversidade de espécies ou biodiversidade pode ser interpretada em diferentes escalas e prismas. Um deles é a diversidade local (diversidade alfa), que representa o número de espécies encontradas em um conjunto de amostras. A composição de espécies, outra característica importante da comunidade,

informa sobre as possíveis relações que se estabelecem dentro da comunidade, podendo ser utilizada para avaliar modificações naturais e/ou artificiais do ambiente que, muitas vezes, provocam a troca de espécies da comunidade sem alterar a riqueza total. Por último temos a estabilidade, que é a possibilidade de manter estáveis as características da comunidade durante o tempo. A resiliência e a resistência são dois conceitos básicos utilizados para descrever a resposta da comunidade aos distúrbios ambientais. A resistência é definida como a capacidade da comunidade de suportar a modificações ambientais e/ou introdução de espécies, sem alterar suas características ao longo do tempo, e a resiliência é a capacidade da comunidade de retornar ao estado original ao sofrer algum distúrbio (Ricklefs, 1996; Louzada e Schindwein 1997).

Fadini (1998) discute a questão da resiliência utilizando cupins para avaliar as alterações no ambiente. Ele verificou que as comunidades de térmitas, aparentemente, não são afetadas por distúrbios locais do meio ambiente (formação de clareiras naturais), ou se alteram após os distúrbios, retornam à sua estrutura original imediatamente, tendo uma alta resiliência. Em alterações mais drásticas (fragmentos florestais), onde anteriormente existia floresta contínua, entretanto, houve alterações na riqueza de espécies.

Vários trabalhos têm sido desenvolvidos com comunidades de formigas, como aqueles que tratam das formigas que vivem em áreas de mata (Majer, Delabie e Mckenzie, 1997; Longino e Colwell, 1997; Vasconcelos, Carvalho e Delabie, 1997); das que vivem em cacauais da Região Neotropical (Delabie e Fowler, 1993, 1995; Delabie, Agosti e Nascimento 2000), da estrutura da comunidades de espécies arborícolas (Majer, 1994); das que habitam a fauna de solo e da serapilheira, cuja natureza e estrutura de sua organização são bastante diferentes das demais (Delabie et al. 1994; Delabie et al. 2000; Majer, Delabie e Mckenzie, 1997), entre outros aspectos.

Como as formigas são organismos dominantes nos ecossistemas, elas podem ser bastante adequadas para estudos sobre padrões estruturais e temporais e processos dentro das comunidades, dada a sua dominância tanto em número de indivíduos como de espécies, relativa facilidade de coleta e baixa mobilidade dos ninhos. A coexistência dessas espécies se faz como em qualquer comunidade e existe uma estrutura e organização que determina as abundâncias relativas de cada uma das espécie. As espécies com amplitudes ecológicas maiores, devido a fontes alimentares exploradas, são geralmente dominantes, enquanto as outras espécies ocorrem em densidades menores (Fowler et al. 1991).

A estrutura organizacional das formigas arborícolas já tem sido objeto de estudo a mais de 25 anos. Algumas dessas espécies dominam seu meio, interagindo de forma competitiva e tolerando um pequeno número de espécies, resultando na formação de um verdadeiro mosaico, formado pela justaposição dos seus territórios (Room, 1971; Winder, 1978; Majer, 1994).

A comunidade de formigas exóticas, aquelas provenientes de outro continente ou de outra área próxima, é também bastante estudada. Essas espécies interagem com formigas nativas, competindo e, às vezes, dizimando espécies endêmicas (Hölldobler and Wilson, 1990; Delabie, 1993). Algumas formigas exóticas fazem parte do grupo das que vivem nas habitações humanas e são consideradas pragas domésticas (Delabie, 1993).

Sousa (1984) ressalta que os processos de distúrbio podem contribuir, em determinadas condições, para a manutenção de níveis mais elevados de diversidade. Distúrbios mais acentuados podem exercer pressão sobre a estrutura das comunidades, resultando em padrões mais simplificados e hierarquizados e em uma redução da diversidade específica. A estrutura e organização das comunidades de formigas dependem das interações intra e interespecíficas dos

processos comunitários, como a competição difusa, manifestada principalmente pela exclusão competitiva.

Estudos realizados em cerrado e plantação de milho, por Castro e Queiroz (1987), concluíram que o aumento do número de espécies presentes nas comunidades é devido ao aumento da complexidade da estrutura dos habitats, maior disponibilidade de alimento e locais para nidificação, tendo este último uma extrema importância para a compreensão dos processos de estruturação e estabilidade das comunidades de formigas. Além disso, houve o aumento da frequência de interações agressivas com o declínio da complexidade estrutural.

Castro, Queiroz e Araújo (1990), analisando o papel do distúrbio na estrutura de comunidades de formigas, concluíram que, devido à relativa homogeneidade abiótico-edáfico dos locais de amostragem, pôde-se observar que os principais fatores e processos seletivos referem-se, basicamente, às características estruturais dos habitats. Eles consideram, como elementos importantes para o esclarecimento e compreensão da dinâmica estrutural das comunidades de formigas, a influência dos processos interativos intra e interespecíficos, em especial a competição.

As comunidades de formigas são altamente instáveis, sendo submetidas de forma constante a uma pressão de colonização dos habitats que ocupam e de substituição de seus membros por espécies oportunistas ou mais competitivas. Por isso, o conhecimento sobre a natureza de determinada comunidade de formigas fornece uma imagem sobre a situação temporária da comunidade em questão e o tipo de ambiente onde ocorre (pasto, floresta), além de permitir que se façam inferências sobre a conservação ou degradação do ambiente (Delabie, 1999).

O mesmo autor comenta que numa escala local, a riqueza de espécies de formigas tende a variar de acordo com o habitat. Nas regiões tropicais, o número de espécies coexistentes aumenta com a complexidade estrutural do ambiente.

Em habitats bastante homogêneos, como o cultivo de espécies anuais, terrenos urbanos e campos de gramíneas, o número de espécies é baixo e existe forte dominância por uma ou mais espécies. Em florestas e outros habitats com forte estratificação vertical, o número de espécies é elevado e a dominância relativa delas é baixa. Já nas regiões temperadas, a variação entre habitats não é tão pronunciada. O número de espécies de formigas é baixo tanto em habitats relativamente homogêneos como naqueles de alta complexidade estrutural e há forte dominância de uma ou mais espécies.

Trabalhos realizados por Ramos et al. (1999), estudando a comunidade de Formicidae numa capoeira da região cacauera da Bahia, verificaram que esse ambiente possuía um número elevado de espécies de formigas, devido à diversificação do ambiente (clareiras, áreas fechadas), aumentando, assim, as vantagens de colonização para as diversas espécies que são exigentes quanto ao seu local de nidificação. Eles concluíram, também, que algumas alterações podem ocorrer na estrutura da vegetação que favorece a instalação de alguns grupos de espécies.

2.4 Bioindicadores

A crescente demanda de tecnologias ecologicamente corretas tem proporcionado o avanço de estudos em áreas outrora restritas. Uma das novas tecnologias que têm se mostrado de grande utilidade para avaliar os impactos ambientais e monitorar a recuperação do meio ambiente é o uso de espécies bioindicadoras (Spellerberg, 1993).

Bioindicadores são organismos vivos utilizados para avaliar os impactos ambientais e monitorar a recuperação do meio ambiente. Esses organismos podem indicar o grau com que o ambiente foi perturbado ou avaliar a sua dinâmica de recuperação após um distúrbio. A justificativa de seu uso está ligada a uma ou mais de suas propriedades, como: fornecer sinais rápidos sobre

problemas ambientais, mesmo antes do homem perceber sua ocorrência e amplitude; permitir que se identifiquem as causas e efeitos entre os agentes estressores e as suas respostas biológicas; oferecer um panorama da resposta integrada dos organismos a modificações ambientais; e permitir avaliar a efetividade de ações mitigadoras, tomadas para contornar os problemas criados pelo homem (Louzada, Sanches e Schilindwein, 2000).

Existem vários grupos de espécies que podem ser usados como bioindicadores da qualidade ambiental. Dentre eles, pode-se citar os canários, que são introduzidos em minas subterrâneas para indicar a presença de gás metano; coliformes fecais presentes na água, que indicam distúrbio e poluição; invertebrados aquáticos, utilizados para avaliar a concentração de metais pesados na água de reservatórios e rios, dentre outros (Spellerberg, 1993).

Beeby (1993) cita uma espécie de Poliqueta marinho, *Carpitella capitata*, como um bom exemplo de organismo bioindicador, pois este é favorecido em sedimentos enriquecidos com matéria orgânica e possui alta capacidade reprodutiva.

Também uma grande variedade de medidas biológicas podem ser usadas como bioindicadoras de alguma modificação ambiental, existindo, portanto, níveis de abordagem que são empregados para avaliar um determinado problema. Informações de natureza bioquímica, histológica e fisiológica podem ser utilizadas como bioindicadoras, quando a ação de um agente externo ou introdução de alguma substância causa disfunções fisiológicas ou histológicas em algum organismo (Louzada, Sanches e Schilindwein, 2000).

Em relação a indivíduos, os efeitos são refletidos em características perceptíveis, determinando os limites de tolerância aos quais a espécie pode estar submetida, ou seja, o nível máximo e mínimo de determinada condição, fator ou concentração que uma espécie pode suportar. Geralmente estimam-se os efeitos que estas situações máximas e mínimas causam nos indivíduos

submetidos ao ambiente modificado (Gaufin e Tarzwell, 1952). Os limites de tolerância determinam, em grande parte, a distribuição e abundância de vários organismos, podendo, portanto, servir para quantificar o efeito de uma alteração ou perturbação ambiental (Le Blanc e De Sloover, 1970).

Com relação às comunidades, algumas propriedades podem ser utilizadas para inferir sobre os efeitos de modificações ambientais e para o monitoramento de áreas em recuperação: o número de espécies que existe em um local e a composição de espécies da comunidade (Louzada, Sanches e Schilindwein 2000). No ecossistema, percebe-se alguma alteração ou perturbação nas cadeias e teias alimentares a partir da análise dos seus componentes, indicando como este sistema interligado foi afetado.

É vasto o uso de organismos como bioindicadores. Louzada, Sanches e Schilindwein (2000) citam alguns exemplos: a presença de plantas bioindicadoras da qualidade do solo; o uso de organismos para avaliar impactos ambientais associados a atividades industriais; o uso de insetos para avaliar práticas agrícolas; a introdução de insumos agrícolas; queimadas; manejo inadequado de programas de irrigação e adubação; o uso de microorganismos para avaliar o impacto do ambiente por agroindústrias; uso de bactérias na avaliação da qualidade da água e na avaliação de novas tecnologias, dentre outros.

A maioria dos estudos destinados a identificar indicadores biológicos podem ser facilmente usados em programas de manejo e avaliação da qualidade ambiental e têm sido desenvolvidos em sistemas aquáticos (James e Evison 1979; Spellerberg, 1993). Fausch et al. (1990) citam peixes como organismos bastante utilizados como indicadores de degradação agrícola de cursos d'água. Ultimamente, esses estudos estão crescendo em ambientes terrestres (Williams 1993; Moutinho et al. 1983; Kremen 1994; Vasconcelos, 1998; Delabie, 1999).

No Brasil, besouros da família Scarabaeidae têm sido usados como bioindicadores de degradação ambiental na restinga (Louzada, Schiffler e Vaz de Mello, 1996) e para verificar os efeitos da fragmentação florestal sobre a fauna (Louzada, 1996; Louzada, Sanches e Schilindwein, 2000).

Abelhas e vespas são também utilizadas como indicadores de áreas degradadas. Estudos realizados por Morato (1993) revelaram que o número de ninhos fundados por algumas espécies de abelhas e vespas em fragmentos florestais e áreas onde houve retirada de árvores sofreu redução acentuada em relação à mata contínua e clareiras naturais, devido ao isolamento de uma porção de mata, seguido por modificações físicas que são responsáveis por alterações nas comunidades de animais e plantas, bem como na biologia das espécies componentes desses ambientes.

Van-Wingerden, Van-Kreveland e Bongers (1992) constataram que alguns tipos de manejo podem prejudicar algumas espécies de gafanhotos. Estes não conseguem completar seu ciclo de vida, devido à fertilização artificial do solo, que causa um decréscimo na temperatura da sua superfície, impedindo que os ovos desses insetos se desenvolvam.

Outros organismos também são ideais como indicadores biológicos. Estudos realizados por Behan-Pelletier (1999) mostram que espécies de ácaros servem como bioindicadores de agroecossistemas. Devido ao sistema de manejo desses ambientes, o metabolismo do ácaro desacelera, ocasionando um lento desenvolvimento e baixa fecundidade, respondendo, assim, de forma rápida ao desgaste do meio ambiente, especialmente do solo.

Contudo, as formigas têm sido amplamente utilizadas como organismos ideais para estudos neste sentido. Pesquisas sobre esses insetos já vêm sendo feitas desde 1983, especialmente na Austrália (Majer, 1983; Greenslade e Greenslade, 1984; Andersen, 1990), com o intuito de avaliar respostas do ecossistema às perturbações ambientais, freqüentemente associadas ao uso da

terra pelo homem (Noss, 1990; Spellerberg, 1993; McKenzie, Hyatt e McDonald, 1995), como os impactos de práticas florestais (York, 1994), o sucesso de recuperação ecológica de áreas de mineração (Majer, 1983), a comparação de diferentes ferramentas de manejo agrícola, o impacto de perturbações em áreas de conservação e a avaliação da diversidade biológica dentro de regiões selecionadas (Majer, 1976)

2.5 Formigas como indicadores ecológicos

As formigas são insetos bastante apropriados para serem utilizados como bioindicadores por apresentarem dominância no ecossistema, por possuírem distribuição geográfica ampla, abundância local alta, riqueza de espécies local e global altas, muitos táxons especializados, serem facilmente amostradas em geral, facilmente separadas em morfo-espécies e serem sensíveis a mudanças na condição do ambiente (Majer, 1983). Recentemente, comunidades de formigas vêm sendo usadas como forma de avaliação rápida da biodiversidade (Hölldobler e Wilson, 1990; Oliver e Beattie, 1996). Espécies de uma comunidade local de formigas ocupam diferentes níveis estruturais do habitat, compondo, desta forma, grupos funcionais distintos, o que tem ampliado seu uso como bioindicadores.

Na Austrália e no Brasil, grupos funcionais de formigas, constituídos por espécies que respondem a padrões previsíveis quando expostas a diferentes condições ambientais, vêm sendo classificados somando as propriedades ecológicas básicas dos principais gêneros desses organismos (Read, 1996; Delabie, Agosti e Nascimento, 2000; Silvestre 2000).

O modelo dos grupos funcionais divide as formigas australianas em grupos de gêneros baseados na preferência por habitat e microclima, posição na escala de dominância competitiva interespecífica, estratégias de forrageamento

adotada ou tolerância a perturbações (Andersen, 1991a; 1995; Jackson e Fox, 1996).

Os grupos funcionais nos ecossistemas australianos descritos por Andersen (1991a, 1991b, 1992, 1995, 1997) são:

1) Espécies dominantes: como exemplo, tem-se a *Iridomyrmex* spp., que é uma espécie altamente abundante e agressiva, tendo uma forte influência competitiva sobre as outras espécies. É especialmente comum em áreas abertas.

2) Espécies subordinadas associadas: espécies do gênero *Camponotus*, que coexistem com as dominantes por apresentarem tamanho do corpo relativamente maior, período de atividade deslocado do das anteriores e comportamentos de submissão quando confrontadas com as *Iridomyrmex* dominantes.

3) Especialistas de clima: espécies adaptadas a ambientes quentes ou frios. Possuem especializações fisiológicas, morfológicas e comportamentais, relacionadas à sua ecologia de forrageamento, que reduzem a interação com as *Iridomyrmex* dominantes. Exemplo: *Formica* spp.

4) Espécies crípticas: principalmente pequenas, que forrageiam e nidificam predominantemente dentro do solo e serapilheira, não interagindo com outras formigas fora destes habitats. Exemplo: *Eurhopalothrix* spp.

5) Espécies oportunistas: espécies não especializadas e pouco competitivas, freqüentemente abundantes em habitats perturbados. Exemplo: *Paratrechina* spp.

6) Mirmicineas generalistas: principalmente espécies dos gêneros cosmopolitas *Monomorium*, *Pheidole* e *Crematogaster*, não especialistas mas altamente competitivas.

7) Espécies forrageadoras solitárias de tamanho relativamente grande: principalmente espécies de Ponerinae, predadoras de artrópodes, de

baixa densidade populacional, sugerindo que não interagem fortemente com outras formigas. Exemplo: *Pachycondyla* spp.

A teoria dos grupos funcionais em comunidades de formigas australianas prevê que como resultado de perturbações, a dominância de Dolichoderinae (principalmente *Iridomyrmex* spp.) seja enfraquecida, permitindo que espécies oportunistas com menores requisitos ecológicos aumentem em abundância. Gêneros oportunistas colonizadores caracterizam sítios altamente perturbados que antes eram dominados por espécies abundantes e agressivas de Dolichoderinae (Read, 1996).

Além dos grupos funcionais, pode-se classificar as formigas em guildas; embora possam ser considerados sinônimos, têm significados diferentes. Guildas são grupos de espécies que utilizam os mesmos tipos de recursos para a sua sobrevivência (Terborgh e Robison, 1986), enquanto grupos funcionais são espécies que usam estratégias similares na exploração dos recursos, sendo formados por representantes de mais de uma guilda. O grupo funcional das espécies dominantes, proposto por Andersen (1995), pode ser formado por espécies pertencentes a guildas diferentes, e no o grupo das formigas dominantes podem estar incluídos espécies arbóreas dominantes e dominantes de serapilheira, que são tradicionalmente separados em guildas distintas.

Como as espécies de formigas se diferenciam de acordo com sua posição geográfica, Delabie, Agosti e Nascimento (2000) propuseram uma classificação de guildas de formigas para a região de Floresta Atlântica, no Sul da Bahia, dirigida principalmente para as formigas encontradas na serapilheira:

1) Espécies onívoras: espécies que utilizam várias fontes de alimento como carboidrato, proteínas e restos de animais mortos. Exemplo: *Megalomyrmex*, *Pheidole* e *Solenopsis*.

2) **Predadoras especialistas:** espécies que se alimentam de apenas um tipo de presa. Exemplo: *Amblyopone* (predadora de térmitas), *Thaumatomyrmex* (predadora de miriápodes) e *Strumigenys* (predadora de colêmbolas).

3) **Predadoras generalistas:** espécies que se alimentam de vários tipos de presa. Exemplo: *Gnamptogenys* (predadora de formigas e outros insetos), *Anochetus* e *Hypoponera*.

4) **Formigas legionárias:** espécies predadoras generalistas ou especialistas. Exemplo: *Eciton*, *Labidus*, *Neivamyrmex* e *Nomamyrmex*. Entre essas, as duas primeiras são predadoras generalistas e as duas últimas, predadoras especialistas (predam outras formigas).

5) **Predadoras de solo:** espécies que se estabelecem e forrageiam no solo e na serapilheira. Exemplo: *Pachycondyla holmgreni* e *Centromyrmex*, espécies que nidificam em cupinzeiros, provavelmente predando as larvas dos cupins do gênero *Syntermes* (Delabie, 1995b).

6) **Formigas subterrâneas dependentes de honeydew:** espécies que se alimentam de secreções açucaradas de outros insetos. Exemplo: *Acropyga*.

7) **Formigas arborícolas dominantes:** espécies onívoras que nidificam na planta e forrageiam eventualmente ou temporariamente na própria planta ou no litter. Altamente agressivas, tendo uma forte influência competitiva sobre as outras espécies. Exemplo: *Azteca* e *Crematogaster*.

8) **Dominantes de solo ou litter:** formigas que forrageiam no solo ou na vegetação. São subdivididas em categorias ou grupos: a) grande predadoras generalistas. Exemplo: *Odontomachus* e *Ectatomma* e b) onívoras verdadeiras. Exemplo: *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Paratrechina*, *Solenopsis* (espécies grandes) e *Wasmannia*.

9) **Formigas de solo e litter fungívoras:** espécies que se alimentam de fungo simbiote. Geralmente são os membros das Attini. Exemplo: *Acromyrmex*, *Apterostigma*, *Atta*, *Cyphomyrmex*, *Mycocarpus*, *Myrmicocrypta*,

Sericomyrmex e *Trachymyrmex*, que utilizam folhas frescas, carcaças e restos de plantas para o cultivo do fungo.

Silvestre (2000) também propôs a aplicação do modelo de guildas na comparação entre comunidades distintas para a região do cerrado, porém sua classificação levou mais em consideração características taxonômicas de certos grupos, havendo, assim, desacordos quanto ao verdadeiro conceito de guildas.

A aplicação do modelo de grupos funcionais e guildas tem se mostrado valiosa como bioindicador de condições ambientais por comparação, em várias localidades da Austrália e do Brasil. Estes métodos foram usados com sucesso em áreas perturbadas que estavam sendo recuperadas após mineração (Majer, 1983, 1985, 1992, 1996, 1997; Majer e Nichols, 1998; Andersen, 1993; Jackson e Fox, 1996; Read, 1996). Estudos realizados por Abensperg-Traun et al. (1996) em habitat fragmentado e pasto concluíram que houve diferença significativa da abundância de formigas em relação às categorias de distúrbio. Foram identificadas respostas variadas dentro de vários grupos funcionais desses insetos, como, por exemplo: espécies dominantes aumentaram em abundância quando a antropização foi alta, enquanto as espécies subordinadas sub-críticas e as oportunistas diminuíram. As espécies de clima quente permaneceram estáveis durante o distúrbio moderado e alto; no distúrbio baixo, todos os grupos funcionais mantiveram-se com uma média alta, exceto as espécies dominantes. De acordo com a riqueza de espécies, houve um significativo declínio em relação ao alto grau de distúrbio com as espécies de Myrmicinae não-generalistas, dominantes, subordinadas e sub-críticas, sendo que as espécies forrageadoras solitárias, subordinadas, de clima quente, oportunistas e Myrmicinae generalistas mantiveram-se com uma alta riqueza de espécies quando o local manteve-se com um grau baixo de distúrbio.

Estudos realizados por Della Lúcia et al. (1982), sobre comunidades de formigas em quatro agroecossistemas (pastagem, consórcio de feijão e milho,

feijão e milho), verificaram que a pastagem apresentou o maior número de espécies, seguida dos cultivos de feijão, do consórcio e de milho por final; porém, algumas espécies, como *Paratrechina* sp., *Pheidole* sp. e *Wasmannia auropunctata*, ocorreram mais nos cultivos do que nas pastagens, devido ao distúrbio do solo pela aração e pelo plantio, exercendo efeito sobre a atividade das espécies.

Matos et al. (1994), trabalhando em plantio de *Pinus elliottii* com diferentes graus de complexidade estrutural, verificaram também o registro de *Paratrechina* na área ocupada por apenas uma espécie de planta. Os autores explicaram que esse gênero de formiga é composto por espécies oportunistas e pioneiras, predominando em áreas com baixa heterogeneidade ambiental e constantemente perturbada.

Este fato está relacionado a uma baixa eficiência competitiva e espera-se sua redução populacional à medida que aumente o número de espécies na comunidade, devido a estágios mais avançados de sucessão. À medida que as condições microclimáticas vão se modificando, tornam-se mais propícias ao estabelecimento de outras espécies, aumentando, assim, a diversidade. Portanto, a diversidade de espécies de formigas aumenta com a complexidade estrutural do habitat e os principais fatores que influenciam esse aumento são a diversidade de sítios de nidificação, a quantidade de alimento disponível, a área de forrageamento e a interação competitiva entre as espécies (Benson e Harada, 1988; Morais e Benson, 1988; Hölldobler e Wilson, 1990).

Outros estudos em diferentes regiões do mundo utilizaram formigas em programas de monitoramento de áreas florestais (Bustos e Ulloa-Chacón, 1996-1997; Vanderwoude, Andersen e House, 1997; Lawton et al. 1998; Koen e Breytenbach, 1988) em relação ao fogo (Andersen e Yen, 1985; Sáiz e Carvajal, 1990; Andersen, 1991b; MacKay et al. 1991; York, 1994; Hosking e Turner, 1997), mudanças nas condições do ecossistema como resultado de gramíneas

invasoras (Miller e New, 1997) e efeito de perturbações causadas por rodovias (Samways, Osborn e Carliel, 1997).

Alguns autores, como Lawton et al. (1998) e Oliver e Beattie (1996), não encontraram nenhum táxon de grupos de artrópodes, incluindo formigas, como bom indicador da riqueza de espécies. No entanto, trabalhos realizados por Majer (1983) revelaram que a riqueza de espécies de formigas é potencialmente útil como bioindicador da abundância e riqueza de outros taxa de invertebrados. Isso pode ser utilizado, por exemplo, como indicador da beta diversidade de Coleoptera e Aranae (Oliver e Beattie, 1996). Esses autores sugerem, também, que a informação sobre a fauna de formigas, somada à de determinadas famílias de Coleoptera, pode ser útil em avaliações da biodiversidade de invertebrados em geral.

Estudos realizados por Andersen (1997) indicam que a escolha de gêneros pode ser também uma boa opção na avaliação da biodiversidade da fauna de formigas. Trabalhos nesse sentido, utilizando formigas como bioindicadores da qualidade de ecossistemas, foram classificados por Nascimento e Delabie (1999) no sul do Estado da Bahia, onde perceberam maior facilidade de identificação, além de melhores respostas em geral.

2.6 Práticas silviculturais e biodiversidade

O eucalipto foi introduzido no Brasil e estabelecido em escala comercial, visando primeiramente a produção de lenha para locomotivas, dormentes para ferrovias e postes para eletrificação. Na década de 40, passou a ser utilizado para fins de produção de carvão vegetal para a siderurgia e atualmente é considerado como matéria-prima principal para a produção de celulose, papel e aço (Golfari, 1975; Lima, 1993).

Com a intensa exploração desse recurso, os governos de diversos países e organizações privadas vêm criando dispositivos legais, objetivando disciplinar

a utilização dos recursos naturais, influenciando, assim, a atividade florestal como um todo. Para as plantações de *Eucalyptus*, tem-se detectado a necessidade de buscar alternativas de manejo que possibilitem a produção florestal e atendam aos preceitos legais, notadamente em áreas de maior fragilidade ambiental, pois essa atividade florestal é muito dinâmica, principalmente quando busca desenvolver práticas silviculturais capazes de promover uma efetiva integração entre exploração racional e a preservação do ambiente (Congresso Florestal Panamericano, 1993).

Paula (1997) critica esta visão, afirmando que a taxa de crescimento das árvores é proporcional à quantidade de água que elas consomem. Se, portanto, o objetivo do crescimento das árvores é produzir grandes volumes de madeira, é de se esperar que elas vão consumir grande quantidade de água. Quanto aos fertilizantes, a plantação de eucalipto é bastante frágil, necessitando de uma periódica “alimentação suplementar” de fertilizantes para manter seus altos níveis de produtividade. A adição de fertilizantes químicos à base de nitrogênio, fósforo e potássio não aumenta ou melhora as condições da matéria orgânica dos solos nem seu estoque de nutrientes. Dessa forma, grande quantidade de fertilizantes deve ser reaplicada após cada corte, visando manter o elevado nível de produtividade do sítio, criando-se assim um círculo vicioso de consumo. Critica ainda o uso de capinas desnecessárias e de herbicidas utilizados para a retirada de plantas invasoras e para facilitar a localização das colônias de formigas cortadeiras dentro do eucaliptal.

As plantações de eucalipto, em maior ou menor grau, afetam negativamente a fauna e flora locais pela sua homogeneidade biológica e estrutural e pela baixa disponibilidade de fontes alimentares para a fauna. Por esse motivo seria importante que se permitisse o crescimento do sub-bosque nativo em meio às plantações de eucalipto. Uma porção da fauna nativa, juntamente com as comunidades vegetais associadas, podem persistir ou ainda

utilizar esse tipo de habitat como corredor de migração entre fragmentos. Apesar disso, é prática em algumas empresas reflorestadoras a remoção do sub-bosque através de roçadeiras e herbicidas. Pesquisas envolvendo térmitas revelaram que, em locais onde a fauna é diversificada, o ataque desses insetos a árvores vivas é muito baixo. Esse é outro motivo para a conservação do sub-bosque em plantações de eucalipto.

Segundo Anjos, Della Lucia e Mayhé-Nunes (1998), quando alguma espécie de inseto consegue se acomodar num plantio de eucalipto, encontra abundância de alimento e ausência de inimigos naturais, o que é mais do que suficiente para permitir o seu exagerado aumento populacional e, assim, tornar-se uma praga florestal. As formigas cortadeiras constituem um exemplo típico deste fenômeno que ocorre nesses locais. A falta de uma cobertura vegetal diversificada no solo, devido às capinas, favorece as formigas. Pesquisas indicam que o desenvolvimento do sub-bosque em área em que não existia reduziu a quantidade média de novos saúveiros que se instalaram a cada ano. Em tais casos, a presença do sub-bosque pode ter dificultado o pouso e a instalação desses insetos, uma vez que eles tendem a pousar somente em locais limpos e de solo desnudo.

Quanto à utilização de inseticidas, esses podem intoxicar seres humanos e animais ou atingir grupos de insetos considerados “predadores naturais”. Os insetos aumentam a cada dia sua resistência aos agrotóxicos, o que induz um aumento no consumo de inseticidas e formicidas, por exemplo.

Anjos, Della Lúcia e Mayhé-Nunes (1998) discutem sobre as técnicas de manejo de formigas cortadeiras em eucaliptais. Esse manejo começa com a extinção de todos os formigueiros no local de plantio das mudas, antes de fazer qualquer preparo no terreno em que se vai plantar a nova floresta. Nas grandes áreas de eucaliptos, o combate direto das formigas é constituído, basicamente, por tratamento usando iscas formicidas.

Portanto, alguns padrões de correlação podem ser muito úteis em avaliações da biodiversidade em alguns ecossistemas e mais estudos serão fundamentalmente importantes. Pode-se, então, com o uso de formigas, avaliar o impacto do desmatamento utilizando características das comunidades para indicar o efeito que o processo de ocupação humana teve sobre a fauna original, determinar quais ambientes estão sendo manejados de forma adequada à preservação da biodiversidade local, quais os tipos de manejo afetam a diversidade do inseto estudado e, a partir de dados avaliados, propor técnicas de manejo florestal que minimizam perdas da biodiversidade local. Além disso, o desenvolvimento científico necessariamente conduz ao desenvolvimento de novas tecnologias de utilização do ambiente. Estas novas tecnologias podem afetar de maneiras imprevisíveis os ambientes naturais. Por isso, o emprego de novas tecnologias deve ser acompanhado de estudos prévios de avaliação e de monitoramento após implantadas (Altieri, 1994). Para este acompanhamento e monitoramento, os bioindicadores são ferramentas de utilidade inestimável.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estudo foi conduzido em áreas de cerrado “stricto sensu” e em plantios com eucaliptos da CAF Santa Bárbara Ltda, no período de junho a setembro de 2000. Essas áreas localizam-se no município de Bom Despacho (45°22' W e 19° 41'S), Estado de Minas Gerais, Brasil, a uma altitude média de 695 m (Figura 1).

3.2 Habitats amostrados

Na área amostrada, foram caracterizados dois tipos de vegetação: cerrado “stricto sensu” e monocultura de eucalipto. 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 graminoso, 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 e Almeida 1998).

Os talhões foram escolhidos cuidadosamente, verificando-se as idades, as espécies de *Eucalyptus* cultivadas, o local, o espaçamento e o tempo do último combate às formigas cortadeiras, que deveria ser de pelo menos um ano antes, buscando uniformizar as áreas experimentais. A tabela 1 contém as características das áreas de eucaliptais e de vegetação nativa amostradas (Tabela 1).

3.3 Levantamento da fauna de formigas

Foram realizados dois experimentos. O primeiro foi referente ao efeito do tipo de combate de formigas cortadeiras sobre a diversidade de formigas.

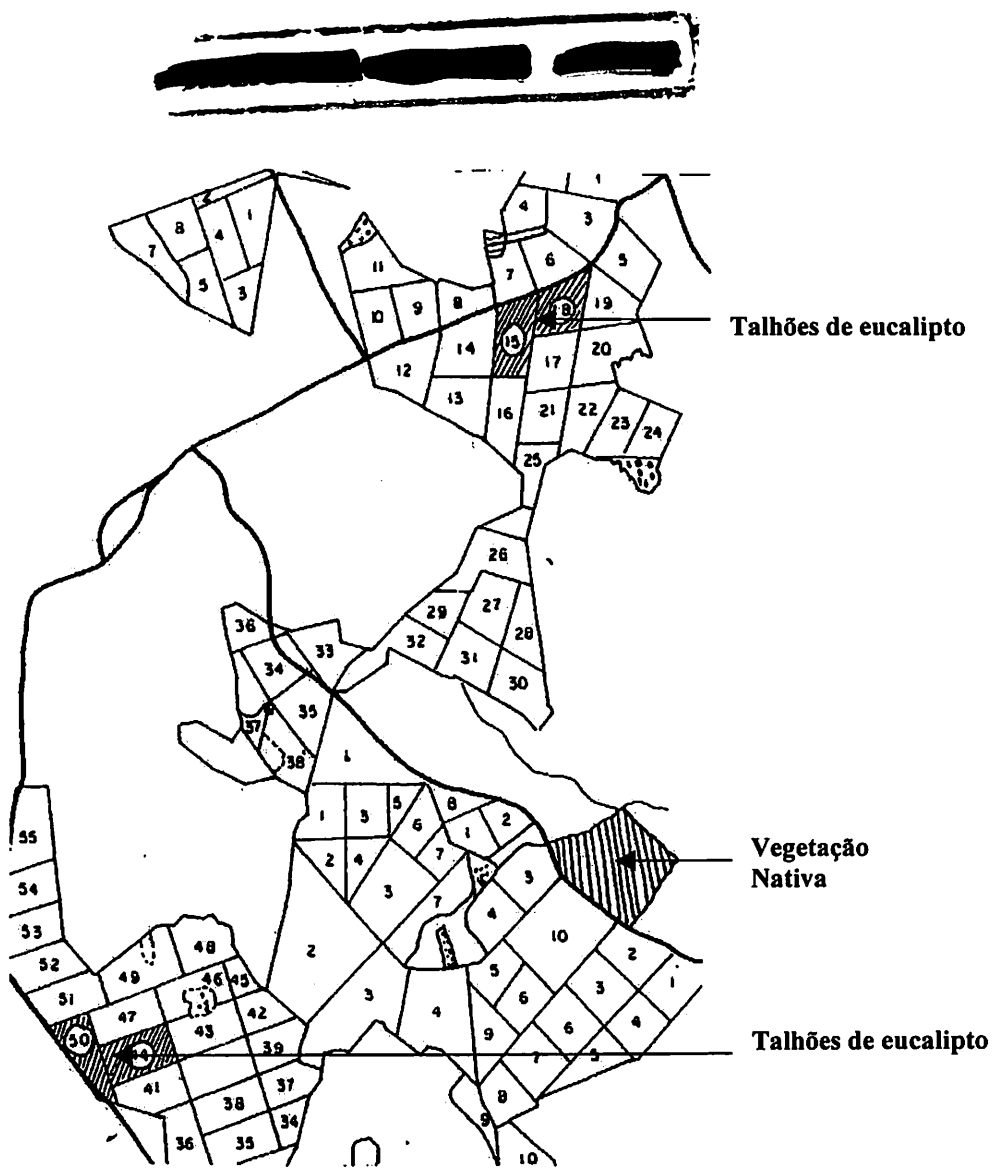


FIGURA 1. Mapa da área de estudo mostrando os talhões de eucalipto (rachurado) e a vegetação nativa de cerrado utilizados na coleta dos dados. Bom Despacho, MG. Junho a Setembro de 2000.

TABELA 1. Características das áreas de eucaliptais e da vegetação nativa de cerrado usadas para os experimentos. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000.

Tratamento	N. talhão	Lote	Espécie de <i>Eucalyptus</i>	Idade (anos)	Área (ha)	Espaçamento (m)
Combate localizado	44	LA 2475-2/82	<i>Eucalyptus grandis</i> e <i>E. camaldulensis</i>	2,7	40	2,0 X 1,5 X 1,0
Combate sistemático	50	LA 2475-2/82	<i>Eucalyptus tereticornis</i> e <i>E. grandis</i>	2,5	50	2,0 X 1,5 X 1,0
Capina mecânica	15	LR 2473/86	<i>Eucalyptus grandis</i>	5,6	52	3,0 X 1,5
Capina química	18	LR 2473/86	<i>Eucalyptus grandis</i>	5,6	38,70	3,0 X 1,5
Testemunha	-	-	Cerrado "stricto sensu"	-	83,48	-

Para isso, utilizaram-se os tratamentos: 1) vegetação nativa, 2) eucaliptal com combate localizado de formigas cortadeiras e 3) eucaliptal com combate sistemático de formigas cortadeiras.

O combate localizado consistiu na aplicação de isca formicida granulada à base de sulfluramida (0,3%), diretamente sobre o monte de terra solta do formigueiro, numa dosagem de 8 gramas por metro quadrado de área do mesmo. O combate sistemático consistiu na aplicação do mesmo produto, distribuído de forma sistemática no talhão, numa dosagem de 8 gramas para cada seis metros quadrados (3 x 2m) de área combatida, independente da localização dos formigueiros.

O segundo experimento foi realizado para testar o efeito do tipo de capina do sub-bosque de eucaliptais sobre a diversidade de formigas. Foram utilizados três tratamentos: 1) vegetação nativa, 2) capina mecânica e 3) capina química. A capina mecânica foi realizada com roçadeira acoplada a um trator e a química com herbicida à base de glifosato (4%), numa dosagem de 4 l/ha.

A área de vegetação nativa de cerrado “stricto sensu” serviu como testemunha para os dois experimentos. As coletas foram efetuadas em três ocasiões: uma no início do experimento, oito dias antes da aplicação dos tratamentos, outra oito dias após as aplicações dos tratamentos, e a terceira 60 dias após os mesmos. Em cada tratamento foram retiradas 50 amostras aleatórias, utilizando-se o extrator de Winkler, a uma distância mínima de 200m da borda (para evitar o efeito de borda), distando 50m entre amostras consecutivas, a fim de torná-las rigorosamente independentes (Delabie,1999; Bestelmeyer et al.2000).

3.4 Método de coleta

A coleta dos formicídeos foi feita utilizando o extrator de Winkler, descrito em Ward (1987), Longino e Nadkarni (1990) e Bestelmeyer et al. (2000).

O extrator é composto por quadro, peneirador, sacos de campo, sacos de tela e o extrator de Winkler propriamente dito. O quadro é uma armação de madeira, plástico ou alumínio, medindo 1,0 x 1,0 metro, e serve para delimitar a área da amostra; o peneirador de campo é tipo um saco vazado de tecido de nylon sintético resistente, com aproximadamente 1,5 m de comprimento, contendo uma peneira de aço de ± 5 mm na parte mediana. Os sacos de campo são confeccionados também com tecido de nylon sintético ou tergal de 34 cm de largura e 55 cm de comprimento, que servem para colocar e transportar o material do campo para o local onde estão fixados os extratores. O extrator consiste de uma armação de tecido de algodão ou nylon sintético, com 1,20 a 1,50 m de comprimento. Na sua extremidade inferior, foi colocado um copo plástico contendo álcool a 70%. Os sacos de tela com 25cm de largura e 37cm de comprimento servem para colocar a serapilheira, de forma a ficar bem distribuída dentro do extrator, para que os invertebrados que ali se encontrem se movimentem para fora do saco e caiam no copo com álcool. Essa técnica é utilizada para medir a composição de formigas que habitam locais em que há camada de serapilheira.

3.5 Procedimento de coleta

Um metro quadrado de serapilheira, delimitado pelo quadrado, foi retirado. Removeu-se o litter com as mãos, começando das bordas do quadrado até o seu centro, usando-se luvas de couro. Colocou-se o material rapidamente no peneirador (Figura 2a), sacudindo lateralmente e verticalmente para separar os detritos. Os fragmentos mais grossos mantiveram-se na parte superior do

peneirador, enquanto a parte mais fina foi coletada no fundo do peneirador, juntamente com os pequenos invertebrados, transferida para os sacos de campo e transportada para o local em que estavam os extratores (Figura 2b). Cada amostra de serapilheira peneirada foi colocada no saco de tela, sendo essa operação realizada rapidamente para evitar a fuga dos insetos (Figura 2c). Os sacos foram suspensos dentro dos extratores de Winkler, que já continham os copos com álcool a 70% (Figura 2d), sendo, após esta operação, fechados com um nó na parte superior, impedindo a fuga dos animais. Nos sacos de tela, as formigas e outros invertebrados começaram a se deslocar lentamente dentro das amostras de litter, devido a respostas comportamentais de distúrbio desse habitat, caindo eventualmente dentro do recipiente com álcool, através dos orifícios do saco suspenso.

Esse material foi deixado no extrator durante 72 horas, que é o tempo ideal para a extração dos insetos (Delabie, 1999), e após esse tempo o copo foi retirado e o produto da extração foi colocado em frascos de 6,5cm de altura por 3,0cm de diâmetro, devidamente acondicionados em álcool a 70%.

3.6 Triagem, montagem e identificação do material biológico

Os formicídeos coletados foram triados no Laboratório de Mirmecologia da UFLA, utilizando lupa estereoscópica, e postos em frascos pequenos com 3,50 cm de altura por 2,20cm de diâmetro. Esse material triado foi devidamente acondicionado em caixas de papelão, visando o transporte adequado do material até o Laboratório de Mirmecologia da CEPLAC/CEPEC, no município de Ilhéus, BA.

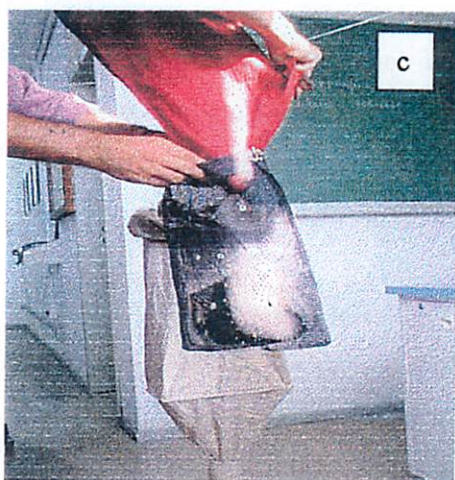
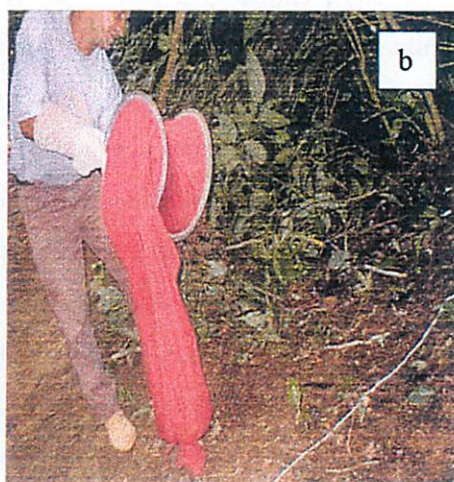


FIGURA 2. Sequência do procedimento de coleta de formigas de serapilheira utilizando o extrator de Winkler: a) serapilheira colocada no peneirador; b) descarte do material grosso; c) acondicionamento da serapilheira em sacos de tela; d) material colocado no extrator de Winkler.

Os exemplares foram devidamente montados através de três indivíduos de cada espécie e preparados para coleção entomológica. Após esse procedimento, foram identificados e comparados com a coleção de referência, com auxílio do Dr. Jacques H. C. Delabie¹.

Cada exemplar recebeu uma etiqueta de procedência e foi incorporado à coleção do Laboratório de Mirmecologia da CEPLAC/CEPEC, do Museu de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e do Centro de Educação Ambiental da CAF Santa Bárbara Ltda.

3.7 Análise dos dados

Através da fauna de formigas coletadas construiu-se uma tabela, contendo os táxons e a ocorrência das espécies nos tratamentos realizados, para análise dos dados de:

a) Número e frequência de espécies

Calculou-se a frequência absoluta das espécies em cada área amostrada. Sua análise foi feita através da distribuição de frequências em histogramas, com o cálculo do efeito dos tratamentos através da diferença entre o número de espécies por amostra, antes e após os tratamentos, utilizando o programa Statistica versão 6.0, (Colwell,1997).

b) Diversidade de espécies

Para a análise de diversidade de espécies, foi utilizado o índice de Shannon-Wiener, que vem sendo amplamente utilizado em ecologia de comunidades (Ludwig e Reynolds, 1988). Suas características principais são a capacidade de incorporar informações sobre a ocorrência de espécies raras e a

¹ Laboratório de Mirmecologia, convênio UESC/CEPLAC, Centro de Pesquisas do Cacau, CEPLAC, C.P 07,45600-000, Itabuna-BA.

interpretação a partir de uma amostra aleatória, obtida de uma população infinita.

Foi feito através do programa EstimateS (Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples), versão 5.0.1. (Cowell, 1997). O índice é dado pela seguinte fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1} [(ni/N) \cdot \ln (ni/N)], \text{ em que:}$$

H' = média da incerteza de espécies de uma comunidade infinita de total infinito;

S = frequência total das espécies;

n_i = frequência de cada espécie em cada amostra;

n = frequência total das espécies por área.

c) Riqueza

É a maneira mais simples de mensurar a diversidade, consistindo na contagem de espécies presentes em cada amostra (Mac Arthur, 1964). Utilizou-se para essa análise, o estimador Chao2, através do programa EstimateS (Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples) (Colwell, 1997). Esse estimador foi escolhido porque utiliza os dados de frequência de espécies, desconsiderando a abundância (Cowell e Coddington, 1994, citado por Soares, 1999). O índice é dado pela seguinte fórmula:

$$S_2 = S_{obs} + (L^2/2M), \text{ em que:}$$

S_2 = índice de riqueza

S_{obs} = número de espécies observado;

L = número de espécies que ocorre em apenas uma amostra;

M = número de espécies que ocorre em exatamente duas amostras.

d) Similaridade entre habitats

A similaridade entre os tratamentos foi obtida através da análise de agrupamento gerada pelo programa Mult-Variate Statistical Package (MVSP), versão 3.11b. A análise de Cluster é baseada na matriz de similaridade (distâncias) entre as unidades amostrais, com a escolha do índice de similaridade de Jaccard.

e) Índice de dispersão

Indica níveis de distribuição espacial dos organismos, exaustividade da amostra (comparada com Chao2), coeficiente de heterogeneidade (P50), que é o número de amostras necessárias para se coletar metade de uma comunidade teórica com 100 espécies, baseado nos valores de riqueza e P05 (número de amostras necessário para se coletar metade da comunidade) (Lauga e Joaquim, 1987). Seu cálculo é obtido a partir de Chao2 pela fórmula:

$$P50 = \frac{100 \times P05}{S}, \text{ em que:}$$

P05 = número de amostras necessárias para amostrar a metade de espécies local;
S = riqueza total estimada (valor de Chao2)

Quanto menor o P50, mais homogênea será a dispersão das formigas no local, necessitando de um menor esforço amostral para se coletar metade da comunidade; quanto maior o valor do P50, mais heterogênea será a distribuição das espécies e, conseqüentemente, mais amostras serão necessárias para se coletar metade da comunidade local.

f) Índice de dominância

Aplicado para analisar a dominância da espécie mais freqüente de cada área. Neste caso, pode-se fazer a comparação do comportamento dominante das espécies entre as áreas de estudo (May, 1975). Para essa análise, foi utilizado o índice de Berger-Parker:

$$D = N_{\text{máx}} / N_{\text{total}}, \text{ em que:}$$

$N_{\text{máx}}$ = porcentagem de observação da espécie mais freqüente;

N_{total} = total de observações na área.

g) Guildas bioindicadoras

As formigas foram separadas e caracterizadas em guildas com base no trabalho de Delabie, Agosti e Nascimento (2000), através da freqüência das mesmas em cada local amostrado, verificando-se o seu comportamento diante dos tratamentos.

Empregou o teste “G” não-paramétrico, que serve para testar se a distribuição de uma variável tem o mesmo parâmetro de locação sobre diferentes grupos, trabalhando com grupos independentes. Utilizou-se também o teste Qui-quadrado de homogeneidade ou independência dos dados (SAS Institute Inc., 1989).

h) Espécies bioindicadoras

Através das freqüências dos formicídeos, foram escolhidas espécies indicadoras do efeito de práticas silviculturais (combates com iscas formicidas e capinas).

4 RESULTADOS

4.1 Fauna de Formicidae coletadas em áreas de vegetação nativa de cerrado e de eucaliptais

Um total de 129 espécies, distribuídas em 40 gêneros, 22 tribos, compondo seis subfamílias das oito subfamílias neotropicais, foram amostradas nas áreas de estudo (Tabela 2).

TABELA 2. Espécies de Formicidae coletadas em áreas de vegetação nativa e em eucaliptais. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000.

Espécies de Formicidae	Autor	Tratamentos ¹				
		VN	CL	CS	CM	CQ
SUBFAMÍLIA MYRMICINAE						
Tribo Attini						
<i>Acromyrmex balzani</i>	(Emery, 1890)	x		x	x	
<i>Acromyrmex coronatus</i>	(Fabricius, 1804)	x				
<i>Acromyrmex niger</i>	(Fr. Smith, 1858)		x			
<i>Acromyrmex subterraneus brunneus</i>	Forel, 1911		x			x
<i>Acromyrmex subterraneus subterraneus</i>	Forel, 1911		x			
<i>Apterostigma</i> sp01		x	x		x	x
<i>Apterostigma</i> sp02			x			
<i>Apterostigma</i> sp03			x		x	x
<i>Atta sexdens rubropilosa</i>	(Forel, 1908)		x	x	x	
<i>Cyphomyrmex transversus</i>	Emery, 1894	x	x	x	x	x
<i>Mycetarotes acutus</i>	Mayhe-Nunes, 1995					x
<i>Myocepurus goeldii</i>	Forel, 1893	x	x	x	x	x
<i>Myocepurus smithi</i>	Forel, 1911	x		x	x	x
<i>Myrmicocrypta foreli</i>	Mann, 1916	x	x	x		x
<i>Sericomyrmex</i> sp01		x	x	x	x	x
<i>Trachymyrmex</i> sp01		x	x	x	x	x
<i>Trachymyrmex</i> sp02		x	x	x	x	x

“...continua ...”

TABELA 2. Continuação.

Espécies de Formicidae	Autor	Tratamentos ¹				
		VN	CL	CS	CM	CQ
<i>Trachymyrmex</i> sp03			x	x	x	x
<i>Trachymyrmex</i> sp06						x
Tribo Formicoxenini						
<i>Cardiocondyla wroughthonii</i>	Forel, 1890					x
<i>Leptothorax</i> sp01		x				
Tribo Pheidologetonini						
<i>Carebara</i> sp01		x				
<i>Oligomyrmex</i> sp01	(Wheeler, 1922)	x	x			x
<i>Oligomyrmex urichi</i>		x				
<i>Ochetomyrmex</i> sp01				x	x	x
Tribo Cephalotini						
<i>Cephalotes pusillus</i>	(Klug, 1824)	x	x	x	x	x
Tribo Crematogastrini						
<i>Crematogaster</i> sp01		x	x	x	x	x
<i>Crematogaster</i> sp02		x	x	x		
<i>Crematogaster</i> sp03		x	x	x	x	x
<i>Crematogaster</i> sp04			x	x	x	x
<i>Crematogaster</i> sp05			x	x	x	x
<i>Crematogaster</i> sp06			x		x	
Tribo Solenopsidini						
<i>Megalomyrmex</i> sp01		x	x		x	x
<i>Solenopsis (Diplorhophthrum)</i> sp01	Fr. Smith, 1855	x	x	x	x	x
<i>Solenopsis saevissima</i>				x		
<i>Solenopsis</i> sp02		x	x	x	x	x
<i>Solenopsis</i> sp03			x	x	x	
<i>Solenopsis</i> sp04				x	x	
<i>Solenopsis</i> sp05			x			
<i>Solenopsis</i> sp06			x			
<i>Solenopsis substituta</i>	Santschi, 1925			x	x	x
Tribo Basicerotini						
<i>Octostruma jheringhi</i>	(Emery, 1887)	x			x	x
Tribo Pheidolini						
<i>Pheidole fallax</i>	Mayr, 1870	x	x	x	x	x
<i>Pheidole fimbriata</i>	Roger, 1863	x				
<i>Pheidole</i> sp01		x	x	x	x	x

“...continua ...”

TABELA 2. Continuação.

Espécies de Formicidae	Autor	Tratamentos ¹				
		VN	CL	CS	CM	CQ
<i>Pheidole</i> sp02		x	x	x	x	x
<i>Pheidole</i> sp03		x	x	x	x	x
<i>Pheidole</i> sp04		x	x	x		
<i>Pheidole</i> sp05		x	x		x	x
<i>Pheidole</i> sp06		x	x	x		x
<i>Pheidole</i> sp07		x	x	x	x	x
<i>Pheidole</i> sp08			x	x	x	x
<i>Pheidole</i> sp09			x	x	x	x
<i>Pheidole</i> sp11			x	x	x	x
<i>Pheidole</i> sp12			x			
<i>Pheidole</i> sp14			x			
<i>Pheidole</i> sp15				x		
<i>Pheidole</i> sp16				x		
<i>Pheidole</i> sp17			x			
Tribo Myrmicini						
<i>Pogonomyrmex abdominalis</i>	Santschi, 1929				x	
Tribo Dacetoniini						
<i>Pyramica denticulata</i>	(Mayr, 1887)	x	x		x	x
<i>Pyramica eggersi</i>	(Emery, 1894)	x	x	x	x	x
<i>Pyramica schulzi</i>	(Emery, 1890)	x	x			x
<i>Pyramica subdentata</i>	(Mayr, 1887)	x				
<i>Pyramica zeteki</i>	(Brown, 1959)	x				
<i>Strumigenys elongata</i>	Roger, 1863	x	x	x		
<i>Strumigenys perparva</i>	Brown, 1957	x				
Tribo Stenammini						
<i>Rogeria</i> sp gp. <i>Creightoni</i>		x	x	x	x	x
<i>Rogeria</i> sp01		x		x	x	
<i>Rogeria</i> sp03		x				
<i>Rogeria</i> sp04			x	x	x	x
Tribo Blepharidattini						
<i>Wasmannia</i> sp01				x	x	
<i>Wasmannia auropunctata</i>	(Roger, 1863)	x	x	x	x	x
SUBFAMÍLIA FORMICINAE						
Tribo Brachymyrmecini						
<i>Brachymyrmex</i> sp01		x	x	x	x	x
<i>Brachymyrmex</i> sp02		x	x	x		

“...continua ...”

TABELA 2. Continuação.

Espécies de Formicidae	Autor	Tratamentos ¹				
		VN	CL	CS	CM	CQ
<i>Brachymyrmex</i> sp03		x	x	x		
<i>Brachymyrmex</i> sp04			x	x		x
<i>Brachymyrmex</i> sp05			x	x		
<i>Brachymyrmex</i> sp06			x			
Tribo Camponotini						
<i>Camponotus crassus</i>	Mayr, 1862	x	x	x	x	x
<i>Camponotus fastigatus</i>	Roger, 1863	x	x			
<i>Camponotus latangulus</i>	Roger, 1863	x				
<i>Camponotus melanoticus</i>	Emery, 1894		x			x
<i>Camponotus (Myrmebrachys)</i> sp01		x				
<i>Camponotus (Myrmephaenus)</i> sp01		x				
<i>Camponotus (Myrmephaenus)</i> sp02				x		
<i>Camponotus novogranadensis</i>	Mayr, 1870		x	x		
<i>Camponotus punctatus minutior</i>	Forel, 1886	x				
<i>Camponotus renggeri</i>	Emery, 1894		x	x	x	
<i>Camponotus rufipes</i>	(Fabricius, 1775)		x	x	x	x
<i>Camponotus trapezoideus</i>	Mayr, 1870	x	x	x	x	x
Tribo Lasiini						
<i>Paratrechina</i> sp01		x	x	x		x
<i>Paratrechina</i> sp02		x				
<i>Paratrechina</i> sp03			x	x		
SUBFAMÍLIA DOLICHODERINAE						
Tribo Dolichoderini						
<i>Azteca</i> sp01			x			
<i>Linepithema humile</i>	(Mayr, 1866)		x	x		
<i>Linepithema</i> sp01		x	x	x		
SUBFAMÍLIA PONERINAE						
Tribo Amblyoponini						
<i>Amblyopone armigera</i>	(Mayr, 1897)	x				
Tribo Ectatommini						
<i>Ectatomma brunneum</i>	Fr. Smith, 1858			x	x	x
<i>Ectatomma edentatum</i>	Roger, 1863	x	x	x	x	x
<i>Ectatomma permagnum</i>	Forel, 1908				x	x
<i>Ectatomma planidens</i>	Borgmeier, 1939		x		x	x
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	Olivier, 1791					x

"...continua ..."

TABELA 2. Continuação.

Espécies de Formicidae	Autor	Tratamentos ¹				
		VN	CL	CS	CM	CQ
<i>Gnamptogenys striata</i>	Mayr, 1883		x			
<i>Gnamptogenys sulcata</i>	Fr. Smith, 1858					x
Tribo Ponerini						
<i>Anochetus diegensis</i>	Forel, 1912		x	x	x	x
<i>Hypoponera foreli</i>	Mayr, 1887	x	x		x	x
<i>Hypoponera</i> sp01		x	x	x	x	x
<i>Hypoponera</i> sp02		x	x	x	x	x
<i>Hypoponera</i> sp03		x	x	x	x	x
<i>Hypoponera</i> sp04		x	x	x	x	x
<i>Hypoponera</i> sp07			x	x		x
<i>Odontomachus bauri</i>	Emery, 1891		x			x
<i>Odontomachus brunneus</i>	Patton, 1894	x	x	x		x
<i>Odontomachus chelifer</i>	Latreille, 1802	x		x	x	x
<i>Odontomachus meinerti</i>	Forel, 1905		x	x	x	x
<i>Pachycondyla gilberti</i>	Kempf, 1960		x		x	x
<i>Pachycondyla harpax</i>	Fabricius, 1804		x	x	x	
<i>Pachycondyla marginata</i>	Roger, 1861		x			
<i>Pachycondyla striata</i>	Fr. Smith, 1858	x				
Tribo Thaumatomyrmecini						
<i>Thaumatomyrmex mutilatus</i>	Mayr, 1887	x	x	x	x	x
SUBFAMÍLIA PSEUDOMYRMECINAE						
Tribo Pseudomyrmecini						
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	Fabricius, 1804		x			
<i>Pseudomyrmex simplex</i>	Fr. Smith, 1877					x
<i>Pseudomyrmex tenuis</i>	Fabricius, 1804	x	x		x	x
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	Fr. Smith, 1855		x		x	
SUBFAMÍLIA ECITONINAE						
Tribo Ecitonini						
<i>Labidus coecus</i>	Latreille, 1802				x	x
<i>Labidus praedator</i>	(Fr. Smith, 1858)					x
Total		67	89	70	67	73

¹ VN = vegetação nativa, CL = combate localizado de formigas cortadeiras, CS = combate sistemático de formigas cortadeiras, CM = capina mecânica e CQ = capina química.

A subfamília mais freqüente foi a das Myrmicinae com 75 espécies, seguida das Ponerinae com 24, Formicinae com 21 espécies e, por último, as Pseudomyrmecinae, Dolichoderinae e Ecitoninae com quatro, três e duas espécies, respectivamente (Figura. 3). Das oito subfamílias registradas por Bolton (1994) na região Neotropical, e segundo estimativas publicadas sobre a mirmecofauna (Kempf, 1972; Hölldobler e Wilson, 1990; Bolton, 1995) para a região Neotropical, apenas as subfamílias Cerapachyinae e Leptanilloidinae não foram coletadas neste estudo.

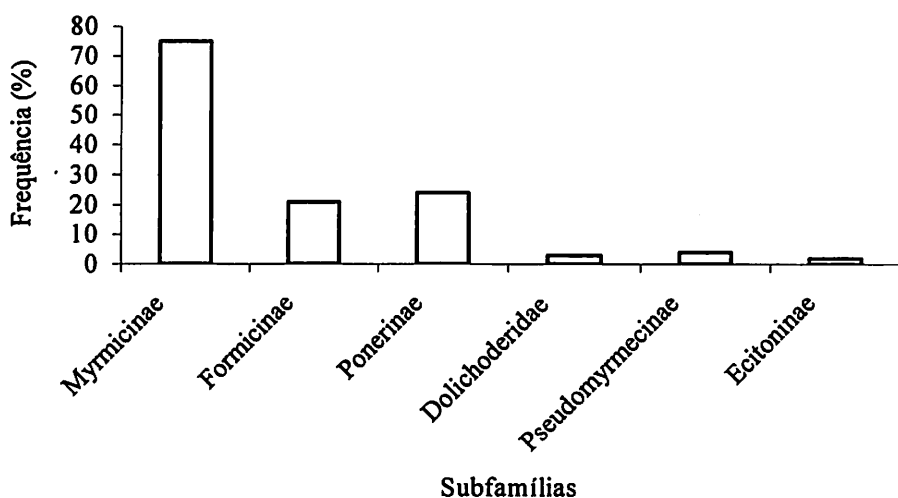


FIGURA 3. Frequência absoluta das subfamílias de formigas registradas em áreas de vegetação nativa de cerrado e de eucaliptais. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000.

Dos 40 gêneros registrados em todo o experimento, os mais ricos em número de espécies foram: *Pheidole* (17 espécies), *Camponotus* (12), *Solenopsis* (8), *Brachymyrmex*, *Crematogaster*, *Hypoponera* e *Trachymyrmex* (seis espécies cada) e *Acromyrmex*, *Ectatomma* e *Pyramica* (cinco espécies cada). Os gêneros representados por apenas uma espécie foram: *Atta*, *Azteca*, *Cardiocondyla*, *Carebara*, *Cephalotes*, *Cyphomyrmex*, *Leptotorax*, *Megalomyrmex*, *Mycetarotes*, *Myrmicocrypta*, *Ochetomyrmex*, *Amblyopone*, *Anochetus*, *Octostruma*, *Pogonomyrmex*, *Sericomyrmex* e *Thaumatomyrmex*.

Foram capturadas 67 espécies de formigas na área de cerrado "stricto sensu", pertencentes a cinco subfamílias. A subfamília mais freqüente foi a das Myrmicinae com 41 espécies, seguida das Formicinae e Ponerinae com 12 espécies e, por último, a Dolichoderinae e Pseudomyrmecinae com uma espécie cada. Foi coletada a formiga *Pyramica zeteki*, espécie rara, conhecida até o momento somente na Colômbia e no Panamá. Outras espécies consideradas raras, como *Amblyopone armigera*, *Carebara* sp e *Thaumatomyrmex mutilatus*, também fizeram parte da fauna de Formicidae coletada nessa área.

4.2 Efeito do tipo de combate de formigas cortadeiras com isca granulada sobre a diversidade de formigas em eucaliptais

a) Número e freqüência de espécies

O maior número de espécies registrado ocorreu na área de eucaliptal antes dos combates, seguido da área de vegetação nativa (Tabela 3). Nota-se que 60 dias após os combates, encontrou-se menor número de espécies para as áreas de eucaliptais com relação à área de vegetação nativa e o eucaliptal antes da aplicação dos tratamentos, provavelmente devido ao efeito das iscas granuladas.

TABELA 3. Número total de espécies observadas em áreas de vegetação nativa e em eucaliptais, antes e após os tratamentos. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000.

Tratamentos	8 dias antes	8 dias após	60 dias após
Vegetação nativa (testemunha)	67	-	-
Combate localizado	68	64	53
Combate sistemático	54	40	32

De acordo com os números médios de espécies observadas por amostra, verificou-se que não houve diferença significativa entre as áreas de vegetação nativa e as de eucaliptais, oito dias após a aplicação da isca formicida (Tukey, $p > 0,05$). Sessenta dias após o combate, houve uma redução de 1,9 e 2,2 espécies de formigas/amostra nas áreas que receberam isca formicida, nos combates localizado e sistemático, respectivamente (Tabela 4).

Quanto ao efeito dos combates no tempo, apenas o sistemático afetou o número de espécies de formigas por amostra (Tukey, $p \leq 0,05$) (Tabela 4), sendo maior a redução desses números 60 dias após o combate. Isso indica que o combate sistemático é mais impactante sobre o número de espécies por amostra que o combate localizado.

Quanto à frequência de ocorrência de espécies por amostra, pode-se verificar que cada área possui uma distribuição de espécies distinta (Figura 4a). Antes da aplicação dos tratamentos, encontraram oito amostras, com 11 espécies de formigas cada na vegetação nativa, sendo um número razoavelmente grande em relação a outros ambientes. Enquanto isso, nas áreas de eucaliptais, por exemplo, algumas amostras encontraram-se isentas de formigas. Como não

houve aplicação na área de vegetação nativa, conservaram os mesmos valores com fins de comparação (Figura 4a).

TABELA 4. Número de espécies de formigas por amostra e efeito dos tratamentos aos 8 e 60 dias após a sua aplicação. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000.

Tratamento	Número de espécies por amostra			Efeito do tratamento*	
	8 dias	8 dias	60 dias	8 dias	60 dias
	antes	após	após	após	após
Vegetação nativa	9,1	-	-	0,0 aA	0,0 aA
Combate localizado	7,9	6,9	6,0	-1,1 aA	-1,9 bA
Combate sistemático	4,3	3,4	2,1	-0,9 aB	-2,2 bA

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si (Tukey, $p > 0,05$).

Após oito dias da aplicação do combate localizado, não houve alteração da frequência do número de espécies de formigas por amostra; porém, para o combate sistemático, o número de amostras sem formigas aumentou, reduzindo o número de espécies por amostra (Figura 4b).

Aos 60 dias do combate localizado, ainda foi equilibrado o número de espécies por amostra, aparecendo apenas uma amostra sem formiga. No combate sistemático, verificou-se a queda na frequência do número de espécies por amostra, comprovando mais uma vez o maior impacto causado por esse combate (Figura 4c).

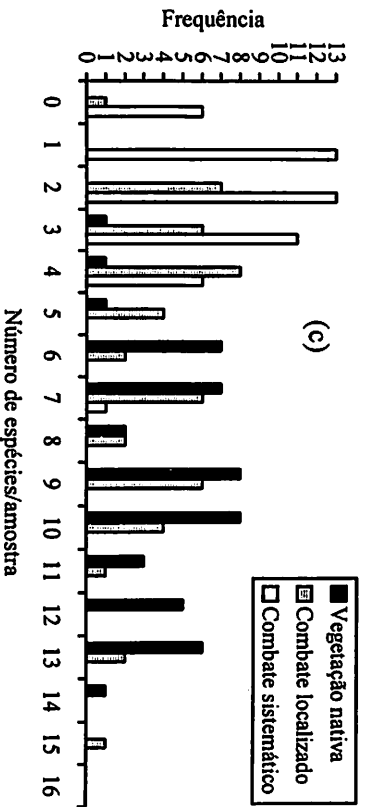
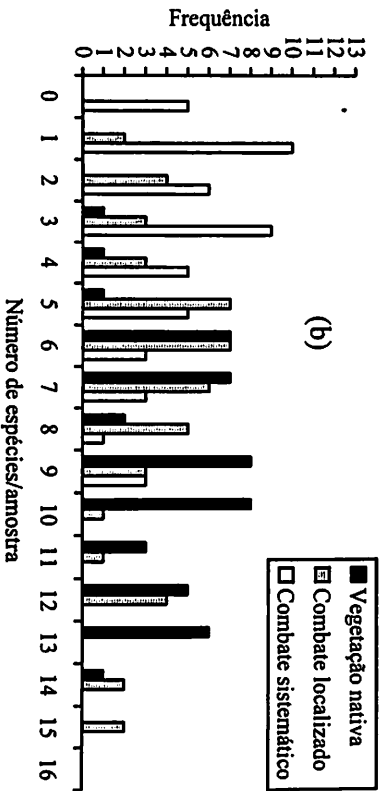
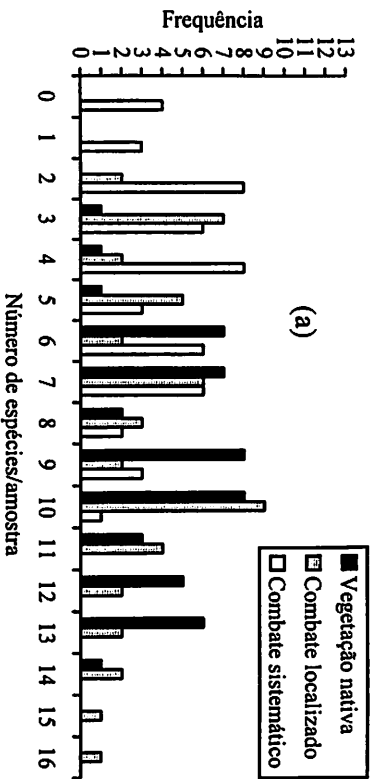


FIGURA 4. Número de espécies de formigas por amostra em relação à frequência de coleta em áreas de vegetação nativa de cerrado e de eucaliptais, (a) oito dias antes e (b) oito e (c) 60 dias após a aplicação de iscas granuladas. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000.

b) Índice de diversidade de espécies

O maior valor do índice Shannon-Wiener antes da aplicação dos tratamentos foi observado na área de eucaliptal correspondente ao tratamento do combate localizado de formigas cortadeiras, seguido da área de vegetação nativa e do eucaliptal selecionado para o tratamento do combate sistemático. Após os tratamentos, o índice de diversidade nas áreas com plantações de eucalipto mostrou uma tendência decrescente, enquanto manteve-se estável na área de vegetação nativa. Para o combate sistemático, notou-se que o índice sofreu maior queda, com 0,3 de diferença aos oito dias da aplicação para 0,1 em relação ao combate localizado, sendo que o primeiro manteve o mesmo valor para 60 dias após a aplicação e o segundo apresentou uma diferença de mais 0,1 no mesmo tempo (Tabela 5).

TABELA 5. Índices de diversidade de espécies de Shannon-Wiener para os formicídeos coletados em áreas de vegetação nativa de cerrado e em eucaliptais antes e após os tratamentos. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000.

Tratamentos	8 dias antes	8 dias após	60 dias após
Vegetação nativa (testemunha)	3,6	-	-
Combate localizado	3,8	3,7	3,6
Combate sistemático	3,5	3,2	3,2

c) Riqueza de espécies

A área de eucaliptal que correspondeu ao tratamento do combate localizado de formigas cortadeiras foi indicada pelo estimador de riqueza Chao2

como a mais rica em número de espécies de formigas, seguido da área de vegetação nativa e do eucaliptal selecionado para o tratamento do combate sistemático. Observou-se uma redução (23,8) na estimativa do número de espécies após oito dias do combate sistemático e um aumento de 10,3 para o combate localizado, sendo que, aos 60 dias dos dois combates utilizados, o estimador apresentou redução no número de espécies para os locais tratados com isca formicida, mostrando claramente o efeito prejudicial desse tratamento sobre a diversidade de Formicidae (Tabela 6).

TABELA 6. Número de espécies estimado por Chao 2 para os formicídeos coletados em áreas de vegetação nativa de cerrado e em eucaliptais, antes e após a aplicação dos tratamentos. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000.

Tratamentos	8 dias antes	8 dias após	60 dias após
Vegetação nativa (testemunha)	80,5	-	-
Combate localizado	88,3	98,6	59,3
Combate sistemático	70,4	46,6	44,1

d) Índice de heterogeneidade (P50)

O maior valor do coeficiente de heterogeneidade (P50), ou seja, o número de amostras necessárias para coletar metade de uma comunidade teórica com 100 espécies, foi observado na área de eucaliptal selecionada para o combate sistemático de formigas cortadeiras, em comparação com a área de vegetação nativa. Com relação ao combate localizado, houve um aumento do índice após oito dias do combate e um decréscimo desse índice após os 60 dias,

aproximando-se do valor original, que era semelhante ao da vegetação nativa. No combate sistemático, houve um aumento gradual durante o tempo de aplicação do tratamento. Mais uma vez é comprovado o maior impacto desse tratamento sobre a diversidade de formigas. Observou-se que quanto maior o índice de heterogeneidade (P50), menor o número total de espécies encontradas numa determinada área (Tabela 7).

TABELA 7. Índices de heterogeneidade de espécies para as coletas de formicídeos coletados em áreas de vegetação nativa de cerrado e em eucaliptais, antes e após as aplicações dos tratamentos. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000.

Tratamentos	8 dias antes	8 dias após	60 dias após
Vegetação nativa (testemunha)	14,90	-	-
Combate localizado	14,73	23,33	13,50
Combate sistemático	25,56	30,08	45,35

e) Índice de similaridade

A área de vegetação nativa destacou-se das áreas de plantações de eucalipto com uma similaridade de 0,36, mostrando que a sua composição de espécies de formigas é bastante diferente (Figura 5). As duas áreas de plantações de eucalipto, antes da aplicação dos combates, são similares. Verificou-se, também, que a área selecionada para o combate localizado antes e após os tratamentos é similar à área antes do combate sistemático, e que após oito e 60 dias do último combate de formigas cortadeiras, a similaridade diminuiu. Isso foi verificado através da separação da área no dendrograma, mostrando, assim, a mudança na composição da fauna de Formicidae e indicando que o combate

sistemático é mais impactante para a fauna de formigas que o combate localizado.

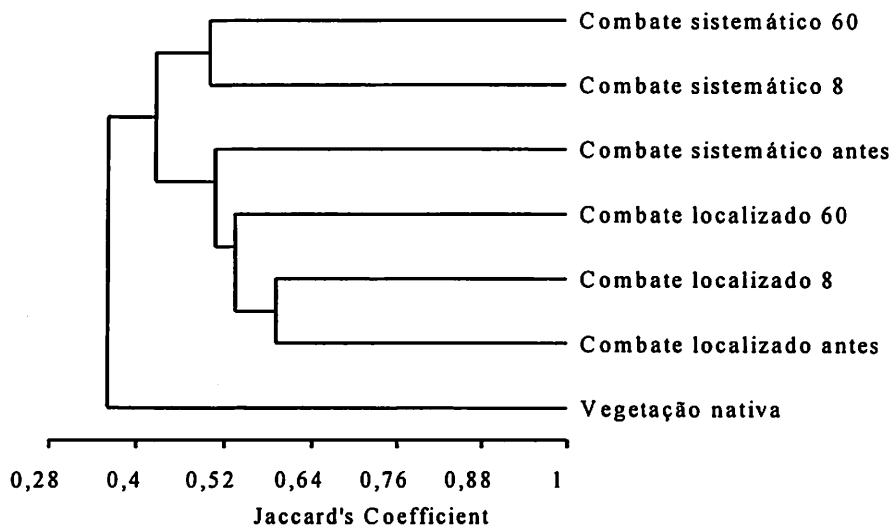


FIGURA 5. Dendrograma de similaridade de Jaccard entre a vegetação nativa e áreas de plantações de eucalipto com os diferentes tratamentos e períodos avaliados. Bom Despacho-MG, Junho a setembro de 2000.

f) Índice de dominância

Foram encontradas cinco espécies dominantes nas áreas amostradas. Nas áreas de eucaliptais isentos de combates de formigas cortadeiras, *Sericomyrmex* sp01 foi a espécie dominante, enquanto, na área de vegetação nativa, a espécie foi *Solenopsis* sp01 (Tabela 8). Oito dias após o combate localizado, a espécie que passa a dominar é a *Brachymyrmex* sp01, sendo que, aos 60 dias do mesmo, *Sericomyrmex* sp01 volta a ser a espécie dominante da área.

TABELA 8. Índice de Berger-Parker e espécies dominantes para as coletas de Formicidae em áreas de vegetação nativa e em eucaliptais antes e após a aplicação dos tratamentos. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000.

Tratamento	8 dias antes		8 dias após		60 dias após	
	índice	espécie	índice	espécie	índice	espécie
Vegetação nativa	0,11	<i>Solenopsis</i> sp. 01	0,11	<i>Solenopsis</i> sp. 01	0,11	<i>Solenopsis</i> sp. 01
Combate localizado	0,07	<i>Sericomyrmex</i> sp. 01	0,07	<i>Brachymyrmex</i> sp. 01	0,10	<i>Sericomyrmex</i> sp. 01
Combate sistemático	0,11	<i>Sericomyrmex</i> sp. 01	0,13	<i>Sericomyrmex</i> sp. 01	0,09	<i>Pheidole</i> sp. 09; <i>Sericomyrmex</i> sp. 01; <i>Wasmannia auropunctata</i>

No combate sistemático, *Sericomyrmex* sp01 é sempre a espécie dominante ao longo do tempo, sendo que, aos 60 dias após esse tratamento, *Pheidole* sp09 e *Wasmannia auropunctata* também fizeram parte das espécies dominantes dessa área (Tabela 8).

g) Guildas bioindicadoras

Os resultados mostraram que não houve diferença significativa a 5% de probabilidade entre combate localizado e sistemático de formigas cortadeiras.

Encontraram-se, nas áreas amostradas, formigas pertencentes a sete guildas das nove proposta por Delabie, Agosti e Nascimento (2000), para a Mata Atlântica. As guildas encontradas na área de vegetação nativa e nas áreas de eucaliptais foram as espécies onívoras, predadoras especialistas, predadoras generalistas, formigas legionárias, formiga arborícolas dominantes, dominantes de solo ou litter, subdivididas em grandes predadoras generalistas e onívoras verdadeiras e formiga de solo ou de litter fungívoras (Tabela 9).

Apenas duas não foram encontradas nas amostragens: a guilda de predadoras de solo, como as espécies de *Pachycondyla* e *Centromyrmex*, que nidificam em cupinzeiros; e a guilda formigas subterrâneas dependentes de honeydew, como o gênero *Acropyga*.

Alguns gêneros que ocorreram nesse experimento, mas que não foram classificados de acordo com o trabalho de Delabie, Agosti e Nascimento (2000), foram incluídos nas guildas com base em sua biologia e comportamento. Os gêneros *Cardiocondyla*, *Leptothorax*, *Rogeria*, *Pogonomyrmex*, *Ochetomyrmex* e *Carebara* foram enquadradas nas guildas das espécies onívoras; *Octostruma* na das predadoras especialistas; *Pachycondyla* na das predadoras generalistas; *Cephalotes* como formigas arborícolas dominantes; *Linepithema* e *Oligomyrmex* na guilda das formigas dominantes de solo ou de litter, com a categoria de

formigas onívoras verdadeiras, e a *Mycetarotes* foi classificada na guilda de formigas de solo ou de litter fungívoras.

TABELA 9. Guildas de formigas registradas em áreas de vegetação nativa e eucaliptais. Bom Despacho, MG. Junho e setembro de 2000.

Guildas*	Gêneros
Onívoras	<i>Megalomyrmex, Pheidole, Solenopsis</i> <i>Cardiocondyla, Leptothorax, Rogeria,</i> <i>Pogonomyrmex, Ochetomyrmex e</i> <i>Carebara</i>
Predadoras especialistas	<i>Amblyopone, Thaumatomyrmex,</i> <i>Strumigenys, Pyramica e Octostruma</i>
Predadoras generalistas	<i>Anochetus, Hypoponera,</i> <i>Gnamptogenys e Pachycondyla</i>
Formigas legionárias	<i>Labidus</i>
Formigas arborícolas dominantes	<i>Azteca, Crematogaster e Cephalotes</i>
Dominantes de solo ou litter	
a) grandes predadoras generalistas	<i>Ectatomma, Odontomachus</i>
b) onívoras verdadeiras	<i>Brachymyrmex, Camponotus,</i> <i>Paratrechina, Solenopsis, Wasmannia</i> <i>Linepthea e Oligomyrmex</i>
Formigas de solo ou de litter fungívoras	<i>Acromyrmex, Apterostigma,</i> <i>Cyphomyrmex, Mycocepurus,</i> <i>Sericomyrmex, Trachymyrmex, Atta,</i> <i>Myrmicocripta e Mycetarotes</i>

* Classificação proposta por Delabie, Agosti e Nascimento (2000).

Verificou-se uma pequena diferença nas guildas das formigas onívoras e dominantes de solo ou litter. A primeira, aos oito dias do tratamento, aumentou um pouco a sua freqüência, voltando ao estado normal aos 60 dias do mesmo, enquanto a Segunda, aos oito dias da aplicação do combate localizado, diminuiu, voltando, após 60 dias, à sua freqüência inicial. Nesse combate, apesar de não haver uma grande diferença entre os tempos de aplicação, percebeu-se que a guilda das formigas onívoras aos oito dias foi favorecida com o tratamento, ocorrendo o inverso com as dominantes de solo ou litter (Figura 6).

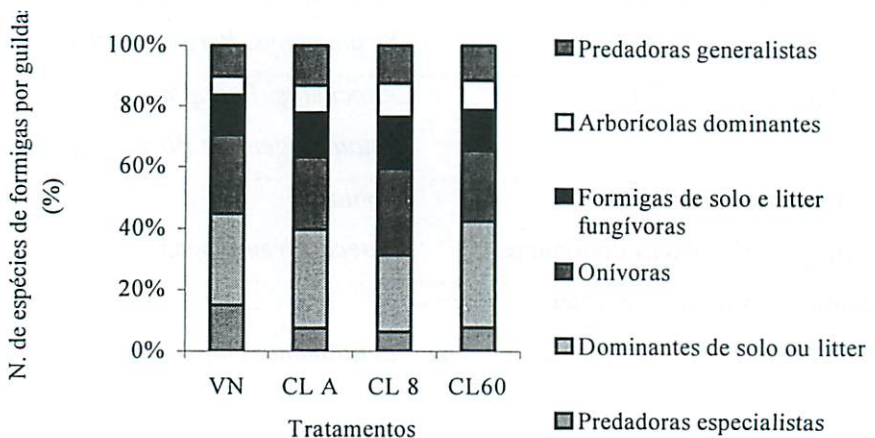


FIGURA 6. Frequência relativa das guildas de formigas em áreas de vegetação nativa (VN) e de eucaliptais, oito dias antes (CL A) e oito (CL 8) e 60 (CL60) dias após aplicação do combate localizado de formigas cortadeiras. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000

O tratamento referente ao combate sistemático, ao contrário do que ocorreu com o combate localizado, alterou a distribuição do número de espécies de algumas guildas, principalmente a categoria das formigas de solo e litter fungívoras e as onívoras (Figura 7).

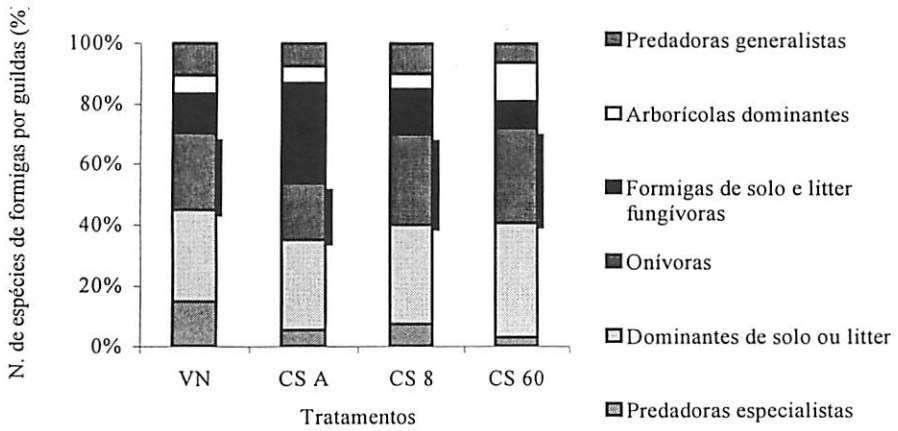


FIGURA 7. Frequência relativa das guildas de formigas em áreas de vegetação nativa (VN) e de eucaliptais oito dias antes (CS A), oito (CS 8) e 60 (CS60) dias após aplicação do combate sistemático de formigas cortadeiras. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000.

Observou-se que as formigas de solo e litter fungívoras tiveram sua frequência reduzida após a aplicação das iscas. Aos 60 dias, verificou-se que a frequência dessa guilda foi relativamente baixa em relação ao valor apresentado nessa mesma área oito dias após a aplicação do tratamento, e mais baixa ainda antes do tratamento. Quanto à guilda das formigas onívoras, houve aumento

considerável da frequência oito e 60 dias após o tratamento, o que não foi evidenciado no combate localizado.

h) Espécies bioindicadoras

Foram escolhidas *Pheidole fallax* e *Mycocepurus goeldii* como espécies de formigas indicadoras de modificações ambientais ocorridas nas áreas em que se realizaram os combates localizado e sistemático de formigas cortadeiras com iscas granuladas à base de sulfluramida (Figura 8).

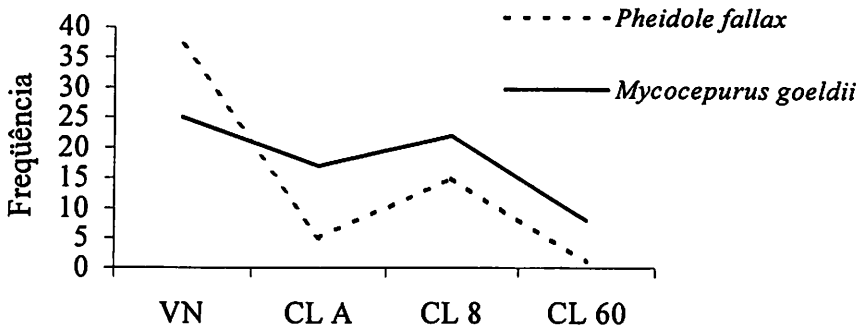


FIGURA 8. Frequência absoluta das espécies *Pheidole fallax* e *Mycocepurus goeldii* em áreas de vegetação nativa (VN) e de eucaliptais, oito dias antes (CL A) e oito (CL 8) e 60 (CL 60) dias após o combate localizado de formigas cortadeiras. Bom Despacho, MG. Junho e setembro de 2000.

Pheidole fallax e *Mycocepurus goeldii* apresentaram frequência alta na área de vegetação nativa. Verificou-se que *Pheidole fallax* é uma espécie bastante sensível a áreas antropizadas, visto que sua frequência diminuiu consideravelmente na área de eucaliptal. Após o combate localizado de formigas cortadeiras, as frequências das duas espécies presentes diminuiu ainda mais, mostrando-se sensíveis a esse manejo (Figura 8).

Nas áreas de eucaliptal tratadas com o combate sistemático de formigas cortadeiras, a frequência das duas espécies de formigas diminuiu drasticamente. *Pheidole fallax* desapareceu completamente após oito e 60 dias do combate e *Mycocepurus goeldii* diminuiu consideravelmente, sugerindo que esse tratamento causou efeito negativo ainda maior nessas espécies do que o combate localizado (Figura 9).

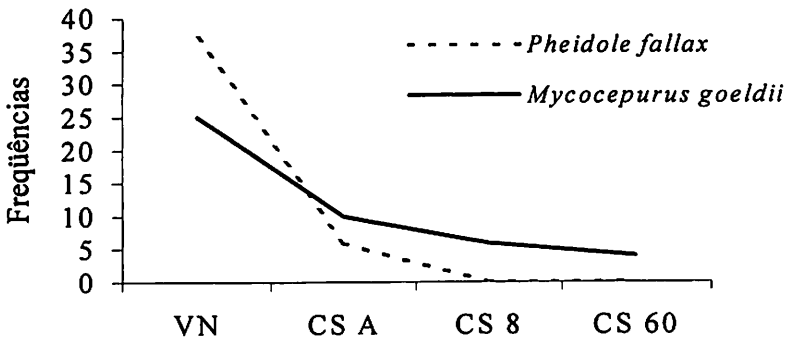


FIGURA 9. Frequência das espécies *Pheidole fallax* e *Mycocepurus goeldii* do em áreas de vegetação nativa (VN) e de eucaliptais, oito dias antes (CS A) e oito (CS 8) e 60 (CS 60) dias após o combate sistemático de formigas cortadeiras. Bom Despacho, MG. Junho e setembro de 2000.

4.3 Efeito do tipo de capina do sub-bosque de eucaliptais sobre a diversidade de formigas

a) Número e frequência de espécies

O maior número de espécies registrado ocorreu na área de vegetação nativa, seguida da área de eucaliptal selecionada para o tratamento da capina química e mecânica (Tabela 10). Observou-se que oito dias após as capinas, reduziram-se os valores do número de espécies para as áreas de eucaliptais, enquanto, 60 dias após os tratamentos, eles aumentaram, tendendo ao retorno dos valores iniciais.

TABELA 10. Número total de espécies observadas em áreas de vegetação nativa e em eucaliptais antes e após os tratamentos. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000.

Tratamentos	8 dias antes	8 dias após	60 dias após
Vegetação nativa (testemunha)	67	-	-
Capina mecânica	49	39	41
Capina química	57	41	48

Com relação aos números médios de espécies por amostra, indicando o efeito das capinas, observou-se que houve diferenças significativas entre a área de vegetação nativa e as plantações de eucaliptos oito dias após as capinas (Tukey, $p \leq 0,05$). Nesse período, houve uma redução de 1,3 e 2,1 espécies de formigas/amostra para as áreas que receberam os tratamentos das capinas mecânica e química, respectivamente. Entretanto, aos 60 dias desse tratamento


não houve redução no número de espécies nas áreas em que ocorreram as capinas. Portanto, a capina mecânica ou química apresentou efeito deletério imediato, de igual intensidade e de pouca duração sobre a diversidade de formigas (Tabela 11).

Quanto ao efeito das capinas no tempo, ambas afetaram o número de espécies de formigas encontradas por amostra. Aos oito dias, observaram reduções da frequência relacionada a esse tipo de manejo, constatando-se rápido efeito sobre a diversidade estudada (Tukey, $p \leq 0,05$) (Tabela 11).

TABELA 11. Número de espécies de formigas por amostra e efeito dos tratamentos aos 8 e 60 dias após a sua aplicação. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000.

Tratamento	Número de espécies por amostra			Efeito do tratamento*	
	8 dias antes	8 dias após	60 dias após	8 dias após	60 dias após
	Vegetação nativa (testemunha)	9,1	-	-	0,0 aA
Capina mecânica	4,1	2,8	4,7	-1,3 bB	-0,6 aA
Capina química	5,7	3,6	6,4	-2,1 bB	-0,8 aA

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si (Tukey, $p \geq 0,05$).



Antes das capinas, as áreas de plantações de eucalipto permaneceram equilibradas quanto à frequência do número de espécies de formigas por amostra (Figura 10a).

Aos oito dias das capinas, houve pouca redução da frequência do número de espécies por amostra (Figura 10b), sendo que após 60 dias houve um equilíbrio, pois todas as amostras retiradas para os dois tipos de combates apresentaram formigas, existindo até 13 amostras com 13 espécies de formigas cada para a capina química (Figura 10c). Isso comprova mais uma vez que esses tratamentos apresentam impacto imediato de igual intensidade e de pouca duração sobre a diversidade de formigas, como explicado anteriormente.

b) Índice de diversidade de espécies

O maior valor do índice de Shannon-Wiener antes das aplicações foi observado na área de vegetação nativa e na área escolhida para a realização da capina química, seguidas da área que corresponde ao tratamento capina mecânica. Com oito dias após a realização das capinas, houve decréscimo dos índices de diversidade; porém, passados 60 dias, os índices elevaram-se novamente, voltando quase ao seu valor inicial. Observou-se, assim, o mesmo comportamento das capinas, diante da diversidade de formigas, descrito nos itens anteriores (Tabela 12).

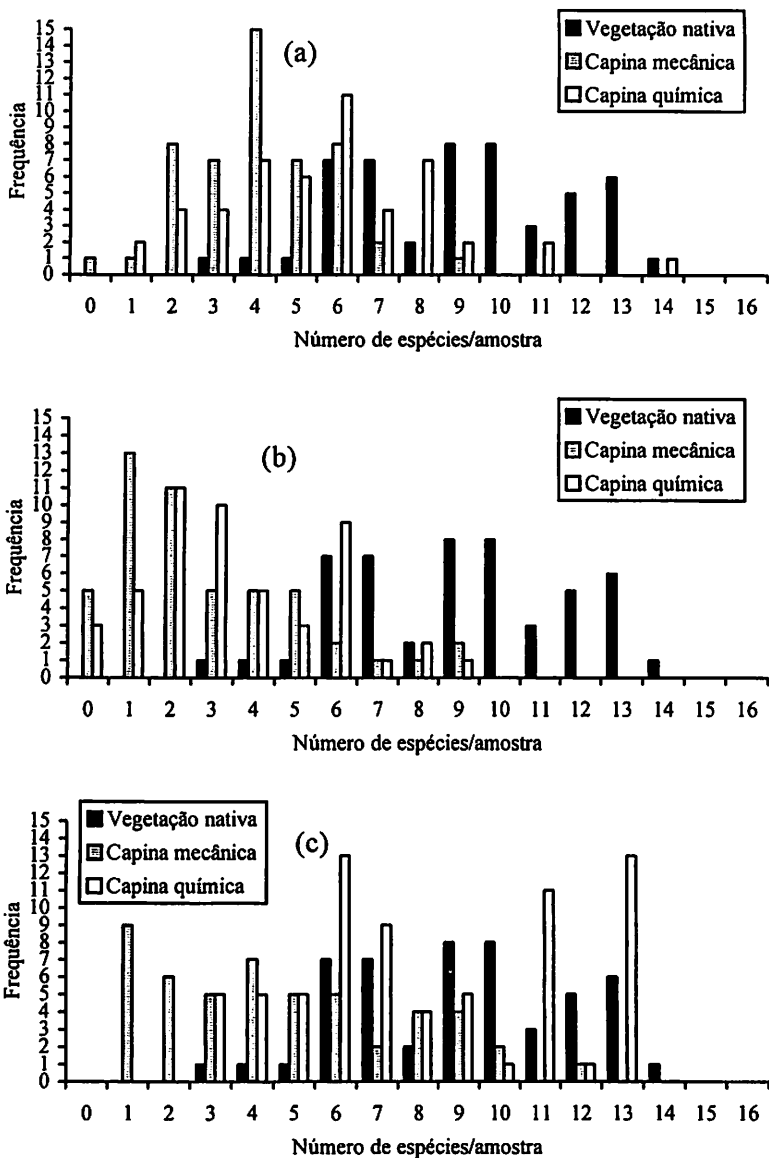


FIGURA 10. Número de espécies de formigas por amostra em relação à frequência de coleta em áreas de vegetação nativa de cerrado e de eucaliptais, (a) oito dias antes e (b) oito e (c) 60 dias após a aplicação das capinas. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000.

TABELA 12. Índices de diversidade de espécies de Shannon-Wiener para os formicídeos coletados em áreas de vegetação nativa de cerrado e em eucaliptais, antes e após a aplicação das capinas. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000.

Tratamentos	8 dias antes	8 dias após	60 dias após
Vegetação nativa (testemunha)	3,6	-	-
Capina mecânica	3,4	3,2	3,3
Capina química	3,6	3,3	3,4

c) Riqueza de espécies

Comparando-se os valores de Chao2 para os tratamentos de capinas mecânica e química, a área mais rica em número de espécies de formigas foi a vegetação nativa, seguida da área de eucaliptal que corresponde à capina química, e depois a área destinada à realização da capina mecânica. Para o tratamento da capina mecânica, houve uma tendência decrescente do estimador no tempo, verificando-se uma redução de 8,95 espécies aos oito e 2,6 aos 60 dias da aplicação, enquanto, para a capina química, esse índice diminuiu aos oito dias, com uma diferença de 15,76 espécies, chegando praticamente ao seu valor inicial aos 60 dias (Tabela 13).

d) Índice de heterogeneidade (P50)

O maior coeficiente de heterogeneidade ocorreu na área destinada à capina mecânica antes do tratamento, para a qual se obteve um número total de espécies menor do que o da área em que ocorreu a capina química, seguido da área de vegetação nativa. Aos oito dias após o tratamento, esses índices

obtiveram um aumento de 12,6 em relação às duas capinas, decrescendo de 16,9 e 5,5 aos 60 dias da capina mecânica e química, respectivamente (Tabela. 14).

TABELA 13. Número de espécies estimado por Chao 2 para as coletas de Formicidae em áreas de vegetação nativa e em eucaliptais antes e após os tratamentos. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000.

Tratamentos	8 dias antes	8 dias após	60 dias após
Vegetação nativa (testemunha)	80,50	-	-
Capina mecânica	58,85	49,90	47,30
Capina química	73,06	57,30	72,50

TABELA 14. Índices de heterogeneidade (P50) para as coletas de Formicidae em áreas de vegetação nativa e em eucaliptais. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000.

Tratamentos	8 dias antes	8 dias após	60 dias após
Vegetação nativa (testemunha)	14,9	-	-
Capina mecânica	25,5	38,1	21,2
Capina química	20,5	33,1	27,6

e) Similaridade

Através de uma análise de agrupamento, observou-se que a área de vegetação nativa separou-se das áreas de eucaliptais com um coeficiente de similaridade de 0,33 (Figura 11). De modo geral, as áreas de eucaliptais são bastante similares, com um coeficiente de similaridade de 0,54, aproximadamente. Houve uma elevada semelhança entre as comunidades de formigas das áreas de eucaliptais aos oito dias após as capinas. Aos 60 dias, porém, a semelhança entre essas áreas manteve-se praticamente a mesma em relação ao seus estados iniciais.

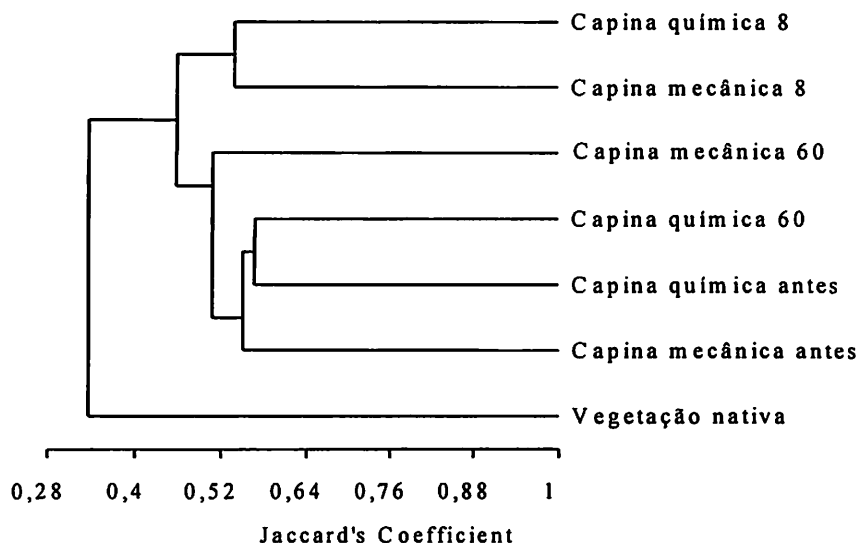


FIGURA 11. Dendrograma de similaridade de Jaccard entre a vegetação nativa e áreas de plantações de eucalipto com os diferentes tratamentos e períodos avaliados. Bom Despacho-MG. Junho a setembro de 2000.

f) Índice de dominância

Foram encontradas três espécies de formigas dominantes nas áreas amostradas. Nas áreas que receberam capina mecânica, *Mycocepurus goeldii* foi dominante antes e oito dias após o tratamento, sendo substituída por *Brachymyrmex* sp01. Na área destinada à capina química, houve um efeito imediato sobre a espécie *Solenopsis* sp01, que era a formiga dominante antes do tratamento. Após a capina, essa espécie foi substituída por *Mycocepurus goeldii*, que passou a ser a espécie dominante no local (Tabela 15).

g) Guildas bioindicadoras

Não houve diferença significativa a 5% de probabilidade entre as guildas dos tratamentos da capina química e mecânica dos sub-bosques.

O número de espécies de formigas por guilda na vegetação nativa e na área selecionada para a aplicação da capina mecânica variou ao longo do tempo; porém, observou-se um decréscimo na frequência na guilda das formigas arborícolas dominantes aos 60 dias da capina mecânica, podendo esta ser utilizada como guilda indicadora do efeito de roçadas em áreas de eucaliptais. Como esse tratamento elimina os arbustos que servem de abrigo e sítios para alimentação desse grupo de formigas, houve, então, a diminuição da sua frequência. (Figura 12).

No tratamento da capina química, não se encontrou uma guilda indicadora; porém, é importante ressaltar que houve uma pequena redução nas porcentagens das guildas predadoras especialistas oito dias após a aplicação do herbicida. Aos 60 dias, essa guilda voltou ao seu valor inicial. Na guilda das formigas onívoras, observou-se aumento na frequência aos oito dias da capina química, sendo que, aos 60 dias, esta também retornou ao valor inicial.

TABELA 15. Índice de Berger-Parker e espécies dominantes para as coletas de Formicidae em áreas de vegetação nativa e em eucaliptais, antes e após a aplicação dos tratamentos. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000.

Tratamento	8 dias antes		8 dias após		60 dias após	
	índice	espécie	índice	espécie	índice	espécie
Vegetação nativa	0,11	<i>Solenopsis</i> sp. 01	0,11	<i>Solenopsis</i> sp. 01	0,11	<i>Solenopsis</i> sp. 01
Capina mecânica	0,14	<i>Mycocepurus goeldii</i>	0,16	<i>Mycocepurus goeldii</i>	0,09	<i>Brachymyrmex</i> sp. 01
Capina química	0,11	<i>Solenopsis</i> sp. 01	0,11	<i>Mycocepurus goeldii</i>	0,09	<i>Mycocepurus goeldii</i>

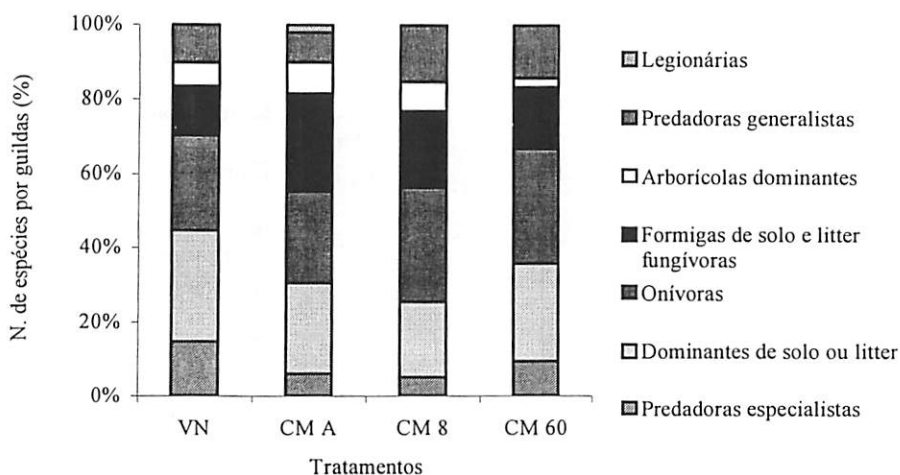


FIGURA 12. Frequência relativa das guildas de formigas em áreas de vegetação nativa (VN) e de eucaliptais, oito dias antes (CS A) e oito (CS 8) e 60 (CS60) dias após aplicação da capina mecânica de sub-bosque de eucaliptais. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000.

Observou-se, também, que a área em que ocorreu o tratamento sofreu um impacto imediato, refletido pelo aumento ou diminuição desses grupos de formigas, fato ocorrido nas observações anteriores, para as quais esse tratamento apresentou efeito deletério imediato, pouco durável sobre a diversidade dos formicídeos. Verificou-se, também, a ausência da guilda formigas legionárias aos oito dias da aplicação da capina. Porém, não se pode ter certeza se a sua ausência foi devida ao tratamento ou ao seu comportamento migratório e estacionário, que são duas fases importantes para a sua sobrevivência (Figura 13).

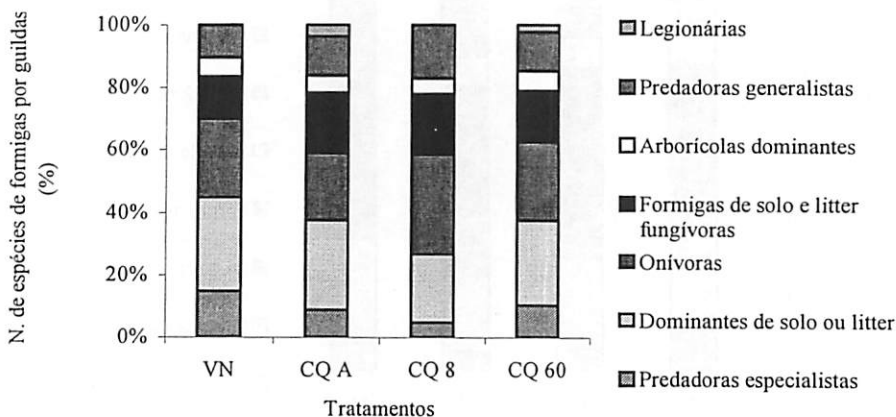


FIGURA 13. Frequência relativa das guildas de formigas em áreas de vegetação nativa (VN) e de eucaliptais, oito dias antes (CS A) e oito (CS 8) e 60 (CS60) dias após aplicação da capina mecânica de sub-bosque de eucaliptais. Bom Despacho, MG. Junho a setembro de 2000.

h) Espécies bioindicadoras

Para as áreas em que se realizaram as capinas química e mecânica do sub-bosque, foram escolhidas como espécies de formigas indicadoras de modificações ambientais as espécies *Solenopsis (Diplorhophtrum) sp 01*, *Brachymyrmex sp01*, *Anochetus diegensis* e *Camponotus rufipes*.

Verificou-se que *Brachymyrmex sp01* e *Anochetus diegensis* foram beneficiadas após a ocorrência da capina mecânica, visto que, aos 60 dias desse tratamento, suas frequências aumentaram, provavelmente pelo aumento dos locais de nidificação, abundância de alimento para a primeira espécie e proliferação de pequenas presas para a segunda espécie. Diferenças entre ambas só ocorreram em relação à vegetação nativa. *Brachymyrmex sp01* apresentou

freqüência mais elevada do que nas áreas de eucaliptais, enquanto *Anochetus diegensis* apresentou freqüência baixa tanto na vegetação nativa quanto na área de eucaliptal (Figura 14).

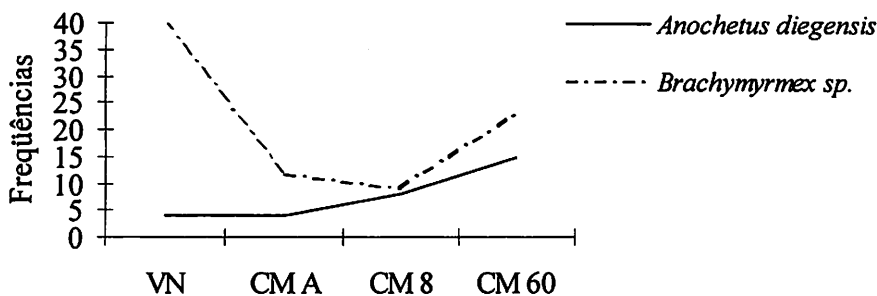


FIGURA 14. Frequência absoluta das espécies *Brachymyrmex* sp01 e *Anochetus diegensis* em áreas de vegetação nativa (VN) e de eucaliptais, 8 dias antes (CM A), 8 (CM 8) e 60 (CM 60) dias após o combate localizado de formigas cortadeiras. Bom Despacho, MG. Junho e setembro de 2000

O tratamento da capina química na área de eucaliptal conseguiu alterar a frequência da espécie *Solenopsis (Diplorhophtrum)* sp01. Notou-se que aos oito e 60 dias após a aplicação do herbicida, houve redução da frequência dessa espécie na área, indicando que o tratamento afetou sobremaneira a espécie. Ao contrário de *Solenopsis (Diplorhophtrum)* sp01, *Camponotus rufipes* teve sua frequência aumentada consideravelmente diante desse tratamento, caracterizando-se, assim, como uma espécie que é beneficiada pela aplicação de

herbicida, possivelmente devido ao deslocamento de nicho que faz forragear pela eliminação da vegetação (Figura 15).

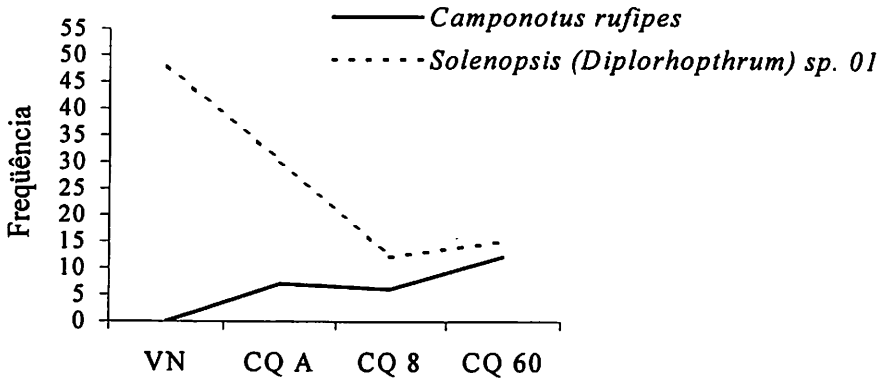


FIGURA 15. Frequência das espécies, *Camponotus rufipes* e *Solenopsis (Diplorhophtrum) sp01* em áreas de vegetação nativa (VN) e de eucaliptais, 8 dias antes (CQ A), 8 (CQ 8) e 60 (CQ 60) dias após o combate localizado de formigas cortadeiras. Bom Despacho, MG. Junho e setembro de 2000.

5 DISCUSSÃO

5.1. Fauna de Formicidae coletadas em áreas de vegetação nativa de cerrado e de eucaliptais

Apesar da metodologia de coleta utilizada para a captura de Formicidae de serapilheira ter sido diferente, Silvestre (2000), em seu trabalho sobre estrutura de comunidade de formigas, encontrou números similares de espécies de formigas que visitaram iscas na área de vegetação nativa de cerrado em várias localidades. O mesmo ocorreu com o trabalho realizado por Tavares (1996), que coletou 56 espécies de formigas não desfolhadoras em áreas de cerrado, nos períodos diurno e noturno, com recipientes coletores.

Das espécies consideradas raras, apenas *Pyramica zeteki* e *Carebara* sp01 foram detectadas no levantamento realizado por Silvestre (2000), sendo que a primeira foi coletada em uma área de cerrado com o método de peneiramento da serapilheira e em mata ciliar com o extrator de Winkler, enquanto a segunda foi coletada no cerrado através de coleta manual. As espécies *Amblyopone armigera* e *Thaumatomyrmex mutilatus* foram registradas em diversos habitats, com os mais variáveis métodos de coletas, realizadas em Ilhéus, Bahia, por Delabie e Nascimento (1998).

Como existem vários conceitos para espécies raras, a espécie *Pyramica zeteki* foi assim considerada, porque era conhecida até o momento somente da Colômbia e do Panamá, sendo capturada no Brasil por Silvestre (2000), em coletas realizadas no Cerrado. *Thaumatomyrmex mutilatus* e *Amblyopone armigera* foram postas nessa escala por serem formigas predadoras especialistas, ocorrendo apenas em locais em que as condições de alimentação são favoráveis (Delabie, Agosti e Nascimento, 2000; Delabie, Fresneau e Pezon, 2000).

A subfamília Myrmicinae foi a mais freqüente, corroborando Moutinho (1998), Castro e Queiroz (1987), Roth e Perfecto (1994), entre outros. Essa

subfamília, segundo Fowler et al. (1991), é a mais abundante e a que apresenta maior diversidade de hábitos na região Neotropical e no mundo.

As subfamílias menos freqüentes capturadas nesse estudo, como Pseudomyrmecinae, Dolichoderinae e Ecitoninae, foram também as menos freqüentemente encontradas por Roth e Perfecto (1994) em floresta primária e cacaueteiro abandonado e plantações produtivas de cacaueteiro e banana. As Pseudomyrmecinae foram encontradas em pequena proporção, provavelmente porque seu hábito de nidificar é exclusivamente arborícola, embora forrageiem eventualmente ou temporariamente na planta ou no litter, existindo somente as espécies comprovadamente terrícolas, a *Pseudomyrmex termitarius* e *tenuis*, que nidificam no solo sem vegetação, geralmente em cima de cupinzeiros localizados no chão. Além disso, essa subfamília é representada por um único gênero, *Pseudomyrmex*, com cerca de 100 espécies Neotropicais. A subfamília Dolichoderinae foi representada por apenas dois gêneros, *Linepithema* e *Azteca*. O segundo é um gênero que nidifica na vegetação, demonstrando grande territorialidade na dominação do recurso alimentar. Ainda mantém associações com plantas, especificamente em árvores de embaúba (*Cecropia*), e é agressiva sobretudo contra qualquer fitófago que tente se alimentar da sua planta hospedeira (Hölldobler e Wilson, 1990; Fowler et al., 1991).

A subfamília Ecitoninae também foi encontrada em baixa frequência, provavelmente por serem legionárias de hábito nômade e extremamente agressivas. Essas formigas, segundo Fowler et al. (1991) e Delabie, Agosti e Nascimento (2000), caracterizam-se por serem carnívoras, constituírem grandes colônias e não armazenarem alimento durante grandes períodos de tempo, precisando migrar para encontrar uma quantidade de presas suficiente para as suas necessidades alimentares. A sua presença, em baixa frequência nessas coletas, deve-se também ao fato de ser encontrado apenas o gênero *Labidus*, que é o mais comum na região, além do tipo de coleta utilizada não ser adequado,

pois devido ao seu comportamento agressivo, elas prendem suas mandíbulas no tecido do peneirador de campo, impossibilitando mantê-las na serapilheira peneirada.

As subfamílias Cerapachyinae e Leptanilloidinae não foram encontradas nesse estudo. A primeira por ser encontrada ocasionalmente na camada de litter, predando ovos ou outras formigas (Delabie, Agosti e Nascimento 2000), e a segunda por ser encontrada na região amazônica, São Paulo e Goiás (Brandão et al. 1999).

Pheidole, *Camponotus* e *Solenopsis* foram os gêneros mais ricos em espécies registrados no experimento. Alguns trabalhos, realizados por Campiolo e Delabie (2000) e Ramos et al. (1999), dentre outros, também encontraram esses resultados. Wilson (1976) confirma que esses e outros gêneros (*Crematogaster*) são os mais ricos em espécie e abundantes no mundo.

Dezessete gêneros foram representados por apenas uma espécie em todo o levantamento, destacando-se *Atta*, que é considerada praga de plantios de eucalipto, sendo constantemente eliminada através de combates com iscas formicidas, além dos outros attines, como *Cyphomyrmex*, *Mycetarotes*, *Myrmicocrypta* e *Sericomyrmex*, que podem ser também atingidos pelos formicidas ou outros tipos de manejo realizados em eucaliptais.

5.2 Efeito do tipo de combate de formigas cortadeiras com isca granulada sobre a diversidade de formigas em eucaliptais

O total de espécies de formigas coletadas nas áreas de vegetação nativa e eucaliptais mostraram-se de acordo com o observado por Delabie, Agosti e Nascimento (2000) em áreas de plantações de cacaueteiro com a mesma metodologia de coleta.

O número de espécies de formigas encontrado em uma determinada coleta depende do método empregado, da área estudada, assim como do tempo

utilizado para o estudo (Delabie, Agosti e Nascimento et al. 2000; Delabie, Fresneau e Pezon, 2000). Moutinho (1998) encontrou um total de 96 espécies, distribuídas em 32 gêneros e compondo seis subfamílias, em áreas de floresta primária e secundária e pastagens abandonadas, utilizando a armadilha do tipo “pitfall”. Fowler (1988), em área de campina no Mato Grosso do Sul, coletou 18 gêneros e 56 espécies, usando carne de atum como isca atrativa em um ano de coletas semanais.

Existem críticas em relação a alguns métodos de coleta utilizados para a captura de formigas. Castro e Queiroz (1987) alertam para a natureza altamente seletiva de iscas de carne de atum, apesar de terem se mostrado eficazes na coleta de formigas. Santos, Delabie e Nascimento (1999) e Olson (1991) criticam o uso da armadilha do tipo “pitfall” para estudos de comunidades de formigas, ressaltando que ela captura seletivamente os insetos de maior porte, existindo uma relação entre o diâmetro da armadilha e sua eficácia.

O extrator de Winkler, que é adaptado e padronizado para a coleta de formigas, permite a captura fácil das formigas que nidificam e exploram a serrapilheira (Delabie, Agosti e Nascimento, 2000). Esse método amostra um número mais representativo de espécies, segundo Delabie, Majer e Mckenzie (1997); Bestelmeyer et al. (2000) e Delabie et al.(2000).

Delabie e Fowler (1995) encontraram que em 1m² de serrapilheira em cacaual na Mata Atlântica, a extração de formigas com o extrator de Winkler forneceu entre cinco e 12 espécies, com uma média de 8,05 espécies por amostra, enquanto o funil de Berlese, que é um extrator que utiliza energia elétrica e trabalha com amostras do mesmo tamanho que o extrator de Winkler, capturou menos que seis espécies por amostra. O número de espécies encontrado por amostra, nesse estudo, forneceu entre 1 e 8 espécies de formigas por amostra na área de cerrado, não concordando, porém, com os dados desses autores.

Aos 60 dias após a aplicação do combate sistemático, verificou-se a diminuição do número de espécies por amostra, conseqüentemente devido às aplicações do formicida em toda a área, o que afetou algumas espécies de formigas, além das cortadeiras. O inseticida utilizado apresenta um efeito retardado que, segundo Forti (1997), é o melhor, pois não mata as formigas rapidamente, agindo desde alta até baixíssima concentração. A contaminação das formigas por este inseticida se dá através da trofalaxia, que é uma atividade que ocorre normalmente na colônia, onde as formigas trocam inúmeras substâncias entre si. Dessa forma, uma formiga que ingeriu pequenas quantidades de inseticida pode armazená-lo no papo e posteriormente regurgitar para outras operárias, produzindo uma reação em cadeia. Por esse motivo, apenas aos 60 dias ocorreu um maior efeito no número de espécies por amostra.

Os resultados do índice de diversidade concordam com os obtidos por Zanini (1993), segundo o qual o valor da diversidade ocorrido na cultura de eucalipto superou o valor encontrado para a área de vegetação nativa. Isso pode ser explicado pela presença de espécies consideradas raras na vegetação nativa, como *Pyramica zeteki*, *Amblyopone armigera*, *Carebara* sp01 e *Thaumatomyrmex mutilatus*. Devido a algumas das áreas de eucaliptais serem bastante heterogêneas, com subbosque desenvolvido, é provável que essa heterogeneidade possa favorecer a multiplicação de nichos ecológicos, beneficiando, assim, a diversidade. A análise do índice de diversidade mostrou que o combate sistemático causou maior impacto na diversidade de formigas porque a isca formicida é distribuída de forma sistemática na área, independente da localização do formigueiro, enquanto o combate localizado consistiu na aplicação da isca formicida diretamente sobre a terra solta do formigueiro. Dessa maneira, fica mais fácil para as formigas não desfolhadoras forragearem a isca quando está distribuída pela área do que sobre os saúveiros, onde encontram resistência das saúvas à invasão do seu território. Silveira Neto et al. (1976)

relatam que, em locais em que os fatores limitantes atuam intensamente e a competição interespecífica também, o índice de diversidade tende a diminuir, isto é, aumenta o número de espécies mais comuns (grande número de indivíduos) e diminuem as espécies raras.

Encontrou-se maior riqueza de formigas numa área de eucaliptais em relação à área de vegetação nativa. Esse resultado concorda com Campiolo e Delabie (2000) e Ramos et al. (1999), que, utilizando a mesma metodologia e o estimador Chao 2 em florestas secundárias no Sul da Bahia, encontraram o maior valor de riqueza na floresta secundária. Embora essas áreas sejam constituídas de capoeira, elas possuem alta riqueza de espécies, provavelmente devido à diversificação de ambiente como clareiras e áreas mais fechadas, aumentando, assim, as vantagens de povoamento para as diversas espécies que são exigentes quanto ao seu local de nidificação. Também algumas alterações podem ocorrer na estrutura da vegetação da mata original, favorecendo a instalação de alguns grupos de espécies, como é o caso da *Pheidole*, o que provoca um aumento transitório da riqueza específica.

Devido à aplicação dos combates, houve uma desestruturação da comunidade de formigas, deslocando algumas espécies dominantes e favorecendo a invasão do local por algumas espécies oportunistas.

Verificou-se que o coeficiente de heterogeneidade (P50) é maior nas áreas mais perturbadas, o mesmo ocorrendo com os resultados de Smith (1995) em pomares cítricos de diferentes idades. Encontrou-se um valor maior de P50 em pomares mais novos, havendo um decréscimo à medida que o local se estabilizava e a fauna se especializava. No caso da área em que foi realizado o combate localizado, o índice de heterogeneidade foi mais baixo aos 60 dias do que nos demais tempos de aplicação, devido à estabilização da área e à especialização dos formicídeos, como ocorreu no trabalho citado anteriormente. Como no combate localizado a isca formicida é aplicada diretamente sobre os

ninhos de formigas cortadeiras, possivelmente houve menos interferência na comunidade de formigas, apesar de se encontrarem algumas espécies de Formicidae que se alimentam do lixo de *Atta* e *Acromyrmex*. Esse menor valor indica uma distribuição homogênea dos formicídeos, influenciada pelos recursos alimentares disponíveis e de nidificação da área amostrada. No combate sistemático, ao contrário, as iscas são distribuídas em toda a área, independente da localização do formigueiro, podendo ter causado um impacto maior sobre a diversidade desses insetos. Algumas espécies de formigas podem ter se alimentado de fragmentos de iscas, fazendo com que o índice aumentasse cada vez mais.

Os resultados de similaridade desse estudo apresentaram uma certa semelhança com os obtidos por Zanini (1993), que encontrou pouca similaridade entre área de cerrado “stricto sensu” e cultura de eucalipto. Trabalho comparando área de cerrado recentemente queimada e uma área de cultura de milho, realizado por Castro e Queiroz (1987), mostrou valores reduzidos de similaridade entre os locais.

Nas situações discutidas anteriormente, atribuiu-se a similaridade entre as áreas de eucalipto, antes da aplicação dos tratamentos, à posição geográfica em que ambas se encontravam. As áreas de eucalipto situam-se bem próximas umas das outras, fazendo com que não haja variação quanto à composição de espécies de formigas. Essa hipótese encontra apoio no estudo realizado por Zanini (1993), que observou que a similaridade desse grupo de insetos sociais, entre habitat de uma mesma região, mostrou-se superior à similaridade entre habitats de regiões distintas.

Quanto à similaridade entre as áreas de eucaliptais oito e 60 dias após o combate sistemático de formigas cortadeiras, verificou-se a sua redução no tempo após a aplicação do formicida, indicando que, possivelmente, a presença de espécies de formigas dominantes ou oportunistas tenha refletido na mudança

da composição dessa comunidade, pois estas são espécies altamente abundantes em ambientes perturbados.

Os resultados de dominância encontrados nesse estudo concordam com os de Tavares (1996), que encontrou uma espécie de *Solenopsis* presente em todas as amostras e sempre dominante nas áreas amostradas.

Em outro estudo utilizando iscas, realizado por Silvestre (2000), encontraram-se, também, algumas espécies de *Solenopsis* dominantes de áreas de cerrado. O autor enfatiza que o domínio de uma fonte alimentar não é prerrogativa de determinadas espécies comportamentalmente agressivas, mas de espécies que empregam também outras estratégias importantes nesse contexto, como, por exemplo, o recrutamento em massa. Ressalta, ainda, que a dominância de uma fonte alimentar por uma espécie de formiga parece estar associada ao tamanho da colônia, à estratégia de forrageamento adotada por cada espécie em diferentes situações, ao local, à época e ao período de atividade preferenciais e, principalmente, à atratividade do alimento e status nutricional em que as colônias das espécies integrantes se encontram no momento.

O mesmo autor observou, ainda, que *Solenopsis saevissima* excluiu outras espécies, sempre dominando completamente a isca, excluindo ou reduzindo a população de todas as espécies com as quais interagiu. Algumas espécies de *Solenopsis* são relatadas como sendo formigas típicas de áreas desmatadas como o pasto, por exemplo, mas que são, às vezes, consideradas como influentes sobre processos de recuperação florestal dessas áreas.

Solenopsis sp01 dominou a área de cerrado, possivelmente devido ao seu hábito alimentar onívoro, podendo explorar tanto carboidratos como proteínas na forma de animais mortos ou vivos. Esse fator é de suma importância, pois permite às colônias passarem períodos de escassez alimentar e competir com outras espécies de formigas.

A presença de espécies de formigas dominantes depende exclusivamente da área de estudo. Trabalhos realizados em plantações de cacau, por Roth, Perfecto e Rathcke (1994), encontraram, como formigas dominantes, *Ectatomma ruidum* e *Pheidole subarmata*; enquanto, numa restinga na Bahia, Delabie (1995a) encontrou a morfoespécie *Crematogaster* sp como a espécie dominante de nectários extraflorais, pois interage de forma negativa (rejeição) com as outras espécies encontradas na mesma planta. É uma espécie verdadeiramente arborícola, nidifica e forrageia quase que exclusivamente na parte aérea da vegetação, com um número elevado de indivíduos por colônia e aparentemente com boa capacidade de recrutamento.

Por terem colônias grandes e utilizarem os mesmos substratos (espécies vegetais) para o fungo que cultivam, preferencialmente folhas verdes, *Atta* e *Acromyrmex* são normalmente as mais dominantes em áreas que sofreram substituição da vegetação, como é o caso das plantações de eucalipto. A exclusão de *Atta* e *Acromyrmex* pela aplicação de iscas formicidas pode ter permitido a ocupação desse nicho por *Sericomyrmex* sp01, pois ela também utiliza, pelo menos parcialmente, folhas verdes para o cultivo do seu fungo. Após o combate a essas formigas, *Sericomyrmex* sp01 pode ter sido favorecida nessas áreas.

Oito dias após o combate localizado de formigas cortadeiras *Brachymyrmex* sp01 passou a ser dominante devido, talvez, ao enfraquecimento da dominância de *Sericomyrmex* sp01, causado pelo forrageamento de fragmentos de iscas. O retorno de *Sericomyrmex* sp01 aos 60 dias pode ser devido a um efeito momentâneo da isca sobre as colônias, pois como seus ninhos não foram dosados pelo aplicador, as formigas podem ter forrageado a isca numa quantidade sub-letal. O comportamento de forrageamento não eliminou a espécie, mas sim desestruturou-a por um curto período de tempo, voltando, assim, a sua dominância aos 60 dias do combate.

Quanto ao combate sistemático, este não afetou a dominância da *Sericomyrmex* sp 01 em nenhum tempo de aplicação. Com um certo distúrbio em uma localidade, alguns indivíduos da colônia são atingidos, porém os formigueiros não desaparecem, diminuindo apenas a sua população. Conseqüentemente, a área de forrageamento das espécies presentes diminuiu, aumentando assim a disponibilidade de recursos para outras espécies e permitindo que competidores inferiores persistissem na comunidade. Isso é verificado quando há o aparecimento de *Pheidole* sp09 e *W. auropunctata* aos 60 dias do combate. O que pode ter facilitado também a presença de *W. auropunctata* é por ela ser considerada como uma espécie dominante de solo e onívora verdadeira. Essas características citadas fazem com que esta espécie invada locais que foram perturbados.

Das sete guildas, as formigas predadoras de solo não foram coletadas nas áreas amostradas por constituírem espécies que nidificam dentro de cupinzeiros, provavelmente predando as suas larvas, sendo difícil encontrá-las forrageando no solo ou na serapilheira (Delabie, 1995b); e a guilda das formigas subterrâneas dependentes de honeydew, como o nome já diz, são espécies subterrâneas encontradas em raízes de certas plantas, alimentando-se de excreções açucaradas de homópteros (Delabie e Fowler, 1995). Talvez por esse motivo não se encontrou essa espécie nos locais amostrados

Com relação aos combates, não houve diferença entre as guildas de formigas, entretanto, alguns comportamentos interessantes foram observados, como o da guilda “dominantes de solo e litter”, que apareceu na área antes da aplicação do combate localizado, desaparecendo com 8 e 60 dias após o tratamento. Provavelmente isso ocorreu devido aos gêneros que a compõem, *Ectatomma* e *Odontomachus*. Ambos os gêneros possuem hábito alimentar carnívoro, sendo grandes predadoras generalistas, predando várias espécies de insetos. O distúrbio no local, causado pelos combates, pode ter diminuído o

número de itens alimentares para essas formigas, como alguns herbívoros primários que elas predam.

Quanto às espécies bioindicadoras, a alta frequência de *Pheidole fallax* no local sugere quantificar o efeito de uma alteração ambiental, apesar dessa espécie não ser típica de áreas conservadas.

Resultados similares foram encontrados por Tavares (1996), que verificou que *Pheidole* sp01 destacou-se em todos os locais de coleta, independentemente do ecossistema e da periodicidade. Em uma área de reserva, essa espécie não foi frequente, sendo, assim, substituída por *Pheidole* sp02. A sua alta frequência na vegetação nativa e a escolha desta como indicador podem ser explicadas pelas características gerais desse gênero, que tende a ser oportunistas, explorando áreas e recursos que não são extensamente usados por outras formigas (Greenslade e Greenslade, 1977). Além disso, um dos principais componentes da sua dieta são as sementes, que em áreas de vegetação nativa, são um item alimentar abundante. Também são consideradas como espécies onívoras (Delabie, Agosti e Nascimento, 2000) que aceitam uma grande variedade de pequenos artrópodes como presa, assim como carcaças de animais mortos.

Mycocepurus goeldii é outra formiga que pode ser utilizada como indicador da alteração ambiental pois, segundo Silvestre (2000), é geralmente encontrada em colônias de tamanho pequeno a médio, em áreas mais fechadas da mata, com um comportamento críptico. Cultiva fungos sobre carcaças, fezes de insetos e matéria vegetal em decomposição. Foi menos frequente aos 60 dias do combate localizado e também foi altamente prejudicada pelo combate sistemático devido à ação do inseticida, visto que essas iscas possuem efeito retardado sobre as formigas, provocando morte da colônia a partir dos 40 dias após a aplicação. Isso era esperado, pois o combate sistemático com iscas à base de sulfluramida é indicado pelas empresas para controlar *Atta*, *Acromyrmex*,

Mycocepurus e *Sericomyrmex* em áreas de eucaliptal, com resultados satisfatórios. Como essa espécie foi bastante sensível ao combate sistemático, é, então, considerada como excelente indicadora desse tipo de manejo nas áreas de plantações de eucaliptos.

5.3 Efeito do tipo de capina do sub-bosque de eucaliptais sobre a diversidade de formigas

O número total de formigas coletadas nessas áreas mostrou-se também de acordo com o observado por Delabie, Agosti e Nascimento (2000) em áreas de cacauel, com a mesma metodologia de coleta.

A redução do número de espécies de formigas aos oito dias após as capinas deve-se ao distúrbio da retirada do sub-bosque pela roçadeira e pela aplicação do herbicida. Percebe-se que aos 60 dias após as capinas, a comunidade parece voltar às suas atividades, visto que não se encontrou nenhuma amostra sem formiga. Provavelmente, as capinas perturbaram a comunidade de formigas momentaneamente. Talvez, a não remoção da vegetação morta no local manejado tenha, também, contribuído para esse comportamento da comunidade.

O resultado do índice de diversidade corrobora os resultados de Tavares (1996), que encontrou uma redução desse parâmetro, no sentido da reserva de cerrado “stricto sensu”, para a monocultura de *Eucalyptus cloeziana*. Segundo Room (1975), Greenslade e Greenslade (1977), Davidson (1977), Majer e Koch (1992), a diversidade local de insetos está relacionada com a complexidade da vegetação, clima, disponibilidade de alimento e interação competitiva entre espécies. Esse resultado foi constatado também por Perfecto e Snelling (1995) em estudos realizados em cafezais, os quais apresentam condições similares às dos eucaliptais por sua homogeneidade, constando que a diversidade de

formigas que forrageiam no chão decresce significativamente com a redução da vegetação.

Após oito dias, houve diminuição da diversidade nas áreas capinadas, provavelmente devido à desestruturação do habitat dessa comunidade fazendo com que as espécies se enclausurassem nos seus ninhos, voltando ao seu estado original 60 dias após o tratamento. Esse tempo é provavelmente suficiente para ocorrer o retorno à normalidade, principalmente porque não houve remoção da vegetação.

A comparação dos estimadores de riqueza entre a área de vegetação nativa e as de eucaliptais apontou a primeira como a mais rica em espécies de formigas. Estudos realizados por Vasconcelos (1998) em floresta não perturbadas e em áreas utilizadas como pastagens mostraram que a perturbação do habitat afeta significativamente a riqueza de espécies.

Tavares (1996) observou, também, a redução da riqueza de formigas em monocultura de *Eucalyptus*, comparada com área de cerrado “stricto sensu”. Segundo ele, isso ocorreu provavelmente em decorrência da homogeneidade da cultura e pela redução dos locais de nidificação e da disponibilidade de presas desse ambiente, ao contrário da área de cerrado, que apresentou um volume maior de galhos ocos e madeira em decomposição, em comparação com áreas de eucaliptais.

Alguns autores, como Gadakar et al. (2000), sugerem que o número de espécies de plantas existentes no local, além do tipo de manejo realizado nas áreas, pode influenciar na riqueza de espécies. Na área selecionada para a aplicação da capina química, na qual o índice de riqueza diminuiu após os oito dias da aplicação e depois dos 60 dias voltou quase a seu valor inicial, este último resultado pode ser explicado pela grande aptidão à rápida colonização que esses insetos possuem. Morais e Benson (1988) demonstraram esse comportamento de recolonização rápida em uma área queimada. Notaram que

um mês após o incêndio, encontraram-se algumas colônias de formigas arborícolas que se estabeleceram após a passagem do fogo. Fato similar a este pode ter ocorrido na área em que se realizou a capina química. Devido à aplicação do herbicida na área, houve uma pequena perturbação, ativando apenas o comportamento de fuga desses insetos diante de um fato diferente ocorrido no local. Além disso, parece que o herbicida não afetou os insetos, visto que, aos 60 dias do tratamento, as características da comunidade de formigas retornam aos valores iniciais, como é observado, por exemplo, no valor de Chao2. A vegetação que se manteve presente no local também pode ter facilitado a recolonização, pois nem todo o sub-bosque foi eliminado, apenas a vegetação herbácea, predominando no local os vegetais de folhas largas.

Verificou-se, através do índice de heterogeneidade, que a área selecionada para o tratamento da capina mecânica foi mais perturbada, ou seja, a realização da capina mecânica alterou completamente a área oito dias após, verificando-se a distribuição heterogênea das formigas influenciada pelos reduzidos locais para a nidificação ou disponibilidade de alimento na área. Contudo, aos 60 dias, há uma queda do índice, observando-se que houve uma estabilização da área e especialização das formigas. Como já foi relatado, esse menor valor após os 60 dias da capina indica a distribuição homogênea dos formicídeos influenciada pelos recursos disponíveis. Em se tratando da capina química ocorre o mesmo. Aos oito dias da aplicação do herbicida, o índice eleva-se e, aos 60 dias, tende a manter um valor mais ou menos equilibrado em relação ao observado antes da aplicação do produto. Notou-se também que, apesar da capina mecânica desestruturar com maior intensidade a comunidade, posteriormente esta volta ao equilíbrio com mais rapidez, se comparado com o efeito da capina química.

A área de vegetação nativa difere totalmente das áreas de eucaliptais, que, por sua vez, são semelhantes entre si. Fato revelado no tratamento da

capina química sugere que o herbicida faz com que haja uma mudança na comunidade de formigas, sendo que estas começam a se reorganizar aos 60 dias da aplicação dessa capina. Essa hipótese corrobora os trabalhos realizados por Morais e Benson (1988), e encontra também suporte nos trabalhos de Moutinho (1988) que analisou a fauna de formigas em floresta primária, secundária e pastagens abandonadas, verificando que, quando florestas são convertidas em pastagens, há uma drástica redução, acompanhada de mudanças na composição da fauna de formigas. Nesse caso, há algumas espécies que são favorecidas pela conversão de florestas, principalmente aquelas de hábito generalistas. Fato semelhante ocorre com áreas de vegetação nativa convertidas em plantações de eucalipto.

Vallejo, Fonseca e Gonçalves (1987) também discutem o fato de encontrarem uma diferença na composição da mesofauna de serapilheira e solo inorgânico em áreas de monocultura de eucalipto e mata secundária. Atribuíram isso a uma maior luminosidade, tornando o ambiente hostil a animais que não apresentam proteção pigmentar suficiente; ao menor teor de umidade no substrato, piorando o microclima; e à menor diversidade de produtos vegetais.

Nas áreas de eucaliptais, *Mycocepurus goeldii* foi dominante na maior parte do tempo por ser a mais freqüente. Pode-se perceber que, de uma maneira geral, alguma espécie de Attini é dominante nos eucaliptais. Isso ocorreu devido aos eucaliptais não estarem associados com nenhuma reserva. Tavares (1996), trabalhando com coletas de formigas em áreas de eucalipto associados a uma reserva, verificou a maior dominância por *Ectatomma*. Por essa formiga ter uma dieta generalista, baseada na utilização de grande número de itens alimentares de origem animal, além de algumas espécies possuírem associações com Membracidae, ela possui potencial como agente de controle biológico nos talhões de *E. cloesiana*.

A capina mecânica não afetou a dominância de *M. goeldii* após oito dias, provavelmente porque essa formiga não precisa de folhas verdes para cultivar seu fungo, que é cultivado partir de carcaças de insetos mortos, fezes e matéria vegetal em decomposição. Só aos 60 dias desse tratamento essa formiga foi afetada, passando a dominar agora *Brachymyrmex* sp01. Com o distúrbio provocado pela capina, as espécies dominantes de solo ou litter geralmente aparecem nesses locais por serem onívoras, aproveitando-se da situação de perturbação do habitat.

Antes da capina química havia a dominância da morfoespécie *Solenopsis* sp01. Oito e 60 dias após o tratamento, sua dominância foi enfraquecida, possivelmente devido à baixa diversificação de recursos alimentares no local, proveniente da ação do herbicida, dando oportunidade para que *Mycocetopus goeldii* passasse a ser a espécie dominante do local.

Com relação às capinas, não houve diferença entre as guildas de formigas. Nota-se, no entanto, que no local em que se realizou a capina mecânica houve uma alteração na frequência da guilda de formigas arborícolas, dominantes aos 60 dias desse tratamento. Esse resultado evidencia a importância do sub-bosque para essa guilda, que oferece maior oferta de recursos alimentares, pois, segundo Delabie (1995a), as formigas constituem o principal grupo de organismos a beneficiar-se dos nutrientes secretados pela glândulas extraflorais, sobretudo carboidratos, sendo que existe uma associação mutualística entre planta/formiga. Segundo pesquisas realizadas por Oliveira e Leitão-Filho (1987), 15 a 22% das plantas de cerrado possuem glândulas extraflorais e as formigas que visitam as plantas, segundo Delabie (1995a), são normalmente arborícolas e generalistas, existindo também algumas espécies predadoras que visitam a planta de forma ocasional ou com frequência para suprir suas necessidades em carboidratos. Para indicar a perturbação de um

habitat relacionado com a capina mecânica, essa é uma guilda ideal para responder a esse distúrbio.

No tratamento da capina química, não houve uma guilda específica que produzisse algum comportamento diante do mesmo. Apenas o grupo das predadoras especialistas reduziu um pouco a sua frequência aos oito dias do tratamento, voltando a normalizar aos 60 dias. Isso pode ter ocorrido devido à redução de presas no local, pois essas formigas são especialistas em apenas um tipo de presas. Provavelmente, a aplicação do herbicida eliminou alguns organismos que serviam de alimento para as formigas, como miriápodes, colêmbolas e outros.

Nas áreas em que se realizou a capina mecânica, foram escolhidas as espécies *Brachymyrmex* sp01 e *Anochetus diegensis* como bioindicadores. Seu comportamento diante da roçada do sub-bosque pode ser explicado pelas características gerais desses gêneros. *Brachymyrmex* sp01 é classificada como onívora verdadeira que forrageia no solo ou na vegetação. Devido a esse comportamento de onivoria, através do qual essas espécies se alimentam de vários itens, explica-se a variação da sua frequência ao longo do tempo diante desse tratamento, sugerindo que o mesmo não fez diminuir os seus locais de nidificação nem a quantidade dos itens alimentares.

Anochetus diegensis é uma espécie predadora generalista que se alimenta de vários tipos de presa. Por não ser especialista, também foi beneficiada no local modificado, provavelmente porque os seus itens alimentares não foram reduzidos.

Para o tratamento da capina química, as espécies *Camponotus rufipes* e *Solenopsis (Diplorhynchus)* sp01 foram beneficiadas, visto que aos 60 dias do referido tratamento elas aumentaram suas frequências de ocorrência.

Apesar das espécies se beneficiarem aos 60 dias da aplicação, aos oito dias, *Camponotus rufipes* sofreu uma queda na sua frequência, sugerindo que

houve resposta imediata do tratamento e que em pouco tempo sua adaptação foi intensa. Isso mostra a resiliência dessa espécie, ou seja, a capacidade que teve de retornar ao estado original depois do distúrbio no local. *Solenopsis* (*Diplorhophtrum*) sp01, por sua vez, não parece ter sido prejudicada pela capina.

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados concluiu-se que:

» a diversidade e riqueza de espécies é mais afetada pelo combate sistemático de formigas cortadeiras do que pelo combate localizado;

» *Pheidole fallax* e *Mycocepurus goeldii* são consideradas espécies indicadoras do impacto causado pelas iscas formicidas;

» o combate sistemático causa impacto negativo maior e mais prolongado para a fauna de Formicidae do que o combate localizado;

» *Anochetus diegensis* e *Brachymyrmex* sp01 são consideradas espécies indicadoras do impacto causado pela capina mecânica;

» *Camponotus rufipes* e *Solenopsis (Diplorhophtrum)* sp01 são consideradas espécies indicadoras do impacto causado pela capina química;

» a capina mecânica causa impacto negativo maior para a comunidade de Formicidae do que a capina química;

» a eliminação do sub-bosque causa desestruturação temporal da comunidade de Formicidae.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABENSPERG-TRAUN, M.; SMITH, G.T.; ARNOLD, G.W.; STEVEN, D.E. The effects of habitat fragmentation and livestock-grazing on animal communities in remnants of gimlet *Eucalyptus salubris* woodland in the Western Australian wheatbelt. I. Arthropods. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.33, n.6, p.1281-1301, 1996.
- ALTIERI, M.A.; CURE, J.R.; GARCIA, M.A. The role and enhancement of parasitic Hymenoptera biodiversity in agroecosystems. In: LONDON, L.; GAULD, I.D. (eds). **Hymenoptera and biodiversity**. CAB International, 1993. 348p.
- ALTIERI, M.A. **Biodiversity and pest management in agroecosystems**. New York: Prentice Hall, 1994. 323p.
- ALTIERI, M.A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v.74, n.1/3, p.19-31, 1999.
- ANDERSEN, A.N.; YEN, A.L. Immediate effects of fire on ants in the semi-arid mallee region of north-western VICTORIA. **Australian Journal of Ecology**, Carlton, v.10, p.25-30, 1985.
- ANDERSEN, A.N. The use of ant communities change in Australian terrestrial ecosystems: a review and a recipe. **Proceedings of the Ecological Society of Australia**, Victoria, v.11, p.87-99, 1990.
- ANDERSEN, A.N. Parallels between ants and plants: implications for community ecology. In: HUXLEY, C.R.; CUTLER, D.C. (eds). **Ant-plant interactions**. Oxford: Oxford University Press, 1991a. p.539-558.
- ANDERSEN, A.N. Responses of ground-foraging ant communities to three experimental fire regime in a savanna forest of tropical Australia. **Biotropica**, St. Louis, v.23, n.3, p.575-585, 1991b.
- ANDERSEN, A.N. Regulation of momentary diversity by dominant species in exceptionally rich ant communities of the Australian seasonal tropics. **American Naturalist**, Chicago, v.140, n.3, p.401-420, 1992.

- ANDERSEN, A N. Ants as indicators of restoration success at a uranium mine in tropical Australia. **Restoration Ecology**, Massachusetts, v.1, n.2, p.156-167, 1993.
- ANDERSEN, A.N. A classification of Australian ant communities, based on functional groups which parallel plant life-forms in relation to stress and disturbance. **Journal of Biogeography**, Oxford, v.22, p.2297-2311, 1995.
- ANDERSEN, A.N. Functional groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia. **Journal of Biogeography**, Oxford, 1997. In press.
- ANDRADE, E.N. de; VECCHIO. **Os Eucalyptus: sua cultura e exploração**. São Paulo: Typhografia Brasil de Rothschild & Commerce, 1918. 228p.
- ANJOS, N. dos; DELLA LUCIA, T.M.C.; MAYHÉ-NUNES, A.J. **Guia prático sobre formigas cortadeiras em reflorestamentos**. Ponte Nova, MG, 1998. 93p.
- BEEBY, A. **Applying ecology**. London: Chapman & Hall, 1993. 441 p.
- BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. **Ecology: individuals, populations and communities**. 3.ed. Oxford: Blackwell Science, 1996. 1068p.
- BEHAN-PELLETIER, V.M. Oribatid mite biodiversity in agroecosystems/ role for bioindication. **Agriculture, Ecosystems and environment**, Amsterdam, v.74, n.1/3, p.411-423, 1999.
- BENSON, W.W.; HARADA, A.Y. Local diversity of tropical and temperate ant faunas (Hymenoptera, Formicidae). **Acta Amazonica**, Manaus, v.18, n.3/4, p.275-289, 1988.
- BESTELMEYER, B.T.; AGOSTI, D.; LEEANNE, E.; ALONSO, T.; BRANDÃO, C.R.F.; BROWN, W. L.; DELABIE, J.H.C. and BHATTACHARYA, T.; HALDER, G.; SAHA, R.K. Soil microarthropods of a rubber plantation and a natural forest. **Environment & Ecology**, v. 3, n. 2, p. 143-147, 2000.
- BHATTACHARYA, T.; HALDER, G.; SAHA, R.K. Soil microarthropods of a rubber plantation and a natural forest. **Environment & Ecology**, Calcutta, v.3, n.2, p.143-147, 1985.

- BOLTON, B.A. **Identification guide to the ant genera of the world.** Cambridge, Massachusetts. Harvard University Press. 1994, 228p.
- BOLTON, B.A. Taxonomic and Zoogeographical census of the extant ant taxa (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Natural History**, London, v.29, p.1037-1056, 1995.
- BOOMSMA, J.J.; VAN LOO, A.J. Structure and diversity of ant communities in successive coastal dune valleys. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v.51, p.957-974, 1982.
- BRAGANÇA, M.A.L.; ZANUNCIO, J.C.; PIKANÇO, M.; LARANJEIRO, A.J. Effects of environmental heterogeneity on Lepidoptera and Hymenoptera populations in *Eucalyptus* plantations in Brazil. **Forest Ecology Management**, Amsterdam, v.103, p.287-292, 1998.
- BRANDÃO, C.R.F.; SILVA, R.R. da; NIZ, J.L.M. de; IANOMOTO, C. I.; CASTRO-MELLO, C. Biologia de Leptanilloidinae. **Naturalia**, UNESP, São Paulo, p.45-47, 1999.
- BUSTOS, J.H.; ULLOA-CHACÓN, P. Mirmecofauna y perturbación en un bosque de niebla neotropical (Reserva Natural Hato Viejo, Valle del Cauca, Colombia). **Revista de Biología Tropical**, San José, v.44, n3/v.45, n.1, p.259-266, 1996/1997.
- CAMPIOLO, S.; DELABIE, J.H.C. Caractérisation de la myrmécophage de la litière de la forêt atlantique du sul de Bahia-Brésil. **Insectes Sociaux**, Paris, v.13, p.65-70, 2000.
- CARVALHO, J.C. Gestão florestal em Minas Gerais. In: LOPES, I.V.; BASTOS FILHO, G.S.; BILLER, D.; BALE, M. **Gestão ambiental no Brasil: experiência e sucesso.** Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1996. 377p.
- CASTRO, A.G.; QUEIROZ, M.V.B. Estrutura e organização de uma comunidade de formigas em agroecossistema neotropical. **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, Porto Alegre, v.16, n.2, p.363-375, 1987.

- DELABIE, J.H.C. Formigas associadas aos nectários extraflorais de *Epidendrum cinnabarinum* Salzm. (Orchidaceae) numa área de restinga na Bahia. **Anais da Sociedade Entomologica do Brazil**, Londrina, v.24, n.3, p.479-487, 1995a.
- DELABIE, J.H.C. Inquilismo simultâneo de duas espécies de *Centromyrmex* (Hymenoptera. Formicidae, Ponerinae) em cupinzeiros de *Syntermes* sp (Isoptera, Termitidae, Nasutermitinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v.39, n.3, p.605-609, 1995b.
- DELABIE, J.H.C.; FOWLER, H.G. Soil and litter cryptic ant assemblages of Bahia cocoa plantations. **Pedobiologia**, Stuttgart, v.39, n.5, p.423-433, 1995.
- DELABIE, J.H.C.; MAJER, J.D.; MCKENZIE, N.L. Ant litter fauna of forest edge and adjacent grassland in the Atlantic rain forest region of Bahia, Brazil. **Insectes Sociaux**, Paris, v.44, p.255-266, 1997.
- DELABIE, J.H.C.; NASCIMENTO, I.C. As formigas do Município de Ilhéus (Insecta: Hymenoptera: Formicidae). **Revista da UESC. Especiaria**, Ilhéus, BA. v.1, n.2, p.133-152, 1998.
- DELABIE, J.H.C. Comunidades de formigas (Hymenoptera. Formicidae) métodos de estudo e estudos de casos na Mata Atlântica. In: **ENCONTRO DE ZOOLOGIA DO NORDESTE**, 12., 1999. Feira de Santana- BA. **Anais...** Feira de Santana: Editora, 1999. p.58-68.
- DELABIE, J.H.C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I.C. do. Litter and communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.T. de; SCHULTZ, T. **Measuring and monitoring biological diversity: standart methods for ground living ants**. Washington: Smithsonian Institution, 2000. 280p.
- DELABIE, J.H.C.; FISHER, B.L.; MAJER, J.D.; WRIGHT, I.W. Litter and soil ant communities: how many samples need to be taken. **Measuring and monitoring biological diversity**. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.T. de; SCHULTZ, T. **Standart methods for ground living ants**. Washington: Smithsonian Institution, 2000. 280p.
- DELABIE, J.H.C; FRESNEAU, D.; PEZON, A. Notes on the Ecology of *Thaumatomyrmex* spp. (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae) in Southeast Bahia, Brazil. **Sociobiology**, v.36, n.3, p.571-584, 2000.

DEL CLARO, K.; BERTO, V.; RÉU, W. Effect of herbivore deterrence by ants on the fruit set on an extrafloral nectary plant, *Qualea multiflora* (Vochysiaceae). **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.12, n.6, p.887-892, 1996.

DELLA LUCIA, T.M.C.; LOUREIRO, M.C.; CHANDLER, L.; FREIRE, J.A.; GALVÃO, J.D.; FERNANDES, B. Ordenação de comunidades de Formicidae em quatro agroecossistemas em Viçosa, Minas Gerais. **Experientiae**, Viçosa, v.28, n.6, p.68-94, 1982

FADINI, M.A.M. **Efeitos de fatores locais sobre a diversidade de cupins em floresta neotropicais**. Viçosa - MG.: UFV, 1998. 53p. (Dissertação – Mestrado em Entomologia).

FAGUNDES, M.; ZANUNCIO, J.C.; RODRIGUES, L.A.; TOLEDO, J.M.A. Análise da fauna de lepdópteros desfolhadores de eucalipto em povoamentos florestais da região de Três Marias, Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14., 1993, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: SEB, 1993. p. 677.

FAUSCH, K.D.; LYONS, J.; KARR, J.R.; ANGERMEIER, P.L. Fish communities as indicators of environmental degradation. In: ADANS, S. M. Biological indicators of stress in fish. **American Fisheries Symposium**, Bethesda, Maryland, v.8, p.123-144, 1990.

FORTI, L.C. **Formigas cortadeiras: distribuição geográfica, biologia, ecologia e danos**. Botucatu, SP, 1997. 39p.

FITTKAU, E.J.; KLINGE, H. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem. **Biotropica**, St. Louis, v.5, n.1, p.2-14, 1973.

FOWLER, H.G. A organização das comunidades de formigas no estado de Mato Grosso, Brasil. **Annales del Museo Historico**, Valparaíso, v.19, p.35-42, 1988.

FOWLER, H.G.; FORTI, L.C.; BRANDÃO, C.R.F.; DELABIE, J.H.C. E VASCONCELOS, H. L. Ecologia nutricional de formigas. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (eds). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. 359p.

- GADAGKAR, R.; NAIR, P.; CHANDRASHEKARA, K. and BHAT, D.M. Ants species diversity in the Western Ghats, Índia. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.T. de; SCHULTZ, T. (eds). **Sampling ground dwelling ants: case studies from the world rain forests**. Curtin: School of Environmental Biology, 2000. (Bulletin, 18)
- GAUFIN, A.R.; TARZWELL, C.M. Aquatic invertebrates as indicators of stream pollution. **Public Health Reports**, Chicago, v.67, p.57-64, 1952.
- GODERT, W. C. **Solos dos cerrados**. São Paulo: Nobel/Embrapa – CPAC, 1985.
- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestais da Região de Cerrado, 1975. 65p. (Serie Técnica, 3).
- GONTIJO, T.A.; DOMINGOS, D.J.; COSTA, A.P.B. **Estudo de térmitas (Insecta: Isoptera) em áreas de vegetação natural e áreas submetidas a impactos antrópicos no Vale do Rio doce**. Belo Horizonte - MG 1996.
- GREENSLADE, P.J.M.; GREENSLADE, P. Invertebrates and environmental assessment. **Environment and Planning**, London, v.3, p.13-15, 1984.
- GREENSLADE, P.J.M.; GREENSLADE, P. Some effects of vegetation cover and abundance on a tropical ant fauna. **Insecta Sociata**, Paris, v.24, p.163-183, 1977.
- GUERRA, C. **A questão socio-ambiental no mundo do eucalipto**. Belo Horizonte, 1996.
- HOSKING, A.C.; TURNER, V. Ants, disturbance and regeneration in eucalypt forests. **Memories of the Museum Victoria**, Melbourne, v.56, n.2, p.655-657, 1997.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. **The ants**. Belknap, Massachusetts. 1990. 731p.
- JACKSON, G.P.; FOX, B.J. Comparison of regeneration following burning, clearing ou mineral sand mining at Tomago, NSW: Succession of ant assemblages in a coastal forest. **Australian Journal of Economic**, v.21, p.200-216, 1996.

- JAMES, A.; EVISON, L. **Biological indicators of water quality**. Chichester: John Wiley & Sons, 1979.
- KEMPF, W.W. Catálogo abreviado das formigas da região Neotropical (Hymenoptera: Formicidae). **Studia Entomologica**, Petropolis, v.15, p.334, 1972.
- KOEN, J.H.; BREYTENBACH, W. Ant species richness of fynbos and forest ecosystems in the southern Cape. **Suid Afrikaase Tydskrif vir Dierkunde**, Pretoria, v.23, n.3, p.184-188, 1988.
- KREMEN, C. Biological inventory using target taxa/ a case study of the outterflies of Madagascar. **Ecological Applications**, Tempe, v.4, p.407-422, 1994.
- LAUGA, J.; JOAQUIM, J.L'échantillonnage des populations d'oiseaux par la méthode des E.F.P.; intérêt d'une étude mathématique de la courbe de richesse cumulée. **Acta Oecologica**, Oecologia Generalis, Paris, v.8, n.2, p.117-124, 1987.
- LAWTON, J.H.; BIGNELL, D.E.; BOLTON, B.; BLOEMERS, G.F.; EGGLETON, P.; HAMMOND, P. M.; HODDA, M.; HOLT, R.D.; LARSEN, T. B.; MAWDSLEY, N. A.; STORK, N. E.; SRIVASTAVA, D. S.; WATT, A.D. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. **Nature**, London, v.391, n.6662, p.72-76, 1998.
- LEAL, I.R. **Ecologia e história natural de formigas Attini em vegetação de cerrado**. Campinas, 1998. (Dissertação – Mestrado em Entomologia).
- LEBLANC, F. de; SLOOVER, J. Relation between industrialization and the distribution and growth of aphytic lichens and mosses in Montreal. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.48, n.8, p.1485-1496, 1970.
- LIMA, W.P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2.ed. São Paulo: EDUSP, 1993. 301 p.
- LONGINO, J.T.; COLWELL, R.K. Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rain forest. **Ecological Applications**, Tempe, v.7, n.4, p.1263-1277, 1997.

- LONGINO, J.T.; NADICAMI, N.M. A comparison of ground and canopy leaf litter ants (Hymenoptera: Formicidae) in a neotropical montane forest. *Psyche*, Cambridge, v.97, p.81-93, 1990.
- LOUZADA, J.N.C. **A comunidade de Scarabaeidae** S. Str. (Insecta: Coleoptera) em fragmentos de Floresta Atlântica. Viçosa –MG: UFV, 1996. 50p. (Dissertação – Mestrado em Entomologia).
- LOUZADA, J.N.C.; SCHIFFLER, G.; VAZ DE MELLO, F.Z. Efeitos do fogo sobre a composição e estrutura da comunidade de Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) na restinga da Ilha de Guriri, Norte do ES. In: MIRANDA, H.S.; SAITO, C.H.; DIAS, B.F. (eds). **Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga**. Brasília: UnB/ECL, 1996. p.161-169.
- LOUZADA, J.N.C.; SCHINDWEIN, M.N. **Ecologia**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 148p. (Curso de Biologia, módulo 08 – Ecologia)
- 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, 2000.
- LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. New York: John Wiley & Sons, 1988. 337p.
- MÁC ARTHUR, R.H. Environmental factors affecting bird species diversity. *American Naturalist*, Chicago, v.98, p.387-397, 1964.
- MACKAY, W.P.; REBELES, A.M.; ARREDONDO, H.C.B.; RODRÍGUEZ, A. D.R.; GONZÁLEZ, D.A.; VINSON, S.B. Impact of the slashing and burning of a tropical rain forest on the native ant fauna (Hymenoptera: Formicidae). **Behavioral Ecology Sociobiology**, New York, v.18, n.3, p.257-268, 1991.
- MAJER, J.D. The maintenance of the ant mosaic in Ghana cocoa farms. **Journal Applied Ecology**, Oxford, v.13, n.1, p.123-144, 1976.
- MAJER, J.D. Ants: bioindicators of mine site rehabilitation, land use and land conservation. **Environmental Management**, New York, v.7, p.375-383, 1983.

- MAJER, J.D. Recolonization by ants of rehabilitation mineral sand mines on North Stradbroke Island, Queensland, with particular reference to seed removal. **Australian Journal of Ecology**, Carlton, v.10, p.31-48, 1985.
- MAJER, J.D. Ant recolonization of rehabilitated bauxite mines of Pocos de Caldas, Brasil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.8, n.1, p.97-108, 1992.
- MAJER, J.D.; KOCK, A.E. Ant recolonization of sand mines near Richards Bay, South Africa: an evaluation of progress with rehabilitation. **Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Wetenskap**, Johannesburg, v.88, p.31-36, 1992.
- MAJER, J.D. Arboreal ant community patterns in Brazilian cocoa farms. **Biotropica**, St. Louis, v.26, n.1, p.73-83, 1994.
- MAJER, J.D.; DELABIE, J.H.C. Comparison of the ant communities of annually inundated and terra firme forest at Trombetas in the Brazilian Amazon. **Insectes Sociaux**, Paris, v.41, p.343-359, 1994.
- MAJER, J.D. Ant recolonization of rehabilitated bauxite mines at Trombetas, Pará, Brasil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.12, n.2, p.257-273, 1996.
- MAJER, J.D.; BEESTON, G. The biodiversity integrity index: in illustration using ants in Western Australia. **Conservation Biology**, Boston, v.10, n.1, p.65-73, 1996.
- MAJER, J.D.; QUEIROZ, M.V.B. The composition of ant communities in the Brazilian Atlantic rainforest. In: VEERESH, G.K.; MALLI, B.E VIRAKTAMATH, C.A. (eds). **Social insects and the Environment**. Linden: E. J. Brill, 1996. p.704-705.
- MAJER, J.D. The use of pitfall traps for sampling ants – a critique. **Memoirs of the Museum Victoria**, Melbourne, v.56, n.2, p.323-329, 1997.
- MAJER, J.D.; DELABIE, J.H.C.; MCKENZIE, N.L. Ant litter fauna of forest edges and adjacent grassland in the Atlantic rain forest region of Bahia, Brazil. **Insectes Sociaux**, Paris, n.44, p.225-266, 1997.

- MAJER, J.D.; NICHOLS, O.G. Long-term recolonization patterns of ants in western Australian rehabilitated bauxite mines with reference to their use as indicators of restaration success. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.35, n.1, p.161-182, 1998.
- MARQUEZ, C.E.C. **Estudo silvicultural e econômico de povoamentos de eucalipto na região de cerrado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1997. 131p. (Dissertação – Mestrado em Ciência Florestal).
- MATOS, J.Z.; YAMANAKA, C.N.; CASTELLANI, T.T.; LOPES, B.C. Comparação da fauna de formigas de solo em áreas de plantio de *Pinus elliottii* com diferentes graus de complexidade estrutural (Florianópolis, SC). **Biotemas**, Florianópolis, v.7, n.1/ 2, p.57-64, 1994.
- MAY, R.M. Patterns of species abundance and diversity. In: CODY, M.L.; DIAMOND, J.M. **Ecology and Evolution of Communities**. Cambridge: Harvard University Press, 1975. 545p.
- McKENZIE, D.H.; HYATT, D.E.; MCDONALD, V.J. **Ecological indicators**. London: Chapman and Hall, 1995.
- MILLER, L.J.; NEW, T.R. Mount piper grasslands: pitfall trapping of ants and interpretations of habitat variability. **Memoirs of the Museum of Victoria**, Melbourne, v.56, n.2, p.377-381, 1997.
- MORAIS, H.C.; BENSON, W.W. Recolonização de vegetação de cerrado após queimadas, por formigas arborícolas. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.48, n.3, p.459-466, ago. 1988.
- MORATO, E.F. **Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central**. Viçosa-MG.: UFV, 1993. 105 p. (Dissertação – Mestrado em Entomologia).
- MOUTINHO, P.R.S.; NEPSTAD, D.C.; ARAÚJO, K.; UHL, C. Formigas e Floresta: estudo para a recuperação de áreas de pastagens. **Ciência Hoje**, São Paulo, v.15, n.88, p.59-60, 1983
- MOUTINHO, P.R.S. Impactos da formação de pastagens sobre a fauna de formigas: conseqüências para a recuperação florestal na Amazonis Oriental. In: GASCON, C.; MOUTINHO, P. (eds). **Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo**. Manaus-AM, INPA, 1998. p.155-170.

- MURDOCH, W.W. Diversity, complexity, stability and pest control. **Journal of Applied Ecology**, London, v.12, p.795-807, 1975.
- NOSS, R.N. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. **Conservation Biology**, Boston, v.4, p.355-364, 1990.
- OLIVEIRA, P.S.; LEITÃO-FILHO, H.F. Extrafloral nectaries: their taxonomic distribution and abundance in the woody flora of cerrado vegetation in Southeast Brazil. **Biotropica**, St. Louis, v.19, n.2, p.140-148, 1987.
- OLIVEIRA, P.S. **Sobre a interação de formigas com o Pequi do cerrado, *Caryocar brasiliensis* Camb. (Caryocaraceae): o significado ecológico de nectários extraflorais**. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas. 1988. 106p. (Tese - Doutorado em Entomologia).
- OLIVEIRA, P.S.; BRANDÃO, C.R.F. The ant community associated with extrafloral nectaries in the Brazilian cerrado. In: HUXLEY, C.R.E; CUTLER, D.F. (eds). **Ant-plant interactions**. London: Oxford University Press, 1991. p.198-212.
- OLIVEIRA, P.S.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Distribution of extrafloral nectaries in the woody flora of tropical communities in western Brasil. In: PRICE, P. W.; LEWINSOHN, T. M.; FERNANDES, W.; BENSON, W.W. (eds). **Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions**. New York: John Wiley & Sons, 1991. p.163-175.
- OLIVER, I.; BEATTIE, A.J. Designing a cost-effective invertebrate survey: a test of methods for rapid assessment of biodiversity. **Ecological Applications**, Tempe, v.6, n.2, p.594-607, 1996.
- OLSON, D.M. A comparison of efficacy of litter sifting and pitfall traps for sampling leaf litter ants (Hymenoptera: Formicidae) in a tropical wet forest, Costa Rica. **Biotropica**, St. Louis, v.23, n.2, p.161-176, 1991.
- PAULA, J.A. **Biodiversidade, população e economia: uma região de Mata Atlântica**. Belo Horizonte: UFMG, 1997. 672p. (Dissertação – Mestrado em Ecologia).
- PERFECTO, I.; SNELLING, R. Biodiversity and the transformation of a tropical agroecosystem : Ants in coffer plantations. **Ecological Applications**, Tempe, v.5, n.4, p.1084-1097, 1995.

- RAMOS L.S. de. Metodologia de coleta de formicidae que vivem nos solos suspensos associados a epifitas com o auxílio do extrator de Winkler. SEMINÁRIO DE PESQUISA DA UESC, 1996, Ilhéus. **Resumos...** Ilhéus: UESC, 1996. p.51.
- RAMOS, L.S.; SANTOS, M.F.S. dos; MINERVINO NETTO, A.M.; CAMPIOLO, S.; SOARES, P.A.O.; DELABIE, J.H.C. Estrutura de uma comunidade de uma comunidade de Formicidae numa capoeira na região cacauceira da Bahia. In: ENCONTRO DE ZOOLOGIA DO NORDESTE, 12., 1999, Feira de Santana-BA. **Resumos...** Feira de Santana-BA, 1999. p.307.
- READ, J.J. Use of ants to monitor environmental impacts of salt spray from a mine in arid Australia. **Biodiversity and Conservation**, London, v.5, p.1533-1543, 1996.
- RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 470p.
- ROOM, P.M. The relative distribution of ant species in Ghana's cocoa farms. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v.40, p.735-751, 1971.
- ROOM, P.M. Diversity and organization of the ground foraging ant faunas of forest, grassland and three crops in Papua New Guinea. **Australian Journal of Zoology**, Victoria, v.23, p.71-89, 1975.
- ROTH, D.S.; PERFECTO, I.; RATHCKE, B. The effects of management-systems on ground-foraging ant diversity in Costa-Rica. **Bulletin Ecological Sociology of America**, Tempe, v.4, n.3, p.423-436, 1994.
- SÁIZ, F.; CARVAJAL, C. Incendios forestales en el Parque Nacional la Campana, sector ocoa, V region, Chile. V. Blattodea, Formicidae y Mutillidae. Impacto y recuperacion. **Annales del Museo Historico National**, Valparaíso, v.21, p.51-61, 1990.
- SAMWAYS, M.J.; OSBORN, R.; CARLIEL, F. Effect of highway on ant (hymenoptera: Formicidae) species composition and abundance, with a recommendation for roadside verge width. **Biodiversity and Conservation**, London, v.6, p.903-913, 1997.
- SANO, S.M. e ALMEIDA, S.P.de. **Cerrado: ambiente e flora**, ed. Planaltina, DF, 1998, 556 p.

- SANTOS, D.S. da; DELABIE, J.H.C.; NASCIMENTO, I.C.do. Análise crítica do uso da armadilha do tipo "pitfall" no estudo da comunidade de formigas (Insecta, Hymenoptera). In: ENCONTRO DE ZOOLOGIA DO NORDESTE, 12., 1999, Feira de Santana, Bahia. *Anais...* Feira de Santana, Bahia, 1999. p.309.
- SARAIVA, R.S. **Estrutura da fauna de Lepidoptera e de Hymenoptera em áreas de vegetação nativa e plantios de *Eucalyptus grandis*, da Celulose Nipo-Brasileira S.A.** – Cenibra. Viçosa: UFV, 1997. 57 p. (Dissertação – Mestrado em Ciência Florestal).
- SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT: System Analysis Statistic. Version 6. Fourth edition, 1989.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; NOVA, N.A.L. **Manual de ecologia dos insetos.** São Paulo: Agronomica Ceres, 1976.
- SILVESTRE, R. **Estrutura de comunidades de formigas do cerrado.** Ribeirão Preto: UNESP, 2000. 216p. (Tese - Doutorado em Entomologia).
- SMITH, M.R.B. **Estrutura e evolução de comunidade de Formicidae em pomares cítricos de diferentes idades em Cruz das Almas, Bahia.** Cruz das Almas, Bahia, 1995. 67p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia).
- SOARES, S.M. de. **Distribuição espacial e riqueza de espécies de formigas.** Viçosa, MG: UFV, 1999. 52p. (Dissertação - Mestrado em Ecologia).
- SOUSA, W.P. The role of disturbance in natural communities. **National Research Ecology Systems**, v.15, p.353-391, 1984.
- SPELLERBERG, I.F. **Monitoring ecological change.** Cambridge: Cambridge University Press, 1993. 334p.
- TAVARES, A.A. **Diversidade de formigas não desfolhadoras (Hymenoptera: Formicidae) em área de cerrado "stricto sensu" e *Eucalyptus cloesiana* F. Muell.** Lavras: UFLA, 1996. 57p. (Dissertação – Mestrado em Fitossanidade).
- TERBORGH, J.; ROBSON, S. Guilds and their utility in ecology. In: KIKKAWA, J.; DEREK, J. (eds). **A Community ecology.** London: Blackwell Scientific Publications, 1986. p.65-90.

- VALLEJO, L.R.; FONSECA, C.L.; GONÇALVES, D.R.P. Estudo comparativo da mesofauna do solo em áreas de *Eucalyptus citriodora* e mata secundária heterogênea. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.47, n.3, p.363-370, 1987.
- VANDERWOUDE, C.; ANDERSEN, A.N.; HOUSE, A.P.N. Ant communities as bioindicators in relation to fire management of spotted gum (*Eucalyptus maculata*) forest in southeast Queensland. **Memoirs of the Museum of Victoria**, Melbourne, v.56, p.671-675, 1997.
- VAN-WINGERDEN, W.K.R.E.; VAN-KREVELD, A.R.; BONGERS, W. Analysis of species composition and abundance of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in natural and fertilized grasslands. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v.113, p.138-152, 1992.
- VASCONCELOS, H.L.; CARVALHO, K.S.; DELABIE, J.H.C. Efeitos da perturbação florestal sobre a comunidade de formigas do solo da Amazônia Central. **Mirmecologia Tropical**, p.45-50, 1997.
- VASCOCELOS, H.L. Respostas das formigas a fragmentação florestal. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.12, n.32, p.95-98, 1998.
- VASCONCELOS, H.L.; DELABIE, J.H.C. A study of forest fragmentation near Manaus, Brasil. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.; ALONSO, L.; SCHULTZ, T.C. (eds). **Sampling ground dwelling ants: case studies from the world rain forests**. Washington: School of Environmental Biology, 2000.
- WALLIS, G.A.N. Some intensifical systems of farming in the tropics and subtropics. **World Bank Technical Paper, Review**, p.81-98, 1993.
- WANG, C.; STRAZANAC, J. and Activity of ants (Hymenoptera: Formicidae) in oak-dominated mixed appalachian forests treated with microbial pesticides. **Pest management and sampling**, v.29, n.3, p.579-586, 2000.
- WARD, P.S. Distribution of the introduced argentine ant (*Iridomyrmex humiles*) in natural habitats of the Lower Sacramento Valley and its effects on the indigenous ant fauna. **Hilgardia**, Berkeley, v.55, n.2, p.1-16, Apr. 1987

- WILLIAMS, K.S. Use the terrestrial arthropods to evaluate restored riparian woodlands. **Restoration Ecology**, Massachusetts, v.1, n.1, p.107-116, 1993.
- WILSON, E.O. Which are the most prevalent ant genera. **Studia Entomologica**, Petropolis, v.19, n.1/4, p.187-200, 1976.
- WILSON, E.O. Causes of ecological success: the case of the ants. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v.56, p.1-9, 1987.
- WILSON, E.O. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 658p.
- WINDER, J.A. The role of non-dipterous insects in the pollination of cocoa in Brasil. **Bulletin of Entomological Research**, London, v.68, n.4, p.559-574, 1978.
- WOODROFF, S.; MAJER, J.D. Colonization of ants on the exposed banks of the canning Dam reservoir. **Journal of the Australian Entomological society**, Brisbane, v.8, n.4, p.41-46, 1981.
- YORK, A. The long-term effects of fire on forest ant communities: management implications for the conservation of biodiversity. **Memoirs of the Quesland Museum**, v.36, p.231-239, 1994.
- ZANINI, A.C.S. da. **Diversidade e similaridade da mirmecofauna edáfica (Hymenoptera: Formicidae) em ecossistemas do cerrado**. Brasília: UnB, 1993. 59p. Dissertação – Mestrado em Floresta).