



KÊNIA APARECIDA DOS SANTOS

**COMO A APLICAÇÃO DE ISCAS FORMICIDAS
E VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS AFETAM A
COMUNIDADE DE FORMIGAS E A REMOÇÃO DE
SEMENTES EM FRAGMENTOS DE FLORESTAS
SECUNDÁRIAS ADJACENTES À EUCALIPTAIS?**

**LAVRAS – MG
2018**

KÊNIA APARECIDA DOS SANTOS

**COMO A APLICAÇÃO DE ISCAS FORMICIDAS E VARIÁVEIS
MICROCLIMÁTICAS AFETAM A COMUNIDADE DE FORMIGAS E
A REMOÇÃO DE SEMENTES EM FRAGMENTOS DE FLORESTAS
SECUNDÁRIAS ADJACENTES À EUCALIPTAIS?**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais em Ecossistemas Fragmentados e Agrossistemas, para obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Ronald Zanetti Bonetti Filho
Orientador

Prof. Dra. Carla Rodrigues Ribas
Coorientadora

**LAVRAS - MG
2018**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica
da Biblioteca Universitária da UFLA.**

Santos, Kênia Aparecida dos.

Como a aplicação de iscas formicidas e variáveis microclimáticas afetam a comunidade de formigas e a remoção de sementes em fragmentos de florestas secundárias adjacentes à eucaliptais? / Kênia Aparecida dos Santos. - 2018.

60 p. : il.

Orientador(a): Ronald Zanetti.

Coorientador(a): Carla Ribas.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. Inseticida Diversidade. Formicidae. 2. Função Ecológica. 3. Mata Atlântica Agrossistema. I. Zanetti, Ronald. II. Ribas, Carla. III. Título.

KÊNIA APARECIDA DOS SANTOS

**COMO A APLICAÇÃO DE ISCAS FORMICIDAS E VARIÁVEIS
MICROCLIMÁTICAS AFETAM A COMUNIDADE DE FORMIGAS
E A REMOÇÃO DE SEMENTES EM FRAGMENTOS DE FLORESTAS
SECUNDÁRIAS ADJACENTES À EUCALIPTAIS?**

**HOW THE APPLICATION OF FORMICIDE BAITS AND MICROCLIMATIC
VARIABLES AFFECT THE ANT COMMUNITIES AND SEED REMOVAL IN
SECONDARY FORESTS ADJACENT TO EUCALYPTUS PLANTATIONS?**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais em Ecossistemas Fragmentados e Agrossistemas, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 22 de fevereiro de 2018.

Dr. Ronald Zanetti UFLA

Dra. Letícia Maria Vieira UFSJ

Dra. Livia Mendes Carvalho EPAMIG

Dr. Ronald Zanetti Bonetti Filho
Orientador

Dra. Carla Rodrigues Ribas
Coorientadora

**LAVRAS – MG
2018**

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A minha família, e principalmente os dois pilares dela; meu pai Marcos e minha mãe Terezinha que sempre lutaram para que eu estivesse feliz;

Em especial às duas pessoas que me incentivaram a concluir os estudos e me ensinaram coisas que vou levar para sempre no meu coração: Diná e Webiton.

Aos meus amigos que dedicaram horas para me auxiliar de algum modo: Ana Luisa, José Mauro e Rayane.

À equipe de laboratório e principalmente: Eliana, Willian, Carol, João Pedro, Júlia, Thayane, Carlos, Bruno e Steffany, que contribuíram muito, cada um em uma etapa diferente desta jornada;

Aos colaboradores Agnaldo, Reinaldo, Rinaldo e Alex que fizeram muito para a execução do projeto.

Aos meus orientadores Ronald Zanetti e Carla Ribas, pela paciência e apoio ao longo do trajeto; além da atenção para fazer o melhor trabalho possível;

As pessoas que não tiveram seus nomes citados, mais que fizeram parte da minha caminhada e que contribuíram cada um de forma singular, para que pudesse estar aqui;

A empresa Cenibra Nipo-Brasileira pelo auxílio financeiro, material e humano para a condução dos trabalhos. Assim como à a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo durante o mestrado.

Agradeço ao programa de pós-graduação em Ecologia Aplicada (DBI) por possibilitar minha formação profissional, aos professores e à Ellen pelo seu excelente trabalho.

Muito Obrigado!
Kênia

RESUMO GERAL

A diversidade de organismos é afetada pela fragmentação do habitat em decorrência do avanço de áreas cultivadas. Dentre esses organismos, as formigas desempenham funções importantes em seus ambientes, como influenciar nas propriedades e estruturação do solo, controle populacional de suas presas, dispersão de sementes, herbivoria, entre outras funções. No entanto, algumas formigas são vistas como pragas em monocultivos de eucalipto, sendo alvo da aplicação de iscas formicidas. Tais iscas são consideradas não seletivas para formigas em geral, por isso, este trabalho teve como objetivo verificar a influência dessas iscas e de variáveis microclimáticas sobre a riqueza e composição de formigas e a taxa de remoção de sementes em florestas nativas adjacentes a eucaliptais, compreendidas no domínio Mata Atlântica. Para isto, foram selecionadas 12 áreas de floresta divididas em três tratamentos: sem aplicação da isca formicida (SI), com a aplicação da isca formicida somente no eucalipto (IE) e aplicação da isca formicida no eucalipto e 50 metros da floresta (IF). Foi disposto um transecto em cada área. Em cada transecto foram marcados seis pontos com distância de zero, 20, 40, 80, 120 e 160 metros em relação à borda. Nestes pontos instalamos pitfalls por 48 horas, como também dispomos 50 sementes artificiais. As avaliações foram feitas em quatro períodos: 30 dias antes e 30, 120 e 180 dias após a aplicação da isca formicida. Utilizamos a riqueza e a composição de formigas e a taxa de remoção de sementes como variáveis repostas nas análises realizadas. Não houve diferença dos tratamentos ao longo do tempo. Também não verificamos relação da riqueza e da composição de formigas e a taxa de remoção com variáveis microclimáticas e distância em relação à borda. Concluímos que a aplicação de iscas formicidas nas áreas no eucaliptal e 50 metros na borda de florestas adjacentes não influenciam a riqueza e composição de formigas e a taxa de remoção de sementes nas florestas nativas. Indicando que funções continuam sendo desempenhadas neste sistema. E que os fatores microclimáticos não alteram essas variáveis respostas.

Palavras-chave: Inseticida. Diversidade. Função ecológica. Mata Atlântica. Agrossistema.

ABSTRACT

The diversity of organisms is affected by habitat fragmentation due to increase of cultivated areas. Among these organisms, ants play important roles in their environments, such as influencing soil properties and structuring, population control, seed dispersal, herbivory, among other functions. However, some ants are pests in eucalyptus plantations, being the target of the application of formicide baits. These baits are considered non - selective for ants in general, therefore, this work verified the influence of these baits and microclimatic variables on the richness and composition of ants and the rate of seed removal in native forests adjacent to eucalyptus, in Atlantic Forest domain. Twelve forest areas were divided into three treatments: no application of the formicide bait (SI), with the application of the formicide only into eucalyptus (IE) and application of the formicide into eucalyptus and 50 meters into native forest (IF). One transect was arranged in each area. In each transect they were marked six points with distance of zero, 20, 40, 80, 120 and 160 meters in relation to the border. At these points we install pitfalls for 48 hours and put 50 artificial seeds. The evaluations were done in four periods: 30 days before and 30, 120 and 180 days after the application of the baits. We used the richness and composition of ants and the rate of seed removal as variables in the analysis performed. There were no differences in treatments over time. Also we did not verify relation of the wealth and the composition of ants and the rate of removal with microclimatic variables and distance in relation to the border. We conclude that microclimatic factors and application of formicide baits into eucalyptus plantations and 50 meters into adjacent native forests do not influence the richness and composition of ants and the rate of seed removal of the native forests.

Keywords: Insecticide. Diversity. Ecological function. Atlantic forest. Agrosystem.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO GERAL	9
REFERÊNCIAS	11

SEGUNDA PARTE

ARTIGO I.....	13
RESPOSTA TEMPORAL DA RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE FORMIGAS E DA REMOÇÃO DE SEMENTES EM FLORESTAS NATIVAS ADJACENTES	13
A EUCALIPTAIS TRATADOS COM ISCAS FORMICIDAS	13
RESUMO	14
1 INTRODUÇÃO.....	16
2 MATERIAL E MÉTODOS	17
2.1 Área de estudo	17
2.2 Desenho amostral	18
2.3 Coleta dos dados	18
2.4 Análise dos dados	19
3 RESULTADOS	20
3.1 Riqueza de formigas.....	20
3.2 Remoção de sementes.....	23
3.3 Composição da comunidade.....	27
4 DISCUSSÃO.....	28
REFERÊNCIAS.....	32
ARTIGO II.....	37
RESPOSTA DA RIQUEZA DE FORMIGAS E REMOÇÃO DE SEMENTES À VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS EM FLORESTA NATIVA ADJACENTES À EUCALIPTAIS SOB INFLUÊNCIA DE ISCA FORMICIDA	37
RESUMO.....	38
1 INTRODUÇÃO.....	40

2 MATERIAL E MÉTODOS	42
2.1 Área do estudo	42
2.2 Desenho amostral	42
2.3 Coleta dos dados	43
2.4 Coleta das variáveis.....	43
2.5 Análises estatísticas	44
3 RESULTADOS	45
4 DISCUSSÃO.....	46
REFERÊNCIAS.....	49
CONCLUSÃO GERAL	52
Anexo 1. Lista de morfo-espécies	53

1 INTRODUÇÃO GERAL

As áreas cultivadas ocupam 1,53 bilhões de hectares da superfície terrestre (FOLEY et al., 2011) e suas consequências irão perdurar por anos, direcionando as mudanças globais (TILMAN, 1999; TILMAN et al., 2002; HADDAD et al., 2015). A perda da diversidade para áreas de cultivo é uma das mais recorrentes mudanças que as atividades humanas têm causado nos últimos anos (MENDENHALL et al., 2014; CUMMING et al., 2014).

Mudanças ecossistêmicas podem resultar em alterações funcionais dos organismos existentes neste habitat (DEL TORO et al., 2015). O aumento de temperatura pela remoção da cobertura do solo pode alterar a ciclagem de nutrientes e decomposição do solo, ao alterar o papel funcional de organismos. Além dos danos estruturais do solo causados com o plantio, há danos como a perda de heterogeneidade de habitat (NEWBOOLD et al., 2016). Isso pode afetar diretamente a fisiologia dos organismos, assim como suas relações bióticas e abióticas neste ecossistema modificado (BROWN et al., 2004).

Este quadro é claramente percebido na Mata Atlântica Brasileira, onde restam aproximadamente 12% da sua vegetação (DANTAS et al., 2017). Este bioma possui grande importância ecológica para a conservação, visto sua diversidade de espécies da fauna e flora. Com aproximadamente 8.000 espécies endêmicas (RIBEIRO et al., 2009). Apenas 2% da sua área são protegidas, sendo uma das áreas mais antropizadas em território brasileiro (BERNARD et al., 2011; NEVES et al., 2017; DANTAS et al., 2017).

Parte desse bioma é ocupada por plantações de eucalipto. Uma prática de manejo executada pelos produtores nessas plantações é a aplicação de iscas formicidas (DELLA LÚCIA et al., 2014), para o controle das formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, que são insetos-praga desta cultura (ZANETTI et al., 2003; ZANETTI et al., 2004). Tais iscas são formuladas com bagaço de laranja atrativo para essas formigas e contaminam a colônia com o princípio ativo, ocasionando a sua morte (DELLA LÚCIA et al., 2014).

Os parâmetros de comunidade, como a riqueza e composição podem ou não, serem influenciados pela aplicação de formicidas. Ramos et al. (2003) apontaram que essas iscas são atrativas para outras espécies de formigas e, portanto poderiam causar a morte de colônias de formigas não-alvo, reduzindo a diversidade e as funções das formigas nas áreas tratadas com

isca. Isso acarretaria em perdas dos serviços gerados pelas formigas (DEL TORO et al., 2015). Resultado contrário foi indicado por Silva (2007) que verificou ausência de variação da riqueza de formigas em áreas de eucaliptais manejadas com a aplicação da isca formicida (sulfluramida, 0,3%; 0,57 Kg/ha), na dosagem de 10g/m² de área de terra solta de saueiros.

Uma das funções das formigas é a dispersão de sementes, vista como parte de processos de recuperação de áreas degradadas (GUTIERREZ-RAPALINO & DOMINGUEZ-HAYDAR, 2017), além da preservação da heterogeneidade de plantas do ambiente, propiciando a fertilidade do solo (FARJI-BRENER & WERENKRAUT, 2017).

A dispersão de sementes pode ser executada por diversos gêneros dentro da família Formicidae, como *Pheidole*, *Ectatomma* (GUTIERREZ-RAPALINO & DOMINGUEZ-HAYDAR, 2017), *Atta*, *Acromyrmex*, *Camponotus* (FARNESE et al., 2011), *Pachycondyla*, *Odontomachus* (COSTA et al., 2007), *Crematogaster*, *Solenopsis* (RABELLO et al., 2014), entre outros. Apesar de esses gêneros serem descritos removendo sementes, acredita-se que a maioria das espécies de formigas seja onívora, ocorrendo inúmeras adaptações de captura de alimento. Algumas são predadoras, herbívoras e/ou fungívoras. Elas podem ocupar diversos habitats e compartilhar a mesma função ecossistêmica, vivendo no subsolo, em ninhos, em troncos de árvores, frutos secos, galhos podres e raízes. E nem todas têm ninhos fixos, estando sempre em movimento (BACCARO et al., 2015).

Dessa forma, estudos sobre a possibilidade de interferência de iscas formicidas em organismos não-alvo, pode ser um direcionador de tomada de decisão dentro das práticas executadas pelos reflorestadores, assim como por pesquisadores.

Pretendemos assim avaliar o efeito da aplicação de iscas formicidas em eucaliptais sobre a riqueza e composição de comunidades de formigas e a remoção de diásporos em florestas nativas adjacentes ao longo do tempo. Além disso, buscamos relacionar as variáveis: temperatura, umidade e abertura de dossel em uma escala microclimática da floresta sob influência da isca formicida sobre comunidade de formigas, buscando entender suas interferências na remoção de sementes e na diversidade de formigas.

REFERÊNCIAS

- BACCARO, F. B.; FEITOSA, R. M.; FERNÁNDEZ, F.; FERNANDES, I. O.; IZZO, T. J., SOUZA, J. L. P. & SOLAR, R. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil**. Manaus: Editora INPA, 2015.
- BROWN, J. H.; GILLOOLY, J. F.; ALLEN, A. P.; SAVAGE, V. M. & WEST, G. B. **Toward a metabolic theory of ecology**. *Ecology*, v. 85, n. 7, p. 1771-1789, 2004.
- COSTA, Ú. A. S., OLIVEIRA, M., TABARELLI, M., & LEAL, I. R. **Dispersão de sementes por formigas em remanescentes de floresta atlântica nordestina**. *Revista Brasileira de Biociências*, v.5, supl.1, p.231-233, 2007.
- CUMMING, G. S.; BUERKERT, A.; HOFFMANN, E. M.; SCHLECHT, E.; VON CRAMON-TAUBADEL, S & TSCHARNTKE, T. **Implications of agricultural transitions and urbanization for ecosystem services**. *Nature*, v. 515, n. 7525, p. 50-57, 2014.
- DANTAS, M.S.; ALMEIDA, N. V.; DOS SANTOS MEDEIROS, I. & DA SILVA, M. D. **Diagnóstico da vegetação remanescente de Mata Atlântica e ecossistemas associados em espaços urbanos**. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 2, n. 1, p. 87-97, 2017.
- DELLA LUCIA, T.; GANDRA, L. C.; GUEDES, R. N. C. **Managing leaf-cutting ants: peculiarities, trends and challenges**. *Pest Management Science*, v. 70, n. 1, p. 14-23, 2014.
- DEL TORO, I.; RIBBONS, R. R.; ELLISON, A. M. **Ant-mediated ecosystem functions on a warmer planet: effects on soil movement, decomposition and nutrient cycling**. *Journal of Animal Ecology*, v. 84, n. 5, p. 1233-1241, 2015.
- FARJI-BRENER, A. G.; WERENKRAUT, V. **The effects of ant nests on soil fertility and plant performance: a meta-analysis**. *Journal of Animal Ecology*, v. 86, n. 4, p. 866-877, 2017.
- FARNESE, F. S.; AMPOS, R. B. F.; FONSECA, G. A. **Dispersão de diásporos não mirmecócóricos por formigas: influência do tipo e abundância do diásporo**. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.35, n.1, p.125-130, 2011.
- FOLEY, J.; A. N. RAMANKUTTY; K. A. BRAUMAN; E. S. CASSIDY; J. S. GERBER; M. JOHNSTON. **Solutions for a cultivated planet**. *Nature* 478, 337–342, 2011.
- GUTIERREZ-RAPALINO, B. P.; DOMÍNGUEZ-HAYDAR, Y. **Contribución de *Pheidole fallax* y *Ectatomma ruidum* (Hymenoptera: Formicidae) en la dispersión y germinación de semillas en áreas rehabilitadas de la mina de carbón del Cerrejón, Colombia**. *Revista de Biología Tropical*, v. 65, n. 2, p. 575-587, 2017.
- HADDAD, N. M.; BRUDVIG, L. A.; CLOBERT, J.; DAVIES, K. F.; GONZALEZ, A.; HOLT, R. D., ... & COOK, W. M. **Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems**. *Science Advances*, v. 1, n. 2, p. e1500052, 2015.

MENDENHALL, C. D.; KARP, D. S.; MEYER, C. F.; HADLY, E. A. & DAILY, G. C. **Predicting biodiversity change and averting collapse in agricultural landscapes.** *Nature*, v. 509, n. 7499, p. 213-217, 2014.

NEWBOLD, T.; HUDSON, L. N., ARNELL, A. P., CONTU, S., DE PALMA, A., FERRIER, S., ... & BURTON, V. J. **Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary?** A global assessment. *Science* 353, 288–291, 2016.

RABELLO, A. M.; DE OLIVEIRA BERNARDI, L. F. & RIBAS, C. R. **Testing an artificial ril as a new ant-attractant.** *Revista Biociências*, 20(1), 2014.

RAMOS, L. D. S., MARINHO, C. G., ZANETTI, R., DELABIE, J. H., & SCHLINDWEIN, M. N. **Impacto de iscas formicidas granuladas sobre a mirmecofauna não-alvo em eucaliptais segundo duas formas de aplicação.** *Neotropical Entomology*, v. 32, n. 2, p. 231-237, 2003.

SILVA, T. G. M. **Estrutura e dinâmica da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em eucaliptais tratados com herbicida e formicida na região de Mata Atlântica.** Dissertação- Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós-graduação em Agronomia. Área de concentração Entomologia. 2007.

TILMAN, D. **Global environmental impacts of agricultural expansion:** The need for sustainable and efficient practices. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 96, 5995–6000, 1999.

TILMAN, D.; CASSMAN, K. G.; MATSON, P. A.; NAYLOR, R. & POLASKY, S. **Agricultural sustainability and intensive production practices.** *Nature* 418, 671–677, 2002.

ZANETTI, R., ZANUNCIO COLA, J., NUNES MAYHÉ, A. J., MEDEIROS BARROS, A. G., & SILVA SOUZA, A. **Combate sistemático de formigas-cortadeiras com iscas granuladas, em eucaliptais com cultivo mínimo.** *Revista Árvore*, v. 27, n. 3, 2003.

ZANETTI, R.; DIAS, N.; REIS, M.; SOUZA-SILVA, A. & MOURA, M. A. **Efficiency of granulated baits (sulfluramid 0.3%) in the control of *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae).** *Ciência e Agrotecnologia*, v. 28, n. 4, p. 878-882, 2004.

ARTIGO I

RESPOSTA TEMPORAL DA RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE FORMIGAS E DA REMOÇÃO DE SEMENTES EM FLORESTAS NATIVAS ADJACENTES A EUCALIPTAIS TRATADOS COM ISCAS FORMICIDAS

Artigo redigido sob as normas do MANUAL DE NORMALIZAÇÃO E ESTRUTURA DE TRABALHOS ACADÊMICOS: TCCS, MONOGRAFIAS, DISSERTAÇÕES E TESES - 2ª edição revista, atualizada e ampliada seguindo a norma para publicação periódica científica NBR 6022 (ABNT, 2003a).

RESUMO

As plantações de eucalipto ocupam áreas do domínio Mata Atlântica causando a perda da diversidade biológica e, conseqüentemente, das funções ecológicas. Nessas plantações, são necessárias práticas de manejo para o controle de pragas, como as formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, por meio da aplicação de iscas formicidas. Nosso objetivo foi avaliar a influência da isca formicida sobre a comunidade de formigas não-alvo na floresta nativa ao longo do tempo. Coletamos em 12 áreas de floresta nativa adjacente à eucaliptais em quatro tempos de coleta: 30 dias antes, 30, 120 e 180 dias após a aplicação da isca formicida com princípio ativo sulfluramida (3%). Essas áreas foram separadas em três tratamentos com quatro repetições: sem aplicação da isca formicida (SI), com aplicação da isca formicida somente no eucaliptal (IE) e isca formicida aplicada no eucaliptal e a 50 metros no interior da floresta nativa (IF). Em cada área foi marcado um transecto com seis pontos onde pitfalls foram instalados, distantes 0, 20, 40, 80, 120 e 160 metros da borda da floresta para avaliar a riqueza e composição de formigas. Nestes mesmos pontos foram dispostas sementes artificiais embebidas em solução atrativa (simulando uma semente) para avaliar a taxa de remoção de sementes. A riqueza e composição de formigas e a taxa de remoção de sementes não foram afetadas pela aplicação da isca formicida. Concluímos que a riqueza e composição de espécies e a taxa de remoção de sementes não são afetadas pela aplicação anual e localizada de iscas formicidas, no ecótono eucalipto-floresta nativa da Região do Vale do Rio Doce.

Palavras-chave: Mata Atlântica, eucalipto, sulfluramida, semente, Formicidae, temporal.

ABSTRACT

Eucalyptus plantations occupy areas of the Atlantic Forest domain causing loss of biological diversity and, consequently, ecological functions. In these plantations, management practices for pest control, such as cutter ants of the genera *Atta* and *Acromyrmex*, are necessary through the application of formicide baits. Our objective was to evaluate the influence of the formicide baits on the community of non-target ants in the native forest over time. We collected in 12 areas of native forest adjacent to the eucalyptus in four times of collection: 30 days before, 30, 120 and 180 days after application of the formicide bait with active principle sulfluramida (3%). These areas were separated in three treatments with four replications: no application of the formicide baits (SI), with application of the formicide baits only in the eucalyptus (IE) and formicide baits applied in the eucalyptus and 50 meters inside the native forest (IF). In each area was marked a transect with six points where pitfalls were installed, distant 0, 20, 40, 80, 120 and 160 meters from the edge of the forest to evaluate the richness and composition of ants. In these same points, artificial seeds embedded in an attractive solution (simulating a seed) were arranged to evaluate the rate of seed removal. The richness and composition of ants and the rate of seed removal were not affected by the formicide baits application. We conclude that richness and composition of species and the rate of seed removal is not affected by annual and localized application of formicide baits, in ecotone eucalyptus-native forest of Rio Doce Region.

Key words: Atlantic forest, eucalyptus, sulfluramide, seed, Formicidae, temporal.

1 INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica tem grande importância ecológica para a conservação, tendo mais de 20 mil espécies de plantas, 261 de mamíferos, 688 de aves, 200 de répteis, 280 de anfíbios, entre outros grupos. Possui mais de 8.000 espécies endêmicas, sendo 104 espécies de vertebrados ameaçadas de extinção (RIBEIRO et al., 2009). Apenas 2% da sua área são protegidas, sendo uma das áreas mais antropizadas em território brasileiro (BERNARD et al., 2011; NEVES et al., 2017; DANTAS et al., 2017).

O desmatamento nesse bioma vem aumentando nos últimos anos, gerando perda da diversidade biológica e das funções associadas (FOLGARAIT, 1998; QUEIROZ et al., 2006; SCHMIDT & DIEHL, 2008; GOMES et al., 2010). Parte da área desmatada foi ocupada por plantações de eucalipto (IBÁ, 2016). Parte destas são certificadas por organizações, como o FSC (Forest Stewardship Council), que determina aos produtores destinar à conservação 0,7 hectare para cada hectare plantado (IBÁ, 2016). Essas áreas conservadas pelos reflorestadores apresentam grande importância para a manutenção da biodiversidade local, por ofertar um ambiente com maior complexidade de habitats, proporcionar a manutenção da qualidade de corpos d'água, maior oferta de recursos e estratificação vertical (SANT'ANA, et al., 2008). Além disso, favorece o controle biológico natural de insetos, reduzindo a densidade de insetos-praga, levando a redução de custos para o controle (ZANETTI et al., 2000; QUEIROZ et al., 2006).

Nas plantações de eucalipto é necessária a aplicação de formicidas para o controle de formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, pois são consideradas pragas importantes (ARNHOLD et al., 2013; DELLA LÚCIA et al., 2014) e são amplamente distribuídas no território brasileiro (PIMENTA et al., 2007). Dentre os formicidas destacam-se as iscas granuladas à base de sulfluramida (LARANJEIRO & JANÚNCIO, 1995; ZANETTI et al., 2003, ZANETTI et al., 2004, RAMOS et al., 2003; DELLA LÚCIA et al., 2014). Algumas das aplicações dessas iscas podem se estender às bordas das florestas nativas adjacentes aos eucaliptais. Ramos et al. (2003) aponta que estas iscas podem ser carregadas por outras espécies de formigas “não-alvo”, podendo reduzir a sua diversidade e interferir nas funções desempenhadas por elas nestes ambientes. No entanto, a influência dessas iscas formicidas depende da forma de aplicação, que pode ser localizada (localiza-se o olheiro e a

isca é disposta nas proximidades) ou sistemática (aplicação da isca de metros em metros com espaçamentos pré-determinados). E também da toxicidade do inseticida utilizado (DELLA LÚCIA et al., 2014).

As formigas realizam importantes funções ecológicas, como cicloras de nutrientes (CORRÊA *et al.*, 2010; DEL TORO et al., 2015; EWERS et al., 2015), dispersoras de diásporos (COSTA et al., 2007; FARNESE, et al., 2011; LEAL et al., 2011;) polinizadoras (GIRÃO et al., 2007), predadoras de outros insetos (RAO, 2001, EWERS et al., 2015; KARBAN et al., 2017), sendo apontadas como inseto-chave no ecossistema (FOWLER et al., 1989). Por isto são eficientes bioindicadoras (HOFFMANN, 2010; RIBAS et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2015). A função dispersão de diásporos pelas formigas pode aumentar a oportunidade de germinação (ESPÍRITO SANTO, 2007; BEAUMONT et al., 2011) auxiliando a revegetação de áreas e favorecendo a heterogeneidade ambiental.

A maioria dos estudos de comunidades de formigas em eucaliptais avaliou a diversidade de espécies presentes no interior do plantio de eucalipto (e.g. ARAUJO et al., 1997; FONSECA & DIEHL, 2004, MENTONE, et al., 2011) e nas florestas nativas (BACCARO et al., 2011; SILVA et al., 2011). Alguns avaliaram o efeito da aplicação de formicidas e herbicidas sobre a diversidade no interior de eucaliptais (SILVA, 2007). No entanto, o conhecimento sobre a extensão dos efeitos da isca formicida sobre as funções desempenhadas por espécies de formigas não-alvo nas áreas nativas adjacentes aos eucaliptais é inexplorado. Tal estudo é relevante do ponto de vista ecológico e econômico, pois pode direcionar mudanças de práticas de controle de pragas visando maior proteção da biodiversidade local.

Desta forma, o objetivo deste estudo foi responder a pergunta: Qual o efeito da aplicação de iscas formicidas em eucaliptais sobre a comunidade de formigas e a remoção de diásporos em florestas nativas adjacentes ao longo do tempo? Para isso testamos as hipóteses de que: (i) a aplicação da isca formicida no eucaliptal e ou na borda da floresta nativa adjacente reduz a riqueza e a remoção de diásporos pelas formigas e modifica a composição de espécies de formigas em florestas nativas adjacentes ao eucaliptal; (ii) a riqueza e a remoção de diásporos de espécies serão maiores no interior do que na borda de florestas nativas adjacentes ao eucaliptal.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Conduzimos o estudo em florestas inseridas no Domínio Fitogeográfico Mata Atlântica adjacentes à plantios de eucalipto, no Vale do Rio Doce, estado de Minas Gerais,

Brasil. As coletas ocorreram entre junho de 2016 e março de 2017, em 12 áreas de floresta nativa adjacentes à 12 talhões de eucalipto, com área média de 30ha.

A área de floresta nativa possui vegetação secundária arbórea em diferentes estágios, com predominância de trechos em estágio intermediário de regeneração. As áreas de plantações de eucalipto possuíam cinco anos de idade, com espaçamento entre árvores de 3,33 m x 3 m. A temperatura média anual é 23,8°, com pluviosidade média anual de 1138mm. Esta região é caracterizada por períodos de seca (Abril à Setembro) e período chuvoso (Outubro a Março).

2.2 Desenho amostral

Utilizamos 12 áreas de florestas nativas adjacentes às plantações de eucalipto distribuídas em três tratamentos: sem aplicação da isca formicida no eucaliptal e na floresta nativa (SI), com aplicação da isca formicida somente no interior do eucaliptal (IE) e com aplicação da isca formicida no interior do eucaliptal e em 50 metros no interior da floresta nativa em relação à borda (IF). Essas áreas estavam sem a aplicação de isca formicida por um período de dois anos. Tais tratamentos simularam os utilizados na região para o controle de formigas cortadeiras. Onde são aplicadas anualmente as iscas formicidas, com princípio ativo sulfluramida (3%), na estação seca. Os olheiros são localizados e nas suas proximidades, uma quantidade da isca é disposta no solo proporcional à quantidade de terra solta em volta desses olheiros.

Utilizamos quatro repetições de cada tratamento (réplicas espaciais), com distância mínima de 300 m uma da outra. Em cada área foi demarcado um transecto de 160 metros de distância, perpendicular a borda da floresta nativa. Em cada transecto coletamos em seis pontos amostrais, a uma distância da borda de zero, 20, 40, 80, 120 e 160 metros. As coletas foram realizadas: 30 dias antes, 30, 120 e 180 dias após a aplicação da isca formicida a base de sulfluramida (0,3%) numa dosagem de 2,0 kg/ha.

2.3 Coleta dos dados

Para a avaliação da diversidade de formigas instalamos um pitfall epigeico (11 cm de diâmetro, 750 ml de volume) em cada ponto amostral. Os pitfalls continham uma substância composta por água, sal e detergente e permaneceram no campo por 48 horas. As formigas coletadas foram separadas em morfoespécies identificadas até gêneros (chaves de Palacio & Fernández, 2003 e Baccaro et al., 2015). E inseridas na coleção do Laboratório de Manejo de

Pragas Florestais (Departamento de Entomologia, UFLA). Para identificação foi utilizada a chave de gêneros de Palacio & Fernández (2003) e Baccaro et al. (2015).

Para a avaliação da remoção de diásporos foram dispostas 50 sementes artificiais por ponto amostral sobre papel filtro (10 cm diâmetro). Elas foram feitas com miçangas na cor laranja de 0,03g e 2 mm de diâmetro, cobertas com uma solução de gordura vegetal (75%), frutose (4.8%), sacarose (0.5%), glicose (4.7%), caseína (7%), carbonato de cálcio (3%), e maltodextrina (5%), conforme descrito por Raimundo et al. (2004), incluindo-as na categoria de sementes pequenas de acordo com a proposta de Pizo e Oliveira (2001). As sementes artificiais foram dispostas das 7:00 h as 11:00h. Após este período, foi contado o número de sementes removidas (que estavam distantes 30 cm do ponto de instalação (CHRISTIANINI & OLIVEIRA, 2010; RABELLO et al., 2014). O valor correspondente as sementes removidas foram transformados em percentagem para serem utilizados nas análises como taxa de remoção de sementes.

2.4 Análise dos dados

Para verificar a influência da aplicação de iscas formicidas sobre a riqueza de espécies de formigas e a remoção (%) de sementes por formigas no tempo e nas diferentes distâncias de coleta foram ajustados modelos lineares mistos generalizados (GLMM), usando-se a distribuição de erros Binomial para remoção e Poisson para riqueza. Os transectos foram considerados como efeito aleatório em cada uma das repetições e as demais variáveis (tempo e distância) como efeito fixo na construção do modelo. Foram inicialmente ajustados modelos lineares mistos generalizados completos e posteriormente, apenas as variáveis significativas foram adotadas no modelo final, quando significativo, se comparado ao modelo nulo (χ^2 ; $p < 0,05$). Em caso de significância das variáveis explicativas, os níveis dos fatores foram desdobrados par a par sobre o modelo ajustado (ROSARIO-MARTINEZ, 2015). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o emprego do software R (R Development Core Team, 2015) e com o uso dos pacotes estatístico nlme (PINHEIRO E BATES, 2017) e phia (ROSARIO-MARTINEZ, 2015).

Para avaliarmos a similaridade na composição de espécies entre os tratamentos e no tempo, submetemos os dados de presença e ausência em cada amostra a uma ordenação multidimensional não métrico (NMDS: nonmetric multidimensional scaling). Nossa medida de similaridade foi o índice de Jaccard. Repetindo o processo nos tempos (30 dias antes, 30, 120 e 180 dias após a aplicação da isca) e para cada tratamento (sem isca-SI; isca no eucalipto-IE e isca no eucalipto e floresta-IF). A matriz de dados original foi submetida a uma

Análise de Similaridade (ANOSIM), onde consideramos o tempo e os tratamentos, verificando se há diferenças na composição dos grupos pré-estabelecidos.

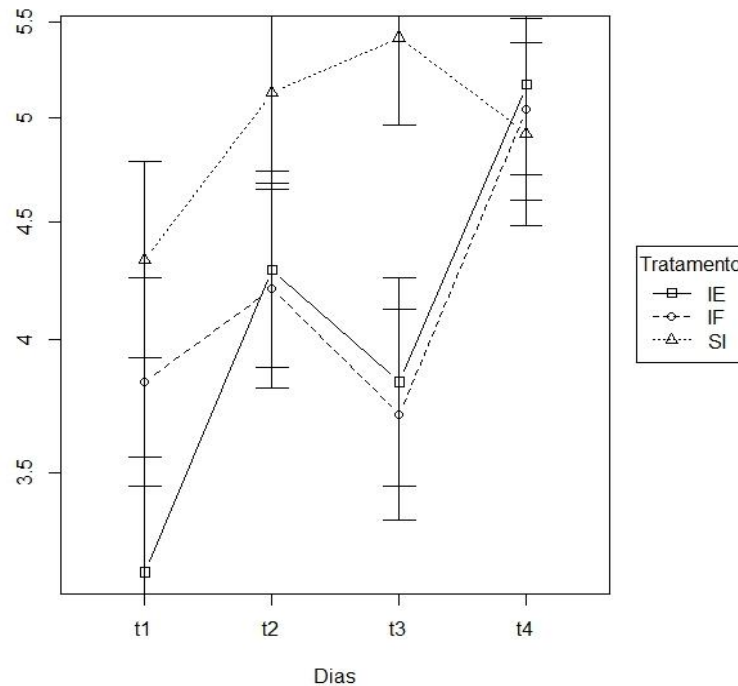
3 RESULTADOS

3.1 Riqueza de formigas

Foram encontradas 130 morfoespécies de formigas distribuídas em sete subfamílias: Myrmicinae, Dolichoderinae, Formicinae, Ponerinae, Ectatomminae, Dorylinae e Pseudomyrmecinae. A subfamília com maior número de gêneros foi a Myrmicinae tendo o gênero *Pheidole* com maior ocorrência. A subfamília Formicinae foi a segunda com maior número de gêneros.

A riqueza de formigas não diferiu entre os tratamentos 30 dias antes (Resid. Deviance= 4,402; Dev. Resid.=119,43; $p= 0,110$) da aplicação da isca formicida, 30 dias depois (Resid. Deviance= 2,664; Dev. Resid.=82,205; $p= 0,263$) e 180 dias após (Resid. Deviance= 0,148; Dev. Resid.=69,606; $p= 0,928$). No entanto, a riqueza diferiu aos 120 dias após aplicação da isca formicida (Resid. Deviance= 9,731; Dev. Resid.=71,540; $p= 0,007$), sendo semelhante entre os tratamentos IE e IF e menor em relação ao tratamento SI (Figura 1).

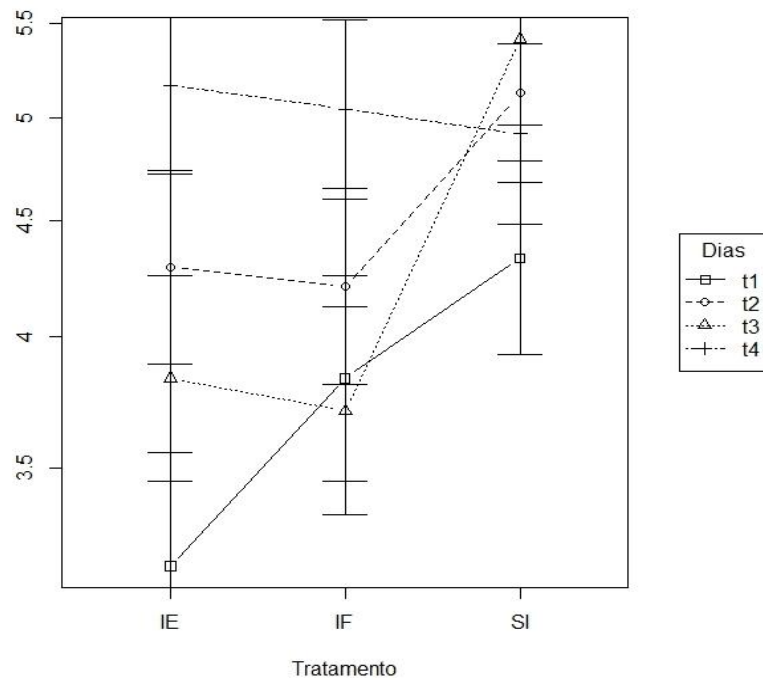
Figura 1- Riqueza média de formigas nos tempos de coleta.



Fonte: Do Ator (2018)

As áreas sem aplicação da isca formicida (SI) ($F= 0.6635$, Deviance= 415.895, Df. Residual= 90; $p= 0.5711$) e as áreas com aplicação da isca na floresta nativa (IF) ($F= 1.304$; Deviance= 380.9; Df. Residual= 87; $p= 0.275$;) não diferiram em relação à riqueza de espécies ao longo do tempo. Assim como nas áreas onde se aplicou a isca formicida no eucalipto (IE) ($F= 5.382$; Deviance= 365.2; Df. Residual= 83; $p= 0.99$) (Figura 2).

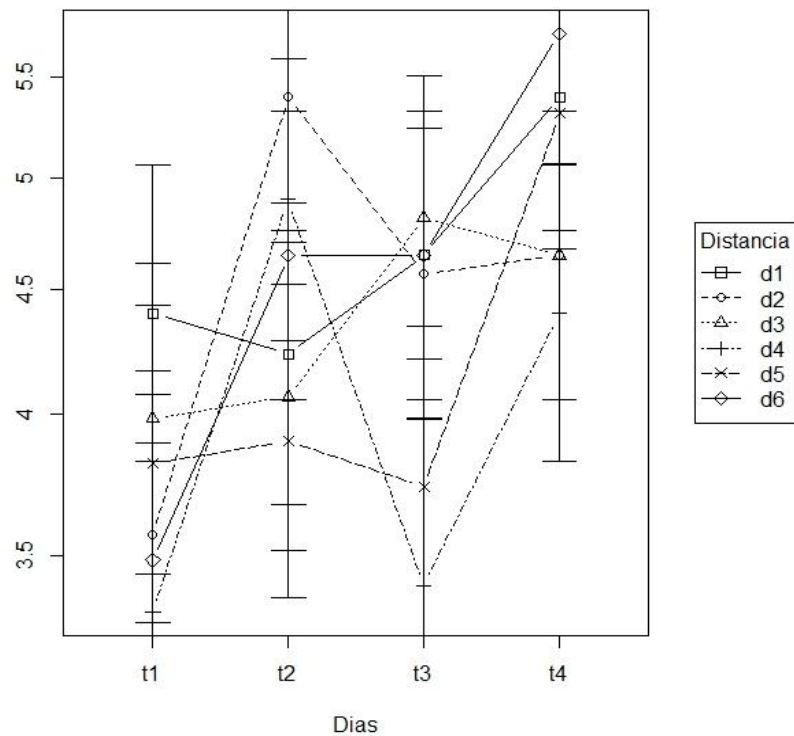
Figura 2. Riqueza média de formigas para cada tratamento no tempo.



Fonte: Do autor (2018).

A riqueza de formigas não variou em relação à distância aos 30 dias antes da aplicação da isca formicida (Resid. Deviance= 2.419; Dev. Resid.=121.41; $p= 0,788$); aos 30 dias após (Resid. Deviance= 4,194; Dev. Resid.=80.675; $p= 0,521$); aos 120 dias após (Resid. Deviance= 4,932; Dev. Resid.=76.338; $p= 0,424$) e aos 180 dias após a aplicação da isca formicida (Resid. Deviance= 3.324; Dev. Resid.=66,430; $p= 0,650$) (Figura 3).

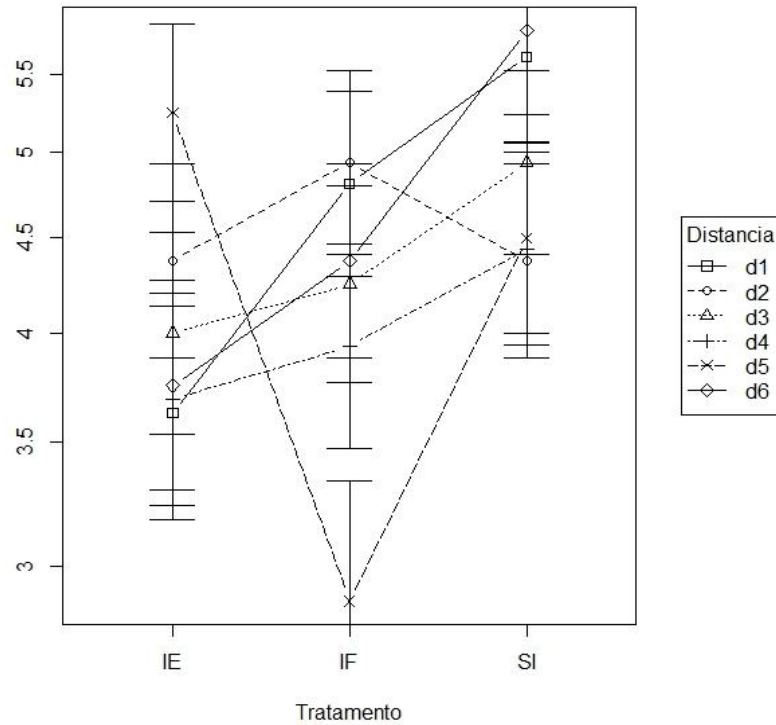
Figura 3 - Riqueza média de formigas em diferentes distâncias em relação à borda.



Fonte: Do autor (2018).

Observamos que a riqueza de espécies não variou entre as distâncias em relação à borda na área sem aplicação da isca formicida (SI) ($F= 1.099$, Deviance= 412.5, Df. Residual= 88; $p= 0.364$), e também, na área onde a isca foi aplicada somente no eucalipto ($F= 1.609$, Deviance= 372.9, Df. Residual= 81; $p= 0.151$). Mas a riqueza foi alterada na área onde houve aplicação da isca formicida na floresta (IF) onde a riqueza a 20 m da borda foi menor em relação à distancia 1 (160 m) (Df= 1; $Chisq=7.642$; $p=0.005$), à distância 2 (120m) (Df=1; $Chisq=6,594$; $p= 0.100$), à distância 4 (80 m) (Df=1; $Chisq=4.192$; $p=0.406$), e à distância 6 (0m) (Df=1; $Chisq=4.893$; $p=0.026$) (Figura 4).

Figura 4 - Riqueza média de formigas para cada tratamento em diferentes distâncias.

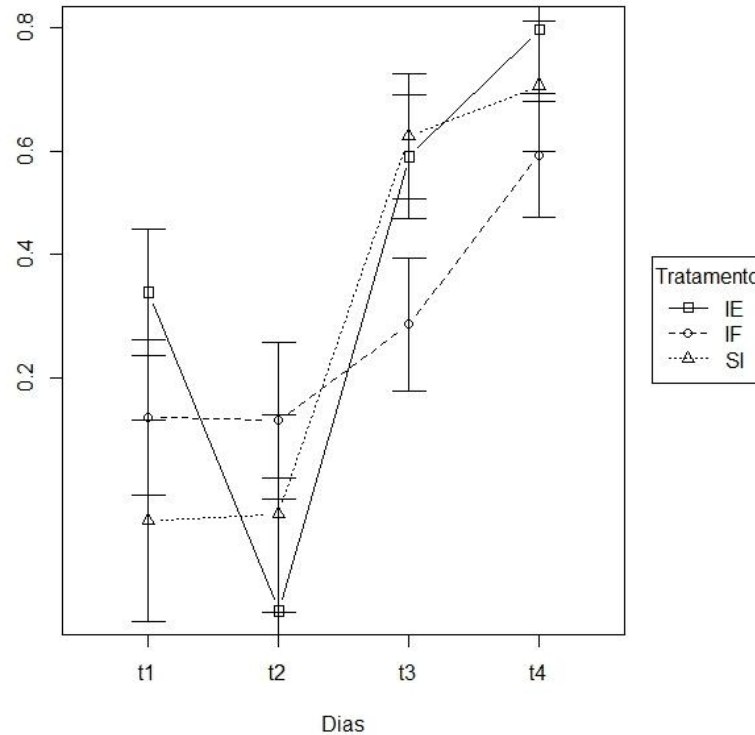


Fonte: Do autor (2018).

3.2 Remoção de sementes

A taxa de remoção de sementes não diferiu entre os tratamentos aplicados aos 30 dias antes da aplicação da isca formicida (Resid. Deviance= 3,923; Dev. Resid.=43,437; $p=0,140$), 30 dias após (Resid. Deviance= 1,361; Dev. Resid.=40,54; $p=0,50$); e 180 dias após (Resid. Deviance= 0,603; Dev. Resid.= 46,230; $p=0,739$). Aos 120 dias após a aplicação da isca formicida houve diminuição da taxa de remoção no tratamento onde se aplicou isca formicida na floresta em relação aos demais tratamentos (Resid. Deviance= 4,634; Dev. Resid.= 52,854; $p=0,038$) (Figura 5).

Figura 5 - A taxa de remoção de sementes entre os tratamentos no tempo.

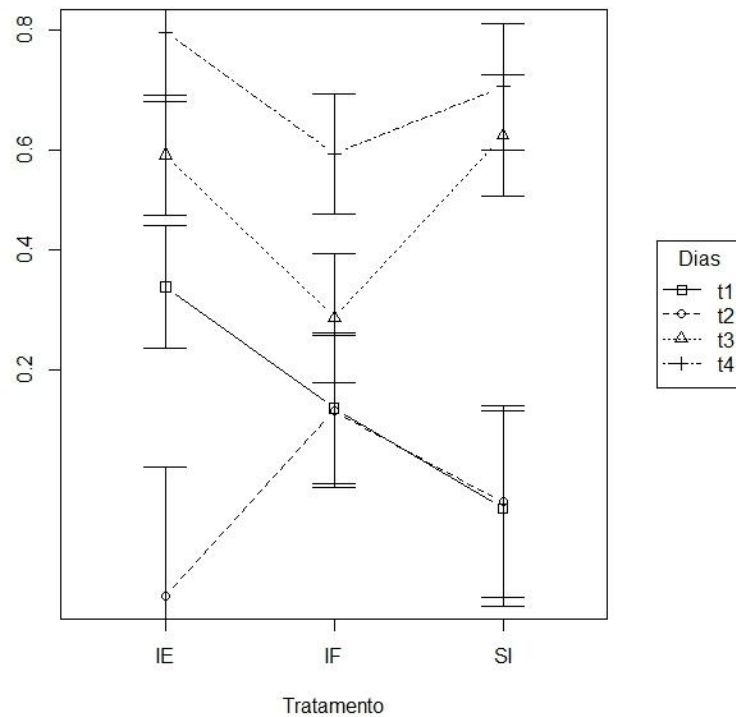


Fonte: Do autor (2018).

As áreas sem aplicação da isca formicida (SI) diferiram em relação à remoção de sementes ao longo das coletas realizadas ($F= 8.764$, Deviance= 88.3, Df. Residual= 91; $p= 1.957e-08$). As taxas de remoção foram semelhantes aos 30 dias antes e 30 dias após da aplicação da isca formicida. Porém, foram menores quando comparadas com as taxas de remoção de sementes aos 120 e 180 dias após a aplicação (Figura 6).

A taxa de remoção de sementes variou entre os períodos de coleta nas áreas onde se aplicou a isca formicida no eucalipto (IE) ($F= 6.770$; Deviance= 95.3; Df. Residual= 91; $p= 6.68e-08$). A taxa foi maior 30 dias antes da aplicação da isca formicida do que 30 dias após, porém foi menor do que 180 dias após a aplicação da isca formicida. Aos 30 dias após a aplicação da isca formicida a taxa de remoção foi menor do que 120 dias e 180 dias após a aplicação (Figura 6). A aplicação da isca formicida na floresta nativa (IF) alterou a taxa de remoção de sementes ao longo do tempo ($F= 4,732$; Deviance= 100.0; Df. Residual= 91; $p= 0.002$). A remoção foi maior 180 dias após a aplicação da isca formicida em relação à 30 dias antes, 30 e 120 dias após a aplicação da isca formicida (Figura 6).

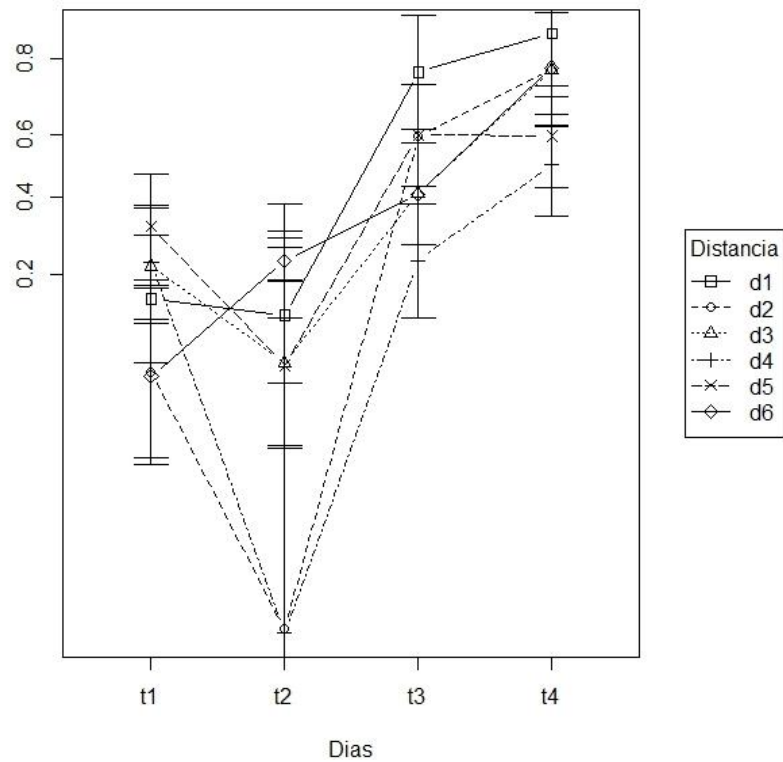
Figura 6 - Taxa de remoção de sementes para cada tratamento entre os dias.



Fonte: Do autor (2018).

A remoção de sementes não se alterou em relação à borda da floresta aos 30 dias antes da aplicação da isca formicida (Resid. Deviance= 2.042; Dev. Resid.= 45.318; $p= 0,843$); aos 30 dias após (Resid. Deviance= 3.576; Dev. Resid.= 38.327; $p= 0,611$); aos 120 dias (Resid. Deviance= 2.398; Dev. Resid.= 55.091; $p= 0,791$) e aos 180 (Resid. Deviance=2.915; Dev. Resid.= 43.918; $p= 0,713$) (Figura 7).

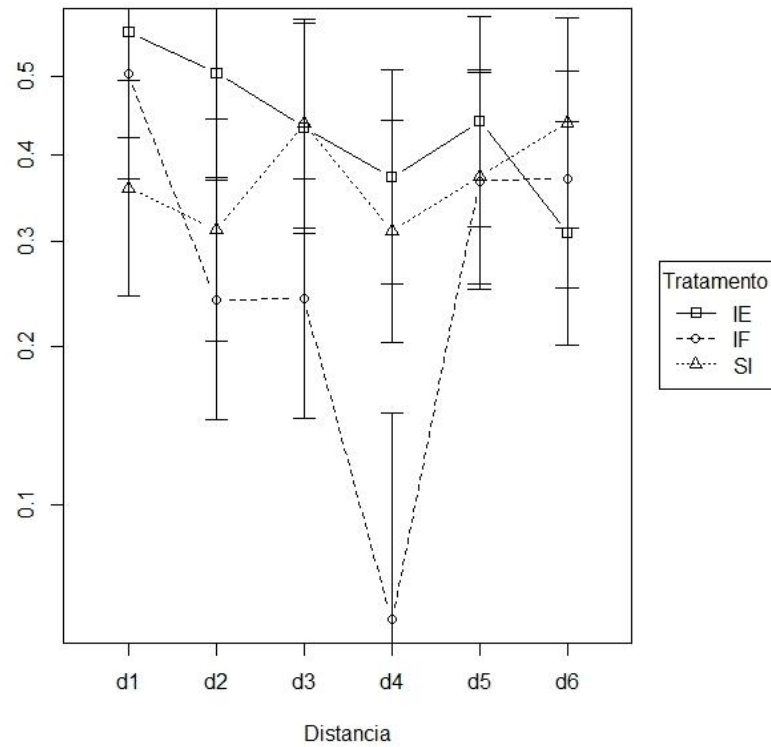
Figura 7 - Taxa de remoção de sementes entre os períodos de coleta em diferentes distâncias.



Fonte: Do autor (2018).

A taxa de remoção de sementes não se alterou em relação à borda nas áreas onde não houve a aplicação da isca formicida (SI) ($F= 0,211$; $df.resid= 89$; $deviance= 125.9$; $p=0.956$); assim como nas áreas onde a isca formicida foi aplicada somente no eucalipto (IE) ($F= 0,506$; $df.resid= 89$; $deviance= 128.9$; $p=0.622$). Nas áreas onde houve a aplicação da isca formicida na floresta (IF) a riqueza foi menor a 40 metros quando comparado as distancias 160m ($Df=1$; $Chisq=6.265$; $p=0.012$); 120 m ($Df=1$; $Chisq=4.051$; $p=0.0441$); e 0m ($Df=1$; $Chisq=4.051$; $p=0.0441$) (Figura 8).

Figura 8 - Taxa de remoção de sementes nas distancias entre os tratamentos.

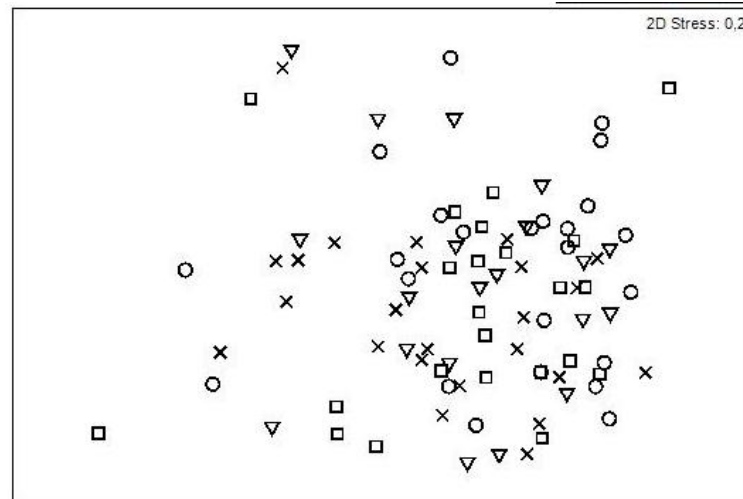


Fonte: Do autor (2018).

3.3 Composição da comunidade

A composição de espécies não foi alterada entre os tratamentos aplicados, assim como entre os períodos de coleta (ANOSIM – R: 0,011). Demonstrando que a aplicação da isca formicida na floresta não impactou a composição de espécies presente nas áreas (Figura 9).

Figura 9 – Composição de formigas no tempo



Legenda- Composição de espécies de formigas em fragmentos de floresta nativa secundária em diferentes períodos: 30 dias antes da aplicação da isca formicida (triângulo); 30 dias após (círculo); 120 dias após (quadrado) e 180 dias (x) após a aplicação da isca. Fonte: Do autor (2018).

4 DISCUSSÃO

A aplicação da isca formicida na floresta nativa (IF) e no interior do plantio de eucalipto (IE) não alterou a riqueza da comunidade de formigas da floresta nativa ao longo do tempo, exceto aos 120 dias após a aplicação da isca, quando a riqueza foi menor que nas áreas onde não houve aplicação da isca formicida (SI), possivelmente devido ao efeito tardio da isca formicida, descrito por Boareto & Forti (1997). Assim como ocorreu com a taxa de remoção de sementes, que aos 120 dias foi menor onde ocorreu aplicação da isca formicida na borda da floresta (IF). No entanto, a riqueza e a taxa de remoção de sementes aos 180 dias após a aplicação foram semelhantes entre os tratamentos. Tiede e colaboradores (2017) apontam a riqueza de formiga como um bom parâmetro para ser utilizado em relação à variações abióticas, sendo o indicador utilizado neste artigo para descrever o efeito da isca sobre a comunidade deste organismo.

As formigas podem responder de diferentes formas aos mais diversos tipos de inseticidas e formas de aplicação. Como verificado por Steinbauer e Peveling (2011) que observaram diminuição da riqueza de formigas na aplicação de inseticida fipronil, com aplicação aérea em uma dosagem de 415 ml/na. O inseticida fipronil possui ação rápida e maior toxicidade, por ser um inseticida de contato e atuar no sistema nervoso central. O que

difere da isca formicida com princípio ativo sulfluramida, utilizado nesta pesquisa, que possui efeito retardado e baixa toxicidade, com contaminação por trofalaxia (Tofolo, 2007). Essas características do inseticida fipronil podem ter levado a diminuição da diversidade de formigas, diferindo do observado em nosso estudo. A forma de aplicação também pode ser determinante para os organismos, o que foi investigado por Knon e colaboradores (2005) que observaram que a riqueza de formigas em áreas com aplicação de inseticida aéreo Fenitrothion (50% EC- 1,8 kg/ha) para controle de doença em Pinus não diferiu das áreas sem aplicação. A forma sistemática de aplicação da isca formicida com o princípio ativo sulfluramida teve efeito negativo sobre a comunidade de formigas em eucaliptal, como descrito por Ramos e colaboradores (2003). Assim, há evidências de que diferenças entre a forma de aplicação da isca formicida (sistemática ou localizada) pode gerar resultados contrastantes.

Reduções da riqueza de formigas poderiam ser causadas pela ingestão direta do inseticida ou pela ingestão de carcaças de formigas contaminadas (RAMOS et al., 2003). A ausência do efeito da isca formicida na comunidade de formigas presente nos ambientes estudados pode indicar que a isca não é encontrada e/ou forrageada por espécies não-alvo a uma quantidade suficiente para reduzir a sua população. Isto se deve ao fato das iscas formicidas serem dispostas nas proximidades dos olheiros das formigas cortadeiras (formigas alvo). Além de diminuir a possibilidade de encontro da isca pelas formigas, minimiza ainda mais a contaminação do ambiente, uma vez que a isca formicida, com princípio ativo sulfluramida, possui ação lenta e rápida degradação (DELLA LÚCIA et al., 2014). Ramos et al. (2003) constatou que a aplicação sistemática de isca formicida reduziu a riqueza de espécies em 60 dias após a aplicação, sendo mais impactante do que a aplicação localizada próxima aos olheiros dos ninhos das cortadeiras.

Outro fator que pode ter influenciado este resultado é a quantidade de isca aplicada (2,0kg/ha) nas áreas e a frequência de aplicação (uma vez ao ano). As formigas apresentam comportamento oportunista, onde muitas vezes, removem o recurso antes de outras chegarem (WILSON, 1987). A quantidade de isca disponível para o carregamento por outras espécies pode ser mínima, uma vez que as cortadeiras carregam a isca para dentro do ninho impedindo de ser encontrada por outras espécies, evitando a manipulação e contaminação destas.

A riqueza e taxa de remoção menor apresentada aos 30 dias antes e 30 dias após a aplicação da isca formicida pode ter sido influenciada pela sazonalidade, pois foi medida em período seco enquanto as coletas posteriores (120 e 180 dias após a aplicação da isca formicida) ocorreram em período quente e chuvoso, que segundo Rabelo et al. (2015) é o

período propício ao aumento da riqueza. O mesmo foi verificado por Silva (2007) que observou efeito da sazonalidade sob a comunidade de formigas em plantios de eucalipto.

A taxa de remoção de sementes não foi alterada entre os tratamentos aplicados, mesmo com a variação aos 120 dias, a taxa retorna na mesma proporção que os demais períodos de avaliação aos 180 dias. Isto reforça a ideia do retorno da comunidade às condições anteriores à aplicação da isca formicida. A remoção de sementes no ambiente com a aplicação da isca formicida na floresta e no eucaliptal foi semelhante aos ambientes em que não houve esta aplicação em todos os demais períodos: 30 dias antes, 30 e 180 dias após a aplicação da isca formicida. A taxa de remoção de sementes esta sendo relacionada com a função dispersão de sementes, pois a capacidade de remoção de sementes se relaciona com a funcionalidade das formigas em redistribuí-las e assim auxiliar na dispersão secundária de sementes (Costa et al. 2007). A riqueza pode estar relacionada com a ocorrência das funções ecológicas. Quanto maior a riqueza, maior a possibilidade de se observar mais funções.

A taxa de remoção de sementes apresentou variações ao longo do tempo, no entanto, as últimas coletas apresentaram valores altos. Isto pode indicar que a dinâmica da comunidade de formigas é influenciada por fatores climáticos. Possivelmente este aumento da taxa de remoção pode ser atribuído ao aumento da precipitação, ocasionando mudanças da vegetação, o que garante maior diversidade de recursos, além de condições (temperatura e umidade) propícias ao forrageamento. Isso demonstra que a sazonalidade é um forte fator para essa comunidade, assim como, na manutenção das funções ecossistêmicas. Karban et al. (2017) apontam a interação entre os fatores climáticos (precipitação) com a abundância e distribuição das formigas, evidenciando que possuem uma relação onde seus mecanismos precisam ser melhor entendidos.

A riqueza e a taxa de remoção de sementes não variaram da borda em relação ao interior da floresta entre períodos de coleta. O que pode indicar pouca variação das condições ambientais na floresta nativa. Algumas diferenças da riqueza e remoção foram observadas entre a área em que a isca formicida foi aplicada na floresta em relação à distância da borda, no entanto, não há um gradiente de condições que possa ser explicativo. São alterações pontuais no meio do transecto (40 e 120 metros) e que podem estar relacionadas com clareiras e ou outras alterações na estrutura da vegetação, como heterogeneidade de plantas e estratificação.

Verificamos similaridade na composição entre os períodos de avaliação e os tratamentos, pois os gêneros de formigas descritos como dispersores de sementes apareceram frequentemente nas amostras em diferentes tempos independente do tratamento. A função de

dispersão de sementes foi descrita sendo executada pelos gêneros que foram coletados neste trabalho com grande representatividade como *Pheidole*, *Ectatomma*, *Atta*, *Acromyrmex*, *Camponotus*, *Pachycondyla*, *Crematogaster* e *Solenopsis* entre outros (COSTA et al., 2007; FARNESE et al., 2011; RABELLO et al., 2014; GUTIERREZ-RAPALINO & DOMINGUEZ-HAYDAR, 2017).

Concluimos que a riqueza e composição de espécies e a taxa de remoção de sementes não são afetadas pela aplicação anual e localizada de iscas formicidas, na dosagem de 2kg/ha. A riqueza e composição de espécies e a taxa de remoção de sementes no interior das florestas nativas da região é semelhante à da borda dessas florestas.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, MÁRCIO S.; DELLA LUCIA, TEREZINHA MC; MAYHÉ-NUNES, ANTONIO J. **Levantamento de Attini (Hymenoptera, Formicidae) em povoamento de Eucalyptus na região de Paraopeba, Minas Gerais, Brasil.** Revista Brasileira de Zoologia, v. 14, n. 2, p. 323-328, 1997.
- ARNHOLD, A; MAGISTRALI, I.C; DOS ANJOS, N. **Espécies florestais e formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) em Viçosa, Minas Gerais.** Pesquisa Florestal Brasileira, v. 33, n. 74, p. 215-219, 2013.
- BACCARO, F. B.; KETELHUT, S. M.; MORAIS, J. W. de. **Efeitos da distância entre iscas nas estimativas de abundância e riqueza de formigas em uma floresta de terra-firme na Amazônia Central.** Acta Amazonica, v. 41, n. 1, p. 116-122, 2011.
- BACCARO, F. B., FEITOSA, R. M., FERNÁNDEZ, F., FERNANDES, I. O., IZZO, T. J., SOUZA, J. L. P., & SOLAR, R. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil.** Manaus: Editora INPA, 2015.
- BEAUMONT, P, K; MACKAY, D. A.; WHALEN, M. A. **Interactions between ants and seeds of two myrmecochorous plant species in recently burnt and long-unburnt forest sites.** Austral Ecology. 36, 767–778. 2011. Doi:10.1111/j.1442-9993.2010.02215.x
- BERNARD, ENRICO E., MELO, F. P., & PINTO, S. R. **Challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Atlantic Forest in face of bioethanol expansion.** Tropical Conservation Science, v. 4, n. 3, p. 267-275, 2011.
- BOARETTO, M. A. C.; FORTI, L. C. **Perspectivas no controle de formigas cortadeiras.** Série técnica IPEF, v. 11, n. 30, p. 31-46, 1997.
- CHRISTIANINI, A.; OLIVEIRA, P. **Birds and ants provide complementary seed dispersal in a neotropical savanna.** Journal of Ecology, 98: 573 – 582, 2010.
- CORRÊA, M. M., SILVA, P. S., WIRTH, R., TABARELLI, M., & LEAL, I. R. **How leaf-cutting ants impact forests: drastic nest effects on light environment and plant assemblages.** Oecologia, v. 162, n. 1, p. 103, 2010.
- COSTA, Ú. A. S., OLIVEIRA, M., TABARELLI, M., & LEAL, I. R. **Dispersão de sementes por formigas em remanescentes de floresta atlântica nordestina.** Revista Brasileira de Biociências, v. 5, n. S1, p. pg. 231-235, 2007.
- DANTAS, M.S., ALMEIDA, N. V., DOS SANTOS MEDEIROS, I., & DA SILVA, M. D. **Diagnóstico da vegetação remanescente de Mata Atlântica e ecossistemas associados em espaços urbanos.** Journal of Environmental Analysis and Progress, v. 2, n. 1, p. 87-97, 2017.

DELLA LUCIA, TEREZINHA; GANDRA, LAILLA C.; GUEDES, RAUL N. C. **Managing leaf-cutting ants: peculiarities, trends and challenges.** Pest management science, v. 70, n. 1, p. 14-23, 2014.

DEL TORO, I.; RELENA R. R.; AARON M. E. **Ant-mediated ecosystem functions on a warmer planet: effects on soil movement, decomposition and nutrient cycling.** Journal of Animal Ecology 84 (5): 1233-1241, 2015. Doi:10.1111/1365-2656.12367

ESPÍRITO SANTO, M. M. **Secondary seed dispersal of *Ricinus communis* iaspore (Euphorbiaceae) by ants in secondary growth vegetation in Minas Gerais.** Revista Árvore, v. 31, n. 6, 2007.

EWERS, R. M., BOYLE, M. J., GLEAVE, R. A., PLOWMAN, N. S., BENEDICK, S., BERNARD, H., ... & DAVIES, R. G. **Logging cuts the functional importance of invertebrates in tropical rainforest.** Nature communications, v. 6, ncomms7836, 2015.

FARNESE, F.S.; AMPOS, R. B. F.; FONSECA, G. A. **Dispersão de diásporos não mirmecocóricos por formigas: influência do tipo e abundância do diásporo.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v.35, n.1, p.125-130, 2011.

FOLGARAIT, P.F. **Ant biodiversity and its relationship to ecosystem function: A review.** Biodivers. Conserv. 7: 1221- 1244. 1998.

FONSECA, R.C. & E. DIEHL. **Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoamentos de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) de diferentes idades no Rio Grande do Sul, Brasil.** Rev. Bras. Entomol. 48: 95-100, 2004.

FOWLER, H.G. **Distribution patterns of Paraguayan leaf-cutting ants (*Atta* and *Acromyrmex*)(Formicidae: Attini).** Studies on Neotropical Fauna and Environment, v. 18, n. 3, p. 121-138, 1983.

GIRÃO, L.C.; LOPES, A.V.; TABARELLI, M.; BRUNA, E.M. **Changes in tree reproductive traits reduce functional diversity in a fragmented Atlantic forest landscape.** Plos One 2: 980. 2007.

GOMES, JULIANA P.; IANNUZZI, LUCIANA; LEAL, INARA R. **Resposta da comunidade de formigas aos atributos dos fragmentos e da vegetação em uma paisagem da Floresta Atlântica Nordestina.** Neotropical Entomology, v. 39, n. 6, p. 898-905, 2010.

GOMES, D. S., ALMEIDA, F. S., VARGAS, A. B., & QUEIROZ, J. M. **Resposta da assembleia de formigas na interface solo-serapilheira a um gradiente de alteração ambiental.** Iheringia, Série Zoologia, v. 103, n. 2, p. 104-109, 2013.

GUTIERREZ-RAPALINO, B. P.; DOMÍNGUEZ-HAYDAR, Y. **Contribución de *Pheidole fallax* y *Ectatomma ruidum* (Hymenoptera: Formicidae) na la dispersión y germinación de semillas na áreas rehabilitadas de la mina de carbón del Cerrejón, Colombia.** Revista de Biología Tropical, v. 65, n. 2, p. 575-587, 2017.

HOFFMANN, B. D. **Using ants for rangeland monitoring: global patterns in the responses of ant communities to grazing.** Ecological Indicators, 10(2), 105-111, 2010.

IBÁ – **Indústria Brasileira de Árvores**. Relatório IBÁ 2016. São Paulo: 2016. Disponível em: < ias://www.iba.org/shared/iba_2016_pt.pdf>. Acesso em 14 set. 2016.

KARBAN, R., GROF-TISZA, P., & HOLYOAK, M. **Wet Years Have More Caterpillars: Interacting Roles of Plant Litter and Predation by Ants**. *Ecology*, 2017.

KWON, TAE-SUNG et al. **Effects of aerial insecticide sprays on ant communities to control pine wilt disease in Korean pine forests**. *Applied entomology and zoology*, v. 40, n. 4, p. 563-574, 2005.

LEAL, I. R.; WIRTH, R.; TABARELLI, M. **Dispersão de sementes por formigas cortadeiras**. *Formigas cortadeiras. Da bioecologia ao manejo*. Editora da Universidade de Vicososa, Vicososa, p. 236-248, 2011.

LARANJEIRO, A. J.; ZANÚNCIO, J. C. **Avaliação da isca à base de sulfluramida no controle de *Atta sexdens rubropilosa* pelo processo dosagem única de aplicação**. *IPEF*, v. 48, n. 49, p. 144-152, 1995.

MENTONE, T.O., DINIZ, E.A., MUNHAE, C.B., BUENO, O.C. & MORINI, M.S.C. **Composition of ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) at litter in areas of semi-deciduous forest and *Eucalyptus* spp., in Southeastern Brazil**. *Biota Neotrop.* 11(2):<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n2/na/abstract?inventory+bn00511022011>.

NEVES, D. M., DEXTER, K. G., PENNINGTON, R. T., VALENTE, A. S., BUENO, M. L., EISENLOHR, P. V., & SAITER, F. Z. **Dissecting a biodiversity hotspot: The importance of environmentally marginal habitats in the Atlantic Forest Domain of South America**. *Diversity and Distributions*, v. 23, n. 8, p. 898-909, 2017.

OLIVEIRA, M. A., GOMES, C. F. F., PIRES, E. M., MARINHO, C. G. S., & DELLA LUCIA, T. M. C. **Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação**. *Ceres*, v. 61, n. 7, 2015.

PIMENTA, L. B., ARAÚJO, M. S.; LIMA, R.; SILVA, J. M. S.; NAVES, V. G. O. **Dinâmica de forrageamento e caracterização de colônias de *Acromyrmex balzani* (emery, 1890) (hymenoptera: formicidae) em ambiente de cerrado goiano**. *Revista científica eletrônica de engenharia florestal – issn 1678- ano v, número, 09, fevereiro de 2007*. Periodicidade: semestral. 2007.

PIZO, M. A.; PASSOS, L.; OLIVEIRA, P. S. **Ants as seed dispersers of fleshy iasporas in Brazilian Atlantic forests. Seed fate: predation, dispersal and seedling establishment**. *CAB International, Wallingford*, p. 315-329, 2005.

PIZO, M. A.; OLIVEIRA, P. S. **Size and lipid content of nonmyrmecochorous iasporas: effects on the interaction with litter-foraging ants in the Atlantic rain forest of Brazil**. *Plant Ecology (formerly Vegetation)* 157: 37-52, 2001.

PINHEIRO J, BATES D, DEBROY S, SARKAR D AND R CORE TEAM (2017). *_nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models_*. R package version 3.1-131, <URL: <https://CRAN.R-project.org/package=nlme>>. Rosario-Martinez, H. (2015). *Phia:*

Post-Hoc Interaction Analysis. R
 package version 0.2-1. <https://CRAN.R-project.org/package=phia>

QUEIROZ, J. M.; ALMEIDA, F. S.; PEREIRA, M. P. S. **Conservação da biodiversidade e o papel das formigas (Hymenoptera: Formicidae) em agroecossistemas.** Floresta e ambiente, v. 13, n. 2, p. 37-45, 2006.

RABELLO, A. M., DE OLIVEIRA BERNARDI, L. F., & RIBAS, C. R. **Testing na artificial aril as a new ant-attractant.** Revista Biociências, 20(1), 2014.

RABELLO, A. M., QUEIROZ, A. C. M. D., LASMAR, C. J., CUISSI, R. G., CANEDO-JÚNIOR, E. O., SCHMIDT, F. A., & RIBAS, C. R. **When is the best period to sample ants in tropical areas impacted by mining and in rehabilitation process?** Insectes sociaux, v. 62, n. 2, p. 227-236, 2015.

RAIMUNDO, R. L. G., GUIMARAES, P. R., ALMEIDA-NETO, M., & PIZO, M. A. **The Influence of Fruit Morphology and Habitat Structure on Ant-Seed Interactions?: A Study with Artificial Fruits by.** Sociobiology 44: 1-10, 2004.

RAMOS, L. D. S., MARINHO, C. G., ZANETTI, R., DELABIE, J. H., & SCHLINDWEIN, M. N. **Impacto de iscas formicidas granuladas sobre a mirmecofauna não-alvo em eucaliptais segundo duas formas de aplicação.** Neotropical Entomology, v. 32, n. 2, p. 231-237, 2003.

RAO, M. **Variation in leaf-cutter ant (*Atta* sp.) densities in forest isolates: the potential role of predation.** J Trop Ecol 16: 209-225. 2001.

RIBAS, C. R., SCHMIDT, F. A., SOLAR, R. R., CAMPOS, R. B., VALENTIM, C. L., & SCHOEREDER, J. H. **Ants as indicators of the success of rehabilitation efforts in deposits of gold mining tailings.** Restoration Ecology, v. 20, n. 6, p. 712-720, 2012.

RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., PONZONI, F.J., AND HIROTA, M.M. **The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed?** Implications for conservation. Biological Conservation 142(6):1141-1153, 2009.

SANT'ANA, M.V., R.B.R. TRINDADE, C.C.S. LOPES, O. Faccenda & W.D. Fernandes. **Forrageamento de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) em Áreas de Mata e Campo de Gramíneas no Pantanal sul-mato-grossense.** Entomo.Brasilis, 1(2): 29 32. 2008. www.periodico.ebras.bio.br/ojs

SILVA, T.G.M. **Estrutura e dinâmica da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em eucaliptais tratados com herbicida e formicida na região de mata atlântica.** Dissertação- Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós-graduação em Agronomia. Área de concentração Entomologia. 2007.

SILVA, P.S.D. BIEBER, A.G.D., CORRÊA, M.M., & LEAL, I.R. **Do leaf-litter attributes affect the richness of leaf-litter ants?** Neotropical entomology, v. 40, n. 5, p. 542-547, 2011.

SCHMIDT, F.A.; DIEHL, E. **What is the effect of soil use on ant communities?** Neotropical Entomology, v. 37, n. 4, p. 381-388, 2008.

STEINBAUER, M. J.; PEVELING, R. **The impact of the locust control insecticide fipronil on termites and ants in two contrasting habitats in northern Australia.** Crop protection, v. 30, n. 7, p. 814-825, 2011.

TIEDE, Y., SCHLAUTMANN, J., DONOSO, D. A., WALLIS, C. I., BENDIX, J., BRANDL, R., & FARWIG, N. **Ants as indicators of environmental change and ecosystem processes.** Ecological Indicators, 2007.

TOFOLO, V. C; **Toxicidade de formicidas utilizados em pastagens sobre a formiga não-alvo *Ectatomma brunneum* (Hymenoptera, Formicidae, Ectatomminae) e seus efeitos na dinâmica populacional em condições de laboratório.** Dissertação- Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas. Área de concentração Zoologia, 2007.

ZANETTI, RONALD et al. **Combate sistemático de formigas-cortadeiras com iscas granuladas, em eucaliptais com cultivo mínimo.** Revista Árvore, v. 27, n. 3, 2003.

ZANETTI, R., DIAS, N., REIS, M., SOUZA-SILVA, A., & MOURA, M. A. **Efficiency of granulated baits (sulfluramid 0.3%) in the control of *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae).** Ciência e Agrotecnologia, v. 28, n. 4, p. 878-882, 2004.

ARTIGO II

RESPOSTA DA RIQUEZA DE FORMIGAS E REMOÇÃO DE SEMENTES À VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS EM FLORESTA NATIVA ADJACENTES À EUCALIPTAIS SOB INFLUÊNCIA DE ISCA FORMICIDA

Artigo redigido sob as normas do MANUAL DE NORMALIZAÇÃO E ESTRUTURA DE TRABALHOS ACADÊMICOS: TCCS, MONOGRAFIAS, DISSERTAÇÕES E TESES - 2ª edição revista, atualizada e ampliada seguindo a norma para publicação periódica científica NBR 6022 (ABNT, 2003a).

RESUMO

A interação dos organismos com seu habitat envolvem fatores e condições bióticas e abióticas. Os aspectos microclimáticos e ambientais poderão determinar como ocorrerá essa interação. Assim, na floresta tropical a comunidade de formigas está condicionada a múltiplos fatores, assim como serem submetidas às alterações e impactos no ambiente. Um desses impactos pode ser a aplicação de iscas formicidas no ambiente, além da alteração da vegetação proveniente do avanço de áreas cultivadas, como as florestas de eucalipto. Nosso objetivo foi entender se a riqueza, a composição e a taxa de remoção de sementes são influenciadas pela temperatura, umidade e abertura de dossel, assim como a aplicação anual de iscas formicidas com princípio ativo sulfluramida (3%). Foram selecionadas 12 áreas de floresta divididas em três tratamentos: sem aplicação da isca formicida (SI), com a aplicação da isca formicida somente no eucalipto (IE) e aplicação da isca formicida no eucalipto e 50 metros da floresta (IF). Foi disposto um transecto em cada área. Em cada transecto foram marcados seis pontos com distancia de zero, 20, 40, 80, 120 e 160 metros em relação à borda. Nestes pontos instalamos pitfalls por 48 horas, como também dispomos 50 sementes artificiais. As variáveis: temperatura, umidade e abertura de dossel foram medidas em cada ponto. Não constatamos que a entrada de luz na borda seja maior, o que acarretaria em maiores valores de temperatura e menores de umidade, e consequente diminuição da riqueza e da taxa de remoção. Assim, como não foi verificado efeito da aplicação das iscas. Concluimos que não há variação da temperatura, umidade do ar e abertura do dossel no sentido borda-centro das florestas nativas da região do Rio Doce. A taxa de remoção de sementes, a composição e a riqueza de formigas não foram afetadas pela temperatura, umidade do ar e abertura do dossel no sentido borda para o interior das florestas nativas deste ecótono floresta-eucalipto em áreas com aplicação anual e localizada de isca formicida, nessa região.

Palavras-chave: temperatura, Formicidae, umidade, formicida, dossel

ABSTRACT

The interaction of organisms with their habitat involves biotic and abiotic factors and conditions. The microclimatic and environmental aspects may determine how this interaction will occur. Thus, in the tropical forest the ant community is conditioned by multiple factors, as well as being submitted to changes and impacts in the environment. One of these impacts may be the application of formicide baits in the environment, besides the alteration of the vegetation coming from the advance of cultivated areas, such as eucalyptus forests. Our objective was to understand if the richness, the composition and the rate of seed removal are influenced by temperature, humidity and canopy opening, as well as the annual application of formicidal baits with active ingredient sulfluramide (3%). Twelve forest areas were divided into three treatments: no application of the formicide bait (SI), with the application of the formicide only into eucalyptus (IE) and application of the formicide into eucalyptus and 50 meters into native forest (IF). One transect was arranged in each area. In each transect they were marked six points with distance of zero, 20, 40, 80, 120 and 160 meters in relation to the border. At these points we install pitfalls for 48 hours and put 50 artificial seeds. The temperature, humidity and canopy opening were measured at each point. We conclude that there is no variation of temperature, air humidity and canopy opening in the border-center direction of the native forests of the Rio Doce region. The seed removal rate, the composition and ant richness are not affected by temperature, air humidity and canopy opening in the border to the interior of the native forests in this ecotone eucalyptus-native forest with annual and localized application of formicide bait in this region.

Keywords: temperature, Formicidae, humidity, formicide, canopy

1 INTRODUÇÃO

A relação dos organismos com o ambiente é direcionada por fatores multidimensionais abióticos e bióticos, incluso dentro do conceito de nicho (BEGON et al., 2006). A heterogeneidade do ambiente e aspectos climáticos (WIESCHER et al., 2012) vistos como fatores que poderão proporcionar relações entre organismos e habitat (Ribas et al., 2003), refletindo a diversidade de espécies (SOUZA-CAMPANA et al., 2017). A diversidade de organismos pode refletir ganhos econômicos em culturas agrícolas, ao possibilitar a ocorrência de funções ecológicas e consequentemente, serviços ecossistêmicos que surgem desta interação (LANDIS et al., 2008).

Áreas pertencentes ao domínio fitogeográfico da Mata Atlântica estão cada vez mais sendo cenário para perda da diversidade funcional pela implantação de áreas cultiváveis (DANTAS et al., 2017). Em cultivos de eucalipto a heterogeneidade do ambiente é perdida e consequentemente algumas destas relações estão ausentes e/ou são alteradas. Essas condições podem alterar o efeito de práticas de manejo sobre organismos-praga em cultivos, modificando os processos ecossistêmicos e as funções provenientes destes. No entanto, os fragmentos de florestas secundárias são essenciais para a manutenção da diversidade, assim como para a continuidade de processos que gerarão funções ecossistêmicas.

Algumas destas funções ecossistêmicas, como a dispersão de sementes, podem ser alteradas dentro do contexto em que o processo está inserido (LEAL et al., 2011). Estudos indicam que a comunidade de formigas (Formicidae) são influenciadas por estas mudanças no ambiente (FAYLE et al, 2010; KLIMES et al, 2012; LUKE et al, 2014), que muitas vezes são causadas pelas atividades antrópicas (SCHMIDT & DIEHL, 2008, BELSKAYA et al., 2017). Este grupo de organismo pode exercer diversas funções, como predação (KARBAN et al., 2017), polinização (GOMÉZ, 2000), redistribuição de nutrientes (GRIFFITHS et al., 2017), entre outras. Algumas espécies de formigas removem sementes para lugares que podem propiciar sua germinação (BOTTCHEER et al., 2016; CORREA et al., 2016; FARJI-BRENER & WERENKRAUT, 2017). Outro grupo pode causar danos às culturas, como as cortadeiras que precisam ser controladas por meio de iscas formicidas em eucaliptais (DELLA LÚCIA et al., 2014), evitando assim perdas econômicas. A utilização destas iscas formicidas podem impactar a riqueza e as funções ecológicas desenvolvidas por este grupo, no entanto, práticas de manejo podem minimizar este efeito. O que pode reduzir a população das espécies alvo

(cortadeiras) evitando danos econômicos, e também das espécies não-alvo levando a perda da diversidade de formigas na área.

Neste contexto, as variáveis que alteram o microclima em que as formigas estão inseridas, podem causar mudanças nas funções, como também na riqueza, abundância (CRIST, 2009) e distribuição de espécies. A riqueza de espécies é utilizada como indicadora para avaliar se as condições ambientais favorecem a diversidade de nichos, abrangendo maior número de processos ecológicos (FAYLE et al., 2011).

Dentre essas variáveis do microclima, a temperatura ambiental pode limitar as atividades das formigas, podendo regular sua distribuição (ALLEN et al., 2002), uma vez que a temperatura corporal do inseto se modifica conforme a radiação solar que incide no microclima, acelerando ou diminuindo seu metabolismo. O seu metabolismo irá influenciar diretamente suas relações com os recursos e interações entre os organismos (BROWN et al., 2004). A temperatura corporal do inseto pode ser mais elevada do que a temperatura do ambiente, pois a relação superfície/volume é maior quanto menor for o seu tamanho corporal (CHAPMAN, 1998, ALLEN et al., 2002). Então, a perda de calor do corpo será maior em temperaturas do ar mais elevadas fazendo com que a temperatura corporal seja menor do que a do ambiente. E em baixas temperaturas do ar, a temperatura corporal será maior mesmo sem a incidência da radiação solar, pois a perda de calor será menor (CHAPMAN, 1998).

Relacionada à temperatura, a umidade do ar pode também modificar a taxa em que o corpo do inseto perde de calor para o ambiente. Quanto maior a umidade do ar, menor é a perda de calor do corpo (CHAPMAN, 1998). Atuando sobre essas variáveis, a abertura de dossel influencia diretamente a variação de temperatura e umidade da floresta. Verificando assim que essas condições atuam diretamente na fisiologia dos insetos (CHAPMAN, 1998), assim como em sua relação com outros fatores. Diante disto, a temperatura e umidade podem ser variáveis que modificam o tempo de forrageamento, assim como a distancia percorrida. Isto faz com que altere a probabilidade das formigas encontrarem a isca formicida.

Com a maior abertura do dossel na borda e conseqüentemente o aumento da temperatura e diminuição da umidade do ar espera-se que a riqueza, assim como a taxa de remoção de sementes diminua neste ambiente, caracterizando o efeito de borda. E isto interfere na interação das espécies com a isca formicida e com a remoção de sementes. Barrera et al. (2015) descrevem a relação dos efeitos de borda sobre algumas espécies do grupo das cortadeiras, observando que o aumento de habitat de borda favorece a maioria das cortadeiras, com destaque para a *Acromyrmex crassispinus*. Assim a perda de habitat e alterações das condições abióticas aumentam a população do grupo de cortadeiras, que se

beneficiam nas paisagens antropogênicas por possuírem hábito generalista (LEAL et al., 2011).

Essa relação entre as variáveis climáticas e as formigas foi observada por Wiescher e colaboradores (2012) que verificaram uma relação da composição das espécies de formigas em relação à temperatura do ar, mas sem associação com a umidade. Silva e Brandão (2014) descrevem a temperatura, entre outras variáveis, como explicativa para a diversidade de formigas em um gradiente ambiental. Molet et al. (2017) aponta a temperatura como um fator para aumento da variação do tamanho corporal da espécie *Temnothorax nylanderi*.

Este trabalho buscou relacionar a variável microclimática temperatura, umidade e abertura de dossel da floresta e a presença da isca formicida, com a comunidade de formigas, buscando entender suas influências na dispersão de sementes artificiais e na diversidade de formigas. Para isto testamos as hipóteses: i) a taxa remoção de sementes e a riqueza de formigas reduzem com o aumento da temperatura e diminuição da umidade do ar; ii) a riqueza e remoção de sementes aumentam com a redução da abertura do dossel no sentido borda para o interior da floresta nativa (efeito de borda) nas áreas com aplicação da isca formicida; iii) as variáveis ambientais influenciarão a composição de formigas, alterando-a da borda em relação ao interior dos fragmentos de floresta secundária.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área do estudo

A coleta foi realizada em setembro de 2016, na estação seca, em áreas de florestas nativas adjacentes à plantios de eucalipto, na região sudeste do estado de Minas Gerais. Os plantios estão inseridos dentro do Domínio Fitogeográfico Mata Atlântica. Os fragmentos de floresta nativa secundária possui vegetação arbórea sem diferenciação de estratos, com dossel parcialmente coberto, e diversidade de espécies de plantas. As áreas de plantação de eucalipto, possuem cinco anos de plantio, com árvores espaçadas em 2,5-3m x 3, com grande abertura de dossel.

2.2 Desenho amostral

Utilizamos 12 fragmentos de florestas nativas secundárias adjacentes à plantações de eucalipto. Essas áreas foram separadas em três tratamentos: sem aplicação da isca no eucaliptal e floresta (SI), com aplicação da isca formicida no eucaliptal (IE) e com aplicação de isca formicida no eucaliptal e em 50 metros da floresta nativa (IF), respeitando a distância de mínima de 300 m entre as áreas. Para cada área, foi demarcado um transecto de 160 metros

de distância, perpendicular à borda de ambos os ambientes (floresta nativa e eucaliptal), sendo estabelecidos nestes transectos seis pontos de coleta, a uma distância da borda de zero, 20, 40, 80, 120 e 160 metros para o interior da floresta nativa.

Na estação seca, aplica-se a isca formicida nos talhões de eucalipto, assim como nas estradas e 50 metros da borda da floresta nativa adjacente. Os olheiros de ninhos de formigas cortadeiras são localizados e em sua proximidade coloca-se a isca formicida em uma quantidade proporcional ao volume de terra solta em volta dos olheiros. Essa aplicação ocorre na estação seca para evitar a degradação da isca pela umidade do ar antes de serem carregadas para o interior do ninho, o que reduziria sua atuação.

2.3 Coleta dos dados

A função remoção de sementes foi avaliada em cada ponto de coleta, dispendo 50 sementes artificiais no solo sobre um papel filtro. Cada semente possuía 0,03g e 2mm e foi embebida em uma solução composta por gordura vegetal (75%), frutose (4.8%), sacarose (0.5%), glicose (4.7%), caseína (7%), carbonato de cálcio (3%), e maltodextrina (5%) (baseado em RAIMUNDO et al., 2004; RABELLO et al., 2014) que representa o elaiossomo, parte da sementes naturais que garante a atratividade. As sementes artificiais (miçangas na cor laranja) foram classificadas em pequenas de acordo com a proposta de Pizo e Oliveira (2001).

As sementes foram dispostas no campo das 7:00h às 11:00h e retiradas no término deste período. Foram contadas e analisadas as taxas de remoção (proporção de sementes removidas, variando entre 0 e 100%), sendo consideradas removidas as sementes que estavam distantes 30 cm do ponto instalado (RABELLO et al., 2014).

Após a avaliação da taxa de remoção das sementes, foram instalados pitfalls epigeicos nos mesmos pontos de coleta, para a avaliação da riqueza e composição de formigas. Os pitfalls de plástico possuíam 11 cm de diâmetro, 750 ml de volume, sendo colocados 250 ml uma solução de água, sal (conservação da amostra) e detergente (para diminuir a tensão superficial da água), permanecendo no campo por 48 horas. As formigas coletadas foram identificadas no Laboratório de Manejo de Pragas Florestais. Para identificação foi utilizada a chave de gêneros de Palacio & Fernández (2003) e Baccaro et al. (2015), separadas em morfoespécies.

2.4 Coleta das variáveis

Para aferir a temperatura e umidade, em cada ponto amostral um termo-higrômetro digital portátil (SKILL-TEC, Modelo SKPSD-01) foi posicionado no microambiente (sobre o solo) no momento em que as sementes foram dispostas e retiradas, tendo os valores aferidos.

Para determinar a abertura de dossel em cada ponto foram tomadas fotos hemisféricas, nas distâncias 0, 20, 40, 80, 120 e 160 metros da borda para o interior. A câmera (Canon EOS REBEL T3/1100) foi posicionada a um metro de altura do chão. A abertura de dossel foi estabelecida utilizando o software Gap Light Analyzer 2.0 (FRAZER; CANHAM; LERTZMAN, 1999), que determina a porcentagem de abertura que é coberta por copas das árvores determinando a abertura do dossel.

2.5 Análises estatísticas

Para avaliar a influencia das variáveis ambientais sobre a riqueza de formigas e a taxa de remoção de sementes foi utilizado um modelo linear generalizado (GLM). O número de espécies de formigas e a taxa de remoção de sementes foram utilizados como variável resposta e a temperatura, umidade, abertura de dossel, distância em relação à borda e os tratamentos como variáveis explicativas. Para os dados de riqueza foi utilizada a família Poisson e para os dados de remoção de sementes foi utilizada a família Binomial. As análises foram realizadas através do software R v.3.1.1 (R Core Team 2016).

Para avaliar se nas áreas de mata nativa havia um gradiente das variáveis ambientais: temperatura, umidade e abertura de dossel da borda em relação ao interior foi utilizado um modelo linear generalizado (GLM). Foram utilizados como variável resposta a temperatura, umidade, abertura de dossel e distância em relação à borda como variável explicativa. Para a variável abertura de dossel foi utilizada a família Binomial. E para as demais variáveis foi utilizada a família Poisson. As análises foram realizadas através do software R v.3.1.1 (R Core Team 2016).

Para testar as influências de diferentes variáveis ambientais na variabilidade da composição das espécies de formigas foram avaliadas usando modelagem linear baseada em distância (*distance-based linear models*, DistLM). Uma análise multivariada que testa uma relação entre variáveis preditivas lineares e variáveis resposta da comunidade através da partição da variação de acordo com um modelo de regressão (McArdle & Anderson, 2001). Onde foram geradas duas matrizes: a primeira foi utilizado o índice de similaridade de Jaccard com os dados de composição das espécies, e segunda matriz com dados das variáveis ambientais. Essa análise foi realizada através do software Primer 6.1.13. & Permanova 1.0.3. (2009).

3 RESULTADOS

A taxa de remoção de sementes artificiais não foi influenciada pelas variáveis: temperatura, umidade, abertura de dossel, aplicação da isca formicida e distância da borda, em nenhum dos tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da análise GLM mostrando a ausência de influência das variáveis na taxa de remoção de sementes em florestas nativas adjacentes à eucaliptais.

Variáveis	Df	Deviance Resid.	Df	Resid.Dev	Pr(>Chi)
Tratamento	2	1.361	69	40.541	0.506
Distância	5	3.651	64	40.890	0.600
Abertura de dossel	1	1.692	63	35.198	0.193
Temperatura	1	0.758	61	35.186	0.383
Umidade	1	0.011	62	34.427	0.913

Fonte: Do Autor (2018).

A riqueza de formigas não foi influenciada pelas variáveis: temperatura, umidade, abertura de dossel, aplicação da isca formicida e distância em relação à borda, em nenhum dos tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Resultado da análise GLM mostrando a ausência de influência das variáveis na riqueza de formigas em florestas nativas adjacentes à eucaliptais.

Variáveis	Df	Deviance Resid.	Df	Resid.Dev	Pr(>Chi)
Tratamento	2	2.664	69	82.205	0.263
Distância	5	4.194	64	78.011	0.521
Abertura de dossel	1	0.383	63	77.627	0.535
Temperatura	1	0.606	61	76.956	0.436
Umidade	1	0.064	62	77.562	0.799

Fonte: Do Autor (2018).

A temperatura (Resid. Dev.= 51.94; Df= 66; Deviance= 0,062; p= 0.99; umidade (Resid. Dev.= 240.84; Df= 66; Deviance= 0.680; p= 0.98) e abertura de dossel (Resid. Dev.= 3.201, Df= 66; Deviance= 0.130; p= 0.99) não formaram um gradiente da borda em relação ao interior da floresta (Tabela 3).

Tabela 3. Ausência de um gradiente das variáveis: temperatura, umidade e abertura de dossel, coletadas em áreas de floresta nativa adjacentes à eucaliptais na região do Vale do Aço.

Variável	Distância (metros)					
	Borda (0 m)	20	40	80	120	160
Abertura de dossel	33.80 ± 1.43	28.66 ± 1.02	29.18 ± 0.72	30.86 ± 1.34	30.83 ± 1.52	33.60 ± 1.08
Temperatura	10.48 ± 0.33	10.42 ± 0.32	10.20 ± 0.32	10.39 ± 0.35	10.47 ± 0.33	10.35 ± 0.32
Umidade	29.80 ± 1.31	29.23 ± 1.36	29.54 ± 1.10	29.74 ± 1.23	30.69 ± 1.13	29.02 ± 1.05

Fonte: Do Autor (2018).

As variáveis possuem uma proporção de explicação muito baixa em relação à composição de espécies. A temperatura explica apenas 3% da variação existente entre os dados de composição da comunidade de formigas estudada, a umidade explica 2%. A abertura de dossel não teve influência sobre a composição da comunidade (Tabela 4).

Tabela 4. Resultado da análise DistLM (teste marginal), relacionando as variáveis microclimáticas (temperatura e umidade) e abertura de dossel com a composição da comunidade de formigas da área de floresta nativa.

Teste Marginal				
Variáveis ambientais	SS(traçó)	Pseudo-F	P	Proporção
Abertura dossel	2718.2	0.690	0.911	0.0099
Temperatura	9010.5	2.342	0.002	0.0328
Umidade	7069.7	1.824	0.014	0.0257

Fonte: Do Autor (2018).

4 DISCUSSÃO

A riqueza de formigas e a taxa de remoção não responderam a temperatura, umidade e abertura de dossel. O efeito de borda esperado, onde há maior incidência de luz solar e consequentemente maior temperatura e menor umidade, não foi verificado nos ambientes observados. O forrageamento foi semelhante nos ambientes onde se aplicou a isca (IF e IE) formicida e onde não foi aplicada (SI). Verificando que essas variáveis não modificaram a interação da comunidade de formigas com fatores do ambiente.

Há trabalhos que enfatizam a relação da temperatura (WIESCHER et al., 2012; SILVA & BRANDÃO, 2014; MOLET et al., 2017), umidade (CHAPMAN, 1998) e efeito de borda (BARRERA et al., 2015) com as atividades de forrageamento e com a diversidade de formigas. Mas neste estudo outros fatores podem ter conduzido à ausência de efeitos, como a estrutura da vegetação. Souza-Campana e colaboradores (2017) apontam a estrutura da vegetação e a diversidade de microhabitat como condutores da diversidade de formigas. Sendo a conservação destes fatores da vegetação uma estratégia para melhoria do clima

levando à condições de temperatura e umidade ideais para otimização do metabolismo das formigas.

As formigas cortadeiras são o alvo da aplicação das iscas formicidas, mas podem desempenhar processos modificadores do ambiente. Correa e colaboradores (2016) demonstraram que podem atuar na disponibilidade de luz em áreas de floresta ao forragear. Modificam assim o recrutamento e a estrutura de comunidades de plantas, além de seu papel na dispersão de sementes (LEAL et al., 2011; FARNESE et al., 2011). Em conjunto com as formigas não-alvo da aplicação da isca, a comunidade de Formicidae estão associadas à funções ecossistêmicas incluindo a função de dispersão de sementes que neste trabalho não sofreu alteração das variáveis testadas. O que nos leva a considerar a permanência de espécies que executam tal função.

Neste capítulo a taxa de remoção de sementes foi percebida como a possibilidade da comunidade de formigas de encontrar e remover sementes do solo da floresta com aptidão para executar a função dispersão de sementes. Dodonov e colaboradores (2016) apontam a perda de habitat e fragmentação como efeitos lineares nas funções como herbivoria. Embora as florestas deste estudo estejam adjacentes à áreas de monocultivo de eucalipto, e serem submetidas ao impacto da aplicação da isca formicida, o processo de remover as sementes está presente nestes ambientes. O que implica que a função dispersão de sementes pode ser executada nestas áreas pela comunidade presente. Matlock & De La Cruz (2003) também não observaram o efeito do pesticida na comunidade de formigas, o que segundo eles a diferença de habitats pareceu ser um melhor indicador para o grupo. Reforçando a ideia de que a estrutura da vegetação pode ser grande preditora da comunidade de formigas.

Essa ausência de resposta em relação às variáveis analisadas pode ser explicada pela similaridade de formigas nas áreas de floresta nativa. A predominância do gênero *Pheidole* nas amostras coletadas pode ser um indicador que as florestas podem estar degradadas, uma vez que são associadas à ambientes perturbados. Esse gênero foi descrito pela alta abundância e frequência (RAMOS et al., 2003; GOMES et al., 2010; GOMES et al., 2013; SOUZA-CAMPANA et al., 2017) estando presente nas mais diversas condições ambientais (LUTINSKI et al., 2017). Assim, o conjunto de espécies presente neste ambiente está aclimatado a estas variáveis, o que para a remoção de sementes e a riqueza e composição não foram verificadas mudanças. Schmidt & Diehl, (2008) apontam a composição de formigas como melhor indicador de mudanças funcionais da comunidade de formigas, se comparada com a riqueza de espécies. Percebe-se que conhecer o papel funcional do organismo no ambiente se torna essencial para a continuidade das funções e serviços ecossistêmicos.

Outro aspecto que pode ter conduzido a este resultado seria as condições dos fragmentos de floresta nativa. A ausência de efeito da abertura de dossel é ser um indicativo de que as florestas possuem homogeneidade em relação à entrada de luz tanto na borda como no seu interior. Não constatamos que a entrada de luz na borda seja maior, o que acarretaria em maiores valores de temperatura e menores de umidade, e consequente diminuição da riqueza e da taxa de remoção. As florestas deste estudo são áreas de reserva legal sendo categorizadas como floresta secundária, onde o processo de sucessão de espécies vegetais pode estar em andamento ou sendo retardado pela matriz de plantios de eucalipto. Percebemos que as variáveis testadas tem baixo poder explicativo para a variação da composição da comunidade de formigas presente, e como não há gradiente de entrada de luz solar em relação à borda, não houve influencia sobre a riqueza e taxa de remoção.

A comunidade de formigas pode ser influenciada por múltiplos fatores diferentes dos analisados neste estudo, ou pela interação deles. Pela sua importância ao desempenhar funções essenciais nos mais diversos ambientes, as formigas são espécies chave para a manutenção das atividades antrópicas. Conciliar os setores econômicos e ecologicamente conservacionistas é o cerne do presente estudo e deverá continuar sendo de estudos futuros. Assim, entender como as formigas interagem com fatores microclimáticos e impactos antrópicos pode auxiliar nas práticas de manejo e conservacionistas direcionando à políticas de preservação e conservação.

A ausência de gradiente em relação à entrada de luz, o que levaria a variações de temperatura da borda em relação ao interior da floresta, indica que essas reservas podem estar degradadas. Essas condições não permitiram produzir qualquer efeito sobre a comunidade de formigas e a remoção de sementes.

Concluimos que não há variação da temperatura, umidade do ar e abertura do dossel no sentido borda-interior dos fragmentos de florestas nativas da região do Vale do Aço. A taxa remoção de sementes e a riqueza e composição de formigas não são afetadas pela temperatura, umidade do ar e abertura do dossel no sentido borda para o interior das florestas nativas deste ecótone floresta-eucalipto em áreas com aplicação anual e localizada de isca formicida, nessa região.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, A.P.; BROWN, J. H.; GILLOOLY, J. F. **Global biodiversity, biochemical kinetics, and the energetic-equivalence rule.** *Science*, v. 297, n. 5586, p. 1545-1548, 2002.
- BACCARO, F. B., FEITOSA, R. M., FERNÁNDEZ, F., FERNANDES, I. O., IZZO, T. J., SOUZA, J. L. P., & SOLAR, R. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil.** Manaus: Editora INPA, 2015.
- BARRERA, CORINA A.; BUFFA, LILIANA M.; VALLADARES, GRACIELA. **Do leaf-cutting ants benefit from forest fragmentation?** Insights from community and species-specific responses in a fragmented dry forest. *Insect Conservation and Diversity*, v. 8, n. 5, p. 456-463, 2015.
- BEGON, M., TOWNSEND, C. R. H., JOHN, L., COLIN, R. T., & JOHN, L. H. **Ecology: from individuals to ecosystems.** Chapter 2:Conditions. 2006.
- BELSKAYA, ELENA; GILEV, ALEXEY; BELSKII, EUGEN. **Ant (Hymenoptera, Formicidae) diversity along a pollution gradient near the Middle Ural Copper Smelter, Russia.** *Environmental Science and Pollution Research*, v. 24, n. 11, p. 10768-10777, 2017.
- BOTTCHER, C., PEIXOTO, P. E. C., SILVA, W. R., & PIZO, M. A. **Drivers of Spatial Variation in the Role of Ants as Secondary Seed Dispersers.** *Environmental entomology*, v. 45, n. 4, p. 930-937, 2016.
- BROWN, J. H., GILLOOLY, J. F., ALLEN, A. P., SAVAGE, V. M., & WEST, G. B. **Toward a metabolic theory of ecology.** *Ecology*, v. 85, n. 7, p. 1771-1789, 2004.
- CHAPMAN, R. F. **The insects: structure and function.** Cambridge university press, 1998.
- CORREA, M. M., SILVA, P. S., WIRTH, R., TABARELLI, M., & LEAL, I. R. **Foraging activity of leaf-cutting ants changes light availability and plant assemblage in Atlantic forest.** *Ecological Entomology*, v. 41, n. 4, p. 442-450, 2016.
- CRIST, T. O. **Biodiversity, species interactions, and functional roles of ants (Hymenoptera: Formicidae) in fragmented landscapes: a review.** *Myrmecological News*, v. 12, p. 3-13, 2009.
- DANTAS, M.S., ALMEIDA, N. V., DOS SANTOS MEDEIROS, I., & DA SILVA, M. D. **Diagnóstico da vegetação remanescente de Mata Atlântica e ecossistemas associados em espaços urbanos.** *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 2, n. 1, p. 87-97, 2017.
- DELLA LUCIA, TEREZINHA; GANDRA, LAILLA C.; GUEDES, RAUL N. C. **Managing leaf-cutting ants: peculiarities, trends and challenges.** *Pest management science*, v. 70, n. 1, p. 14-23, 2014.
- FARJI-BRENER, A. G., & WERENKRAUT, V. **The effects of ant nests on soil fertility and plant performance: a meta-analysis.** *Journal of Animal Ecology*, 86(4), 866-877, 2017. doi: 10.1111/1365-2656.12672.

- FARNESE, F.S.; AMPOS, R. B. F.; FONSECA, G. A. **Dispersão de diásporos não mirmecocóricos por formigas: influência do tipo e abundância do diásporo.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v.35, n.1, p.125-130, 2011.
- FAYLE, T. M., BAKKER, L., CHEAH, C., CHING, T. M., DAVEY, A., DEM, F., ... TREVELYAN, R. **A positive relationship between ant biodiversity (Hymenoptera: Formicidae) and rate of scavenger-mediated nutrient redistribution along a disturbance gradient in a Southeast Asian rain forest.** Myrmecological News, 14, 5–12, 2011.
- FAYLE, T. M., TURNER, E. C., SNADDON, J. L., CHEY, V. K., CHUNG, A. Y. C., EGGLETON, P., & FOSTER, W. A. **Oil palm expansion into rain forest greatly reduces ant biodiversity in canopy, epiphytes and leaf-litter.** Basic and Applied Ecology, 11, 337–345, 2010.
- GOMES, JULIANA P.; IANNUZZI, LUCIANA; LEAL, INARA R. **Resposta da comunidade de formigas aos atributos dos fragmentos e da vegetação em uma paisagem da Floresta Atlântica Nordestina.** Neotropical Entomology, v. 39, n. 6, p. 898-905, 2010.
- GOMES, D. S., ALMEIDA, F. S., VARGAS, A. B., & QUEIROZ, J. M. **Resposta da assembleia de formigas na interface solo-serapilheira a um gradiente de alteração ambiental.** Iheringia, Série Zoologia, v. 103, n. 2, p. 104-109, 2013.
- GÓMEZ, J.M. **Effectiveness of ants as pollinators of *Lobularia maritima*: effects on main sequential fitness components of the host plant.** Oecologia, v.122, p.90-97, 2000.
- GRIFFITHS H. M.; ASHTON L. A.; WALKER A. E, et al. **Ants are the major agents of resource removal from tropical rainforests.** J Anim Ecol. 2017;00:1–8. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12728>
- KARBAN, R., GROF-TISZA, P., & HOLYOAK, M. **Wet Years Have More Caterpillars: Interacting Roles of Plant Litter and Predation by Ants.** Ecology, 2017.
- KLIMES, P., IDIGEL, C., RIMANDAI, M., FAYLE, T. M., JANDA, M., WEIBLEN, G. D., & NOVOTNY, V. **Why are there more arboreal ant species in primary than in secondary tropical forests?** Journal of Animal Ecology, 81, 1103–1112, 2012.
- LANDIS, DOUGLAS A. et al. **Increasing corn for biofuel production reduces biocontrol services in agricultural landscapes.** Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 105, n. 51, p. 20552-20557, 2008.
- LEAL, INARA ROBERTA; WIRTH, RAINER; TABARELLI, MARCELO. **Dispersão de Sementes POR formigas cortadeiras.** Cortadeiras Formigas. Da bioecologia Ao manejo. Editora da Universidade de Viçosa, Viçosa , p. 236-248, 2011.
- LUKE, S. H., FAYLE, T. M., EGGLETON, P., TURNER, E. C., & DAVIES, R. G. **Functional structure of ant and termite assemblages in old growth forest, logged forest and oil palm plantation in Malaysian Borneo.** Biodiversity and Conservation, 23, 2817–2832, 2014.
- LUTINSKI, JA, BAUCKE, L., FILTRO, M., BUSATO, MA, KNAKIEWICZ, CA, E GARCIA, F. R. M. **Assemblage Ant (Hymenoptera: Formicidae) em três parques eólicos no Estado do Paraná, Brasil.** Brazilian Journal of Biology , v. 77, n. 1, p.176-184, 2017.

MATLOCK J. R.; ROBERT, B.; DE LA CRUZ, R. **Formigas como indicadores de impactos de pesticidas em banana.** *Environmental Entomology*, v. 32, n. 4, p. 816-829, 2003.

PIZO, M. A.; OLIVEIRA, P. S. **Size and lipid content of nonmyrmecochorous diaspores: effects on the interaction with litter-foraging ants in the Atlantic rain forest of Brazil.** *Plant Ecology (formerly Vegetation)* 157: 37-52, 2001.

RABELLO, A. M., DE OLIVEIRA BERNARDI, L. F., & RIBAS, C. R. **Testing an artificial aril as a new ant-attractant.** *Revista Biociências*, 20(1), 2014.

RAIMUNDO, R. L. G., GUIMARAES, P. R., ALMEIDA-NETO, M., & PIZO, M. A. **The Influence of Fruit Morphology and Habitat Structure on Ant-Seed Interactions?: A Study with Artificial Fruits by.** *Sociobiology* 44: 1-10, 2004.

RAMOS, L. D. S., MARINHO, C. G., ZANETTI, R., DELABIE, J. H., & SCHLINDWEIN, M. N. **Impacto de iscas formicidas granuladas sobre a mirmecofauna não-alvo em eucaliptais segundo duas formas de aplicação.** *Neotropical Entomology*, v. 32, n. 2, p. 231-237, 2003.

SILVA, R. R.; BRANDAO, C. R. F. **Ecosystem-wide morphological structure of leaf-litter ant communities along a tropical latitudinal gradient.** *PloS one*, v. 9, n. 3, p. e93049, 2014.

SOUZA-CAMPANA, D. R., SILVA, R. R., FERNANDES, T. T., SILVA, O. G. D. M., SAAD, L. P., & MORINI, M. S. D. C. **Twigs in the Leaf Litter as Ant Habitats in Different Vegetation Habitats in Southeastern Brazil.** *Tropical Conservation Science*, v. 10, p. 1940082917710617, 2017.

SCHMIDT, F.A.; DIEHL, E. **What is the effect of soil use on ant communities?** *Neotropical Entomology*, v. 37, n. 4, p. 381-388, 2008.

WIESCHER, P. T.; PEARCE-DUVET, J. M. C; FEENER, D.H. **Assembling an ant community: species functional traits reflect environmental filtering.** *Oecologia*, v. 169, n. 4, p. 1063-1074, 2012.

CONCLUSÃO GERAL

A comunidade de formigas da floresta nativa não foi influenciada pela aplicação de isca formicida no eucalipto, como também pela prática de aplicá-la 50 metros na floresta nativa adjacente, na direção borda para o interior. As alterações na riqueza e taxa de remoção de sementes parecem ser decorrentes de fatores como sazonalidade e estrutura da vegetação. O que reforça o papel dos fragmentos de florestas nativas para a manutenção da biodiversidade, fazendo com que políticas e práticas de conservação e de preservação possam abranger todos os setores da sociedade.

Notamos também que a matriz pode ter um papel na manutenção e retorno das condições ecossistêmicas, o que ficou evidente ao se observar a variável abertura de dossel. Nestas áreas do estudo a floresta encontra-se em condições homogêneas de entrada de luz, influenciando diretamente na umidade e temperatura deste ambiente. Assim, o processo sucessional da floresta pode estar sendo suprimido, ou retardado. No entanto, constatamos que há grupos de formigas que podem estar realizando a função dispersão de sementes, pois a taxa de remoção de sementes artificiais foi semelhante para os tratamentos ao longo do tempo. O que nos leva a pensar que funções podem ocorrer neste ambiente. Não somente funções mediadas pelas formigas, como também por outros organismos.

As formigas são frequentemente relatadas como bioindicadores, podendo transmitir através de parâmetros de comunidade as condições do ambiente mediante à distúrbios. Este trabalho demonstra que este grupo, além de diverso é um direcionador de práticas de manejo florestal. Podendo assim, auxiliar e conduzir à uma conexão entre o setor econômico e ambiental.

Anexo 1. Lista de morfo-espécies

Tabela 1. Lista com a frequência de cada morfo-espécies presente nos fragmentos de floresta nas quatro coletas.

	Coleta I	Coleta II	Coleta III	Coleta IV
Subfamília Myrmicinae				
<i>Pheidole diligens</i>	49	55	62	67
<i>Pheidole</i> sp3	5	5	8	13
<i>Pheidole</i> sp4	1	1	2	2
<i>Pheidole</i> sp5	0	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp6	2	0	1	0
<i>Pheidole</i> sp7	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp8	0	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp9	1	0	1	0
<i>Pheidole</i> sp10	3	1	1	3
<i>Pheidole</i> sp11	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp12	0	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp13	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp14	0	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp15	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp16	1	0	2	3
<i>Pheidole</i> sp17	0	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp18	1	1	0	3
<i>Pheidole</i> sp19	0	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp20	1	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp21	0	1	1	0
<i>Pheidole</i> sp22	0	0	0	1
<i>Pheidole</i> sp23	1	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp24	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp25	0	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp26	2	3	0	0
<i>Pheidole</i> sp27	1	1	0	1
<i>Pheidole</i> sp28	6	8	11	15
<i>Pheidole</i> sp29	2	1	2	2
<i>Pheidole</i> sp30	0	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp31	3	8	2	6
<i>Pheidole</i> sp32	0	0	0	1
<i>Pheidole</i> sp33	0	0	1	1
<i>Pheidole</i> sp34	0	0	1	0
<i>Pheidole</i> sp35	0	0	2	0

Continua

Continuação

	Coleta I	Coleta II	Coleta III	Coleta IV
<i>Pheidole sp36</i>	0	0	0	0
<i>Pheidole sp37</i>	0	0	1	0
<i>Pheidole sp38</i>	0	0	1	0
<i>Pheidole sp39</i>	0	0	1	0
<i>Pheidole sp40</i>	0	0	0	0
<i>Pheidole sp41</i>	0	0	0	0
<i>Pheidole sp42</i>	0	0	0	0
<i>Pheidole sp43</i>	0	0	0	1
<i>Pheidole sp44</i>	0	0	0	1
<i>Pheidole sp45</i>	0	0	0	0
<i>Pheidole sp46</i>	0	0	0	0
<i>Pheidole sp47</i>	0	0	0	1
<i>Pheidole sp48</i>	0	0	0	0
<i>Pheidole sp49</i>	0	0	0	0
<i>Solenopsis sp1</i>	5	6	0	6
<i>Solenopsis sp2</i>	1	2	1	4
<i>Solenopsis sp3</i>	0	1	0	0
<i>Solenopsis sp4</i>	0	0	0	0
<i>Solenopsis sp5</i>	1	0	0	0
<i>Solenopsis sp6</i>	0	0	0	0
<i>Solenopsis sp7</i>	0	0	0	0
<i>Solenopsis sp8</i>	1	1	0	0
<i>Solenopsis sp9</i>	0	0	1	2
<i>Solenopsis sp10</i>	0	0	0	0
<i>Solenopsis sp11</i>	0	1	0	0
<i>Solenopsis sp12</i>	0	1	1	0
<i>Solenopsis sp13</i>	0	0	1	0
<i>Solenopsis sp14</i>	0	0	0	2
<i>Wasmannia sp1</i>	0	1	5	7
<i>Wasmannia auropunctata</i>	3	3	4	6
<i>Wasmannia sp3</i>	0	0	0	0
<i>Wasmannia sp4</i>	0	1	0	0
<i>Wasmannia sp5</i>	1	0	0	0
<i>Wasmannia sp6</i>	5	3	0	0
<i>Strumigenys sp1</i>	0	0	0	0
<i>Strumigenys sp2</i>	0	0	0	1
<i>Strumigenys sp3</i>	0	0	0	0

Continua

Continuação

	Coleta I	Coleta II	Coleta III	Coleta IV
<i>Megalomyrmex</i> sp1	0	0	0	0
<i>Nesomyrmex</i> sp1	0	1	0	0
<i>Nesomyrmex</i> sp2	0	1	0	0
<i>Mycocepurus</i> sp1	8	4	2	8
<i>Mycocepurus</i> sp2	4	3	5	2
<i>Mycocepurus</i> sp3	2	0	0	0
<i>Cyphomyrmex</i> sp1	1	3	4	2
<i>Cyphomyrmex</i> sp2	1	0	0	0
<i>Cyphomyrmex</i> sp3	1	1	0	0
<i>Cyphomyrmex</i> sp4	1	0	0	0
<i>Cyphomyrmex</i> sp5	0	0	0	0
<i>Crematogaster</i> sp1	0	0	1	0
<i>Crematogaster</i> sp2	0	1	0	1
<i>Crematogaster</i> sp3	4	8	7	8
<i>Crematogaster</i> sp4	0	0	1	0
<i>Crematogaster</i> sp5	0	1	0	0
<i>Crematogaster</i> sp6	0	1	0	0
<i>Crematogaster</i> sp7	0	1	0	0
<i>Crematogaster</i> sp8	0	0	0	0
<i>Crematogaster</i> sp9	0	0	4	0
<i>Cephalotes</i> sp1	1	0	0	0
<i>Cephalotes</i> sp2	1	0	0	0
<i>Sericomyrmex</i> sp1	16	23	16	15
<i>Sericomyrmex</i> sp2	0	0	1	0
<i>Atta</i> sp1	0	2	0	0
<i>Atta</i> sp2	0	0	0	0
<i>Atta</i> sp3	0	0	0	0
<i>Atta</i> sp4	1	0	0	0
<i>Atta</i> sp5	4	9	5	9
<i>Atta</i> sp6	0	0	0	0
<i>Atta</i> sp7	0	0	0	0
<i>Atta</i> sp8	0	0	0	0
<i>Trachymyrmex</i> sp1	0	2	0	0
<i>Trachymyrmex</i> sp2	2	1	0	0
<i>Trachymyrmex</i> sp3	1	1	0	0
<i>Trachymyrmex</i> sp4	0	0	1	0
<i>Acromyrmex</i> sp1	1	0	0	0

Continua

Continuação

	Coleta I	Coleta II	Coleta III	Coleta IV
<i>Acromyrmex</i> sp2	0	1	3	6
<i>Acromyrmex</i> sp3	0	0	0	0
<i>Acromyrmex</i> sp4	0	0	0	0
<i>Acromyrmex</i> sp5	0	1	2	2
<i>Acromyrmex</i> sp6	0	0	0	2
<i>Acromyrmex</i> sp7	0	1	0	0
<i>Acromyrmex</i> sp8	0	1	0	0
<i>Acromyrmex</i> sp9	0	2	0	0
<i>Acromyrmex</i> sp10	0	1	0	0
<i>Acromyrmex</i> sp11	0	1	0	0
<i>Acromyrmex</i> sp12	0	0	0	0
<i>Acromyrmex</i> sp13	0	0	0	0
<i>Acromyrmex</i> sp14	0	0	0	0
<i>Acromyrmex</i> sp15	0	0	0	0
<i>Acromyrmex</i> sp16	0	0	0	0
<i>Acromyrmex</i> sp17	0	0	0	1
<i>Acromyrmex</i> sp18	0	1	0	0
<i>Acromyrmex</i> sp19	0	0	2	1
<i>Acromyrmex</i> sp20	0	0	0	2
<i>Acromyrmex</i> sp21	0	0	0	1
<i>Acromyrmex</i> sp22	0	0	0	2
<i>Acromyrmex</i> sp23	0	0	0	2
<i>Acromyrmex niger</i>	0	0	2	0
Morfo sp2 (<i>Cardioconyla</i> sp1)	0	0	0	0
<i>Carebara</i> sp1	0	0	0	1
<i>Apterostigma</i> sp1	0	0	0	1
<i>Apterostigma</i> sp2	0	0	1	0
<i>Apterostigma</i> sp3	0	0	1	0
<i>Thaumatomyrmex</i> sp1	0	0	1	0
<i>Hylomyrma</i> sp1	1	0	0	0
Subfamilia Dolichoderinae	0	0	0	0
<i>Linepithema</i> sp1	0	1	1	0
<i>Linepithema</i> sp2	0	3	0	0
<i>Dorymyrmex</i> sp1	1	0	0	1
<i>Dorymyrmex</i> sp2	0	0	0	0
<i>Dolichoderus</i> sp1	0	1	0	0

Continua

Continuação

	Coleta I	Coleta II	Coleta III	Coleta IV
Dolichoderus sp2	2	2	0	0
Subfamília Formicinae	0	0	0	0
<i>Nylanderia</i> sp1	0	0	0	0
<i>Nylanderia</i> sp2	0	0	0	0
<i>Brachymyrmex</i> sp1	11	6	4	7
<i>Brachymyrmex</i> sp2	0	2	2	1
<i>Brachymyrmex</i> sp3	0	1	0	0
<i>Brachymyrmex</i> sp4	1	0	2	1
<i>Brachymyrmex</i> sp5	0	0	0	0
<i>Brachymyrmex</i> sp6	0	0	0	0
<i>Brachymyrmex</i> sp7	0	0	1	1
<i>Camponotus</i> sp1 (rufipes?)	0	1	0	0
<i>Camponotus</i> sp2	0	0	1	0
<i>Camponotus</i> sp3	0	1	0	0
<i>Camponotus</i> sp4	0	1	0	0
<i>Camponotus</i> sp5	0	2	0	0
<i>Camponotus</i> sp6	0	1	0	1
<i>Camponotus</i> sp7	1	1	0	2
<i>Camponotus</i> sp8	0	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp9	0	0	2	3
<i>Camponotus</i> sp10	0	1	0	0
<i>Camponotus</i> sp11	1	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp12	1	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp13	0	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp14	0	1	0	0
<i>Camponotus</i> sp15	1	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp16	1	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp17	1	4	4	4
<i>Camponotus</i> sp18	1	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp19	0	1	0	2
<i>Camponotus</i> sp20	0	1	0	0
<i>Camponotus</i> sp21	0	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp22	1	1	0	1
<i>Camponotus</i> sp23	0	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp24	0	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp25	1	0	0	0

Continua

Continuação

	Coleta I	Coleta II	Coleta III	Coleta IV
<i>Camponotus</i> sp26	2	1	2	2
<i>Camponotus</i> sp27	0	1	0	0
<i>Camponotus</i> crassus	0	12	1	2
<i>Camponotus</i> sp29	1	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp30	0	0	1	2
<i>Camponotus</i> sp31	0	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp32	0	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp33	0	1	0	0
<i>Camponotus</i> sp34	0	1	0	0
<i>Camponotus</i> sp35	0	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp36	0	0	0	1
<i>Camponotus</i> sp37	0	0	2	0
<i>Camponotus</i> sp38	0	0	3	2
<i>Camponotus</i> sp39	0	0	0	1
<i>Camponotus</i> sp40	0	0	1	1
<i>Camponotus</i> sp41	0	0	1	0
<i>Camponotus</i> sp42	0	0	1	2
Subfamilia Ponerinae	0	0	0	0
<i>Hypoconera</i> sp1	1	0	0	0
<i>Hypoconera</i> sp2	1	0	0	0
<i>Hypoconera</i> sp3	0	0	0	0
<i>Pachycondyla</i> sp1	10	9	3	10
<i>Pachycondyla</i> sp2	14	11	18	16
<i>Pachycondyla</i> sp3	0	0	0	0
<i>Pachycondyla</i> sp4	1	0	0	0
<i>Pachycondyla</i> sp5	0	1	0	0
<i>Pachycondyla</i> sp6	0	0	0	1
<i>Pachycondyla</i> sp7	0	0	1	0
<i>Odontomachus</i> sp1	8	7	7	4
<i>Odontomachus</i> sp2	0	4	1	0
<i>Odontomachus</i> sp3	0	1	6	5
<i>Odontomachus</i> sp4	2	5	0	0
<i>Odontomachus</i> sp5	1	2	3	2
<i>Odontomachus</i> sp6	0	0	0	2
<i>Anochetus</i> sp1	0	0	0	0

Continua

Continuação

	Coleta I	Coleta II	Coleta III	Coleta IV
Subfamilia Ectatominae	0	0	0	0
<i>Ectatomma</i> sp1	20	20	16	16
<i>Ectatomma</i> sp2	20	12	28	34
<i>Ectatomma</i> sp3	0	0	0	0
<i>Ectatomma</i> sp4	0	0	1	0
Subfamilia Dorylinae	0	0	0	0
<i>Labidus</i> sp1	1	1	2	6
<i>Labidus</i> sp2	0	0	0	0
<i>Nomamyrmex</i> sp1	0	0	0	0
<i>Eciton</i> Sp1	0	0	0	0
Subfamilia Pseudomyrmecinae	0	0	0	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp1	9	23	20	12
<i>Pseudomyrmex</i> sp2	0	2	0	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp3	0	0	1	1
<i>Pseudomyrmex</i> sp4	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp5	1	2	1	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp6	1	1	0	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp7	0	0	0	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp8	0	1	1	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp9	0	0	1	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp10	0	0	0	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp11	0	0	0	2