

MARIA LUIZA BICALHO MAIA

**EFEITO DO FOGO SOBRE A COMUNIDADE DE FORMIGAS DE SERAPILHEIRA
NA TRANSIÇÃO CERRADO-AMAZÔNIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2015

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

M217e
2015

Maia, Maria Luiza Bicalho, 1989-

Efeito do fogo sobre a comunidade de formigas de serapilheira na transição Cerrado- Amazônia / Maria Luiza Bicalho Maia. – Viçosa, MG, 2015.

xiii, 33f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Ricardo Ildefonso de Campos.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.24-28.

1. Entomologia. 2. Formigas. 3. Fogo e ecologia.
4. Ecologia florestal. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Biologia Geral. Programa de Pós-graduação
em Ecologia. II. Título.

CDD 22. ed. 595.796

MARIA LUIZA BICALHO MAIA

**EFEITO DO FOGO SOBRE A COMUNIDADE DE FORMIGAS DE SERAPILHEIRA
NA TRANSIÇÃO CERRADO-AMAZÔNIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 25 de fevereiro de 2015

José Henrique Schoereder

Ricardo Ribeiro de Castro Solar

Tathiana Guerra Sobrinho

Ricardo Ildefonso de Campos
(Orientador)

*“Anos de estudo
e pesquisas:
Era no amanhecer
Que as formigas escolhiam seus vestidos.”*

Manoel de Barros

AGRADECIMENTOS

À minha família, minha mãe que sempre me deu o amor e a segurança necessários para que eu pudesse ir e voltar, como na história do Rubem Alves que cresci escutando dela, é preciso deixar o pássaro voar pra que ele possa voltar sempre pro ninho contando sobre as histórias e as cores que ganhou nas asas. Ao meu pai que sempre se interessou por tudo que fiz, me apoiou e me instigou a fazer perguntas e procurar respostas. Aos meus dois irmãos, Pedro e Matheus e a toda minha família pela presença e força que me dão.

Às amigas da minha terra “tão tão distante” chamada Montes Claros, Hannah, Stéfani, Camilinha, Alê, Diza, Babi, Loh e Pim, obrigada por cultivarem nossa amizade. Apesar da distância que as vezes fala alto, só de saber que tenho vocês na minha vida eu me sinto bem.

Aos amigos da biologia da Unimontes, especialmente Sarinha, Camila, Betânia, Polly, Naty, Toin, Batata e Toru pela amizade que se estendeu além da graduação. À Fernanda (Gramps) por ter sido além de amiga, uma orientadora e ter me mostrado o fantástico mundo das formigas e plantas.

À Gau, que vem comigo desde o meu primeiro período de faculdade, pelo carinho de sempre. Obrigada por ter me apresentado à UFV e por ser meu pedacinho de sertão na zona da mata.

Às grandes amigas que fiz em Viçosa, me faltam palavras para agradecer por cada momento compartilhado com vocês, Mari, Naty e Tercita. Sem dúvidas, vocês são a melhor parte disso tudo. Muito obrigada!

À Natallia Maria, pela cumplicidade e por ter se mantido tão presente mesmo a 9.000 km de distância.

Ao Rafael, pelo carinho e pela força que me deu principalmente na reta final.

À capoeira, que me ensina a cair e a levantar. Às mães da capoeira por me ensinarem o que é superação, força e coragem. Ao Veizada e ao Eder pelo compartilhar, e muito especialmente a amigas barangas que fiz com a capoeira, Carol e Karininha. Quando a gente acha que não tem como melhorar, melhora muito. Conhecê-las foi o auge.

Aos amigos da Ecologia e Entomologia, Gabriel, Thiago, Fabiene, Karla, Tamires, Marina, André, Raphael, Cristiano, Mari, Naty e Tércia, obrigada pela amizade, pela troca de experiências, risadas, por fazerem do nosso local de trabalho um lugar muito bacana.

À Universidade Federal de Viçosa, ao Programa de Pós Graduação em Ecologia, e à todos os professores do curso, especialmente ao Ricardo Campos, Zhé Henrique, Flávia Maria, Carlos Sperber e Karla Yotoko pelos ensinamentos. À Michele, pela disposição em ajudar.

Ao meu orientador, Ricardo, pela orientação. Obrigada por ter me acolhido em seu grupo de trabalho, pela confiança depositada, pelo respeito, paciência e disponibilidade sempre que procurei, e pelo entusiasmo e tranquilidade com que conduziu o trabalho.

Ao IPAM (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia) e ao Paulo Brando, pela oportunidade em trabalhar com fogo, pela confiança e compartilhamento de dados. À Fazenda Tanguro e à todos os técnicos do IPAM, em especial, Wanderley, San, Darlisson e Dona Lúcia, pela ajuda na logística, em campo e pela comida deliciosa. À Gabi e ao Fábio pelo acolhimento em Canarana.

Ao Lucas Paolucci, por toda a ajuda desde o início do projeto. Pela disponibilidade em compartilhar conhecimentos mirmecológicos e ajudar sempre que precisei, e pela ótima convivência em campo. Ao Marco Antônio Padilha e à Vanessa que nos ajudaram nas duas coletas, sempre com muitas risadas, boa vontade e competência.

Ao Ricardo Solar pela ajuda na análise dos dados, com certeza foi essencial. Ao Rodrigo Silva de Jesus pela ajuda na identificação das formigas de uma coleta e ao Júlio Chaul pela identificação das formigas desse estudo. Ao Francisco pela ajuda na triagem.

À banca composta por José Henrique Schoereder, Tathiana Guerra Sobrinho e Ricardo Solar por terem aceito o convite.

Por fim, ao Cerrado por ter me criado e à Amazônia por ter me encantado. Fui parar justamente na transição.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui. Olhar para trás agora e perceber quantos amigos eu tenho me enche de vontade e alegria para continuar e só por isso já valeu a pena.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABELAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xii
INTRODUÇÃO	1
MATERIAL E MÉTODOS	4
Área de estudo.....	4
Experimento de fogo.....	4
Coleta de formigas.....	6
Análises estatísticas.....	7
RESULTADOS	9
Caracterização da fauna e frequência de espécies.....	9
Diversidade Alfa e Beta de formigas entre tratamentos.....	10
Efeito dos parâmetros estruturais do fogo sobre a diversidade Alfa e Beta de formigas..	16
Efeito do fogo sobre a composição de formigas.....	19
DISCUSSÃO	20
CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
ANEXOS	29

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Área de 150 ha situada na Fazenda Tanguro, MT, Brasil, em que se localizaram os seis plotes experimentais, com três tratamentos de 40x40m em cada plote. Os intervalos entre linhas (1-31) e transectos (a-u) representam 50 m. (Esquema cedido pelo IPAM, modificado).....5
- Figura 2. Esquema do desenho experimental. No desenho um plote re-dividido em três parcelas de 40m², cada uma com um tratamento: em verde o controle, amarelo fogo sem adição de combustível e em vermelho fogo com adição de combustível. Em destaque no vermelho pode-se ver dez pontos onde foram coletadas as amostras de serapilheira.....6
- Figura 3. Frequência relativa de formigas de serapilheira para cada tratamento. A frequência foi calculada com o número médio de registros de espécies de formigas por parcela. Letras representam diferenças significativas entre os tratamentos.....10
- Figura 4. Riqueza média (\pm EP) de formigas de serapilheira por Winkler para cada tratamento: controle, fogo sem adição de combustível e fogo com adição de combustível. Letras representam diferenças significativas entre os tratamentos.....11
- Figura 5. Curva de rarefação de espécies por tratamento, considerando a riqueza de formigas de serapilheira acumulada no tratamento controle (rosa), fogo sem adição de combustível (verde) e fogo com adição de combustível (azul). Curvas construídas utilizando-se o índice de rarefação de Mao Tau demonstrando os respectivos intervalos de confiança.....12
- Figura 6. Beta Sorensen para cada tratamento: controle, fogo sem adição de combustível e fogo com adição de combustível.....13
- Figura 7. Contribuição do aninhamento para cada tratamento: controle, fogo sem adição de combustível e fogo com adição de combustível.....13
- Figura 8. Comparações par a par da diversidade Beta Sorensen entre as parcelas dos tratamentos controle, fogo sem adição de combustível e fogo com adição de combustível.....14

Figura 9. Comparações par a par da contribuição do aninhamento entre as parcelas dos tratamentos controle, fogo sem adição de combustível e fogo com adição de combustível. Letras representam diferenças significativas entre os tratamentos.....	15
Figura 10. Diagrama de Venn representando a riqueza e o compartilhamento de espécies de formigas de serapilheira entre os tratamentos controle, fogo com adição de combustível e fogo sem adição de combustível.....	16
Figura 11: Distribuição da porcentagem dos efeitos independentes dos parâmetros estruturais do fogo medidos sobre a riqueza média de formigas por parcela. Valores de Z de cada parâmetro: taxa de espalhamento ($Z = -0,91$); largura da chama ($Z = -0,32$); proporção da área queimada ($Z = 0,25$); combustível consumido ($Z = -1,35$); intensidade ($Z = -1,32$).....	17
Figura 12. Distribuição da porcentagem dos efeitos independentes dos parâmetros estruturais do fogo medidos sobre a diversidade Beta. Valores de Z de cada parâmetro: taxa de espalhamento ($Z = -0,73$); largura da chama ($Z = -0,76$); proporção da área queimada ($Z = 0,55$); combustível consumido ($Z = -0,87$); intensidade ($Z = -0,89$).....	18
Figura 13. Distribuição da porcentagem dos efeitos independentes dos parâmetros estruturais do fogo medidos sobre o aninhamento. Valores de Z de cada parâmetro: taxa de espalhamento ($Z = 1,67$); largura da chama ($Z = -0,75$); proporção da área queimada ($Z = -0,63$); combustível consumido ($Z = -0,43$); intensidade ($Z = 1,64$). Asteriscos (*) representam diferenças significativas entre os efeitos.....	19
Figura 14. Composição de espécies de formigas de serapilheira relacionadas a três tratamentos: controle (bolas pretas), fogo sem adição de combustível (triângulos vermelhos) e fogo com adição de combustível (quadrado verde).....	20

ÍNDICE DE TABELAS

- Tabela 1. Lista de espécies de formigas de serapilheira coletadas nesse estudo em ordem decrescente de frequência nos três tratamentos: controle, fogo sem adição de combustível e fogo com adição de combustível. Dados de presença ou ausência, em que as espécies em destaque correspondem a espécies exclusivas do tratamento em questão.....29
- Tabela 2. Lista de espécies de formigas de serapilheira coletas nesse estudo distribuídas em subfamílias nos três tratamentos: controle, fogo sem adição de combustível e fogo com adição de combustível. Dados de frequência relativa de cada espécie por tratamento.....31
- Tabela 3. Parâmetros estruturais do fogo e a média (\pm EP) do valor por tratamento.....16

RESUMO

MAIA, Maria Luiza Bicalho, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Fevereiro de 2015. **Efeito do fogo sobre a comunidade de formigas de serapilheira na transição Cerrado-Amazônia.** Orientador: Ricardo Ildefonso de Campos

Além de ser uma força evolutiva importante, influenciando na distribuição dos biomas e na manutenção da estrutura e função das comunidades, o fogo foi uma das primeiras ferramentas usadas pelo homem para modificar seu espaço. O aumento crescente de atividades humanas e desmatamento, com a extensão da fronteira agrícola na Amazônia brasileira, têm tornado os incêndios florestais mais frequentes. O objetivo geral do estudo foi avaliar o efeito a curto prazo do fogo sobre a comunidade de formigas de serapilheira na transição Cerrado-Amazônia. Para isso, testamos as seguintes hipóteses: 1) o efeito do fogo sobre a mirmecofauna de serapilheira causa uma diminuição na diversidade de espécies, sendo esse efeito maior no tratamento com adição de combustível; 2) existe um efeito negativo dos parâmetros estruturais do fogo sobre a diversidade de formigas. Adicionalmente, verificamos se a composição de espécies das áreas queimadas e não queimadas diferem entre si. O estudo foi desenvolvido numa área de transição Cerrado-Amazônia, no estado do Mato Grosso. O experimento de fogo foi realizado em seis plotes inseridos em uma área de 150 ha de vegetação típica da região, sem histórico pregresso de fogo. Cada um desses seis plotes foi re-dividido em três parcelas de 40 m², cada uma com um tratamento: 1) fogo com adição de combustível, 2) fogo sem adição de combustível e 3) controle. Nos tratamentos com fogo foram tomadas medidas de parâmetros estruturais do fogo. As coletas de formigas foram realizadas num intervalo de 15 a 28 dias após a passagem do fogo experimental. Para a amostragem das formigas de serapilheira, utilizamos a metodologia do Extrator de Winkler. Foram peneiradas 10 amostras de Winkler por tratamento. Ao todo, foram realizadas 180 amostras de Winkler nos seis plotes. Nós amostramos 87 espécies de formigas, distribuídas em 32 gêneros, pertencentes a sete subfamílias. Houve uma menor frequência de espécies, riqueza média e riqueza acumulada no tratamento com adição de combustível como esperado, sendo que não houve diferença entre o controle e o sem adição de combustível. Além disso, não houve diferença na diversidade beta entre os tratamentos. Entretanto, houve uma maior contribuição do aninhamento quando comparados os tratamentos com adição e sem adição de combustível, ou seja, houve uma maior perda de espécies ao comparar esses dois grupos do que quando comparados ao controle. Apesar de não termos encontrado efeito direto dos

parâmetros estruturais do fogo sobre a diversidade alfa e beta, a taxa de espalhamento e intensidade do fogo tiveram um efeito significativo sobre o aninhamento. Não encontramos evidências de que a composição de espécies das áreas queimadas e não queimadas sejam diferentes entre si. Nesse estudo observamos que a mirmecofauna de serapilheira na transição Cerrado-Amazônia responde de formas distintas a diferentes regimes de fogo. A mirmecofauna não apresentou mudanças drásticas a curto prazo com um fogo de menor intensidade. Mas observamos que um aumento no combustível disponível para queima tende a originar fogos mais intensos que alteram a riqueza e frequência de espécies. De forma geral, a mirmecofauna de serapilheira da transição Cerrado-Amazônia apresentou a curto prazo resistência a um fogo menos severo.

ABSTRACT

MAIA, Maria Luiza Bicalho, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2015. **Fire effect on the community of litter ants in the Cerrado-Amazon transition.** Adviser: Ricardo Ildefonso de Campos

Besides being an important evolutive force that affects biome distribution and maintenance of the structure and function of communities, fire was one of the first tools used by man to manage the environment. In tropical forests, fire is not a natural event. However, an increase of human activities and the deforestation caused by the agriculture expansion in the Brazilian Amazon have led these fires to become more frequent. Little is known about the effects of fire on the leaf litter's arthropods in forest biomes. The objective of the study was to evaluate the short-term effects of fire on the litter ants community in the Cerrado-Amazon transition. For this, we tested the hypothesis: 1) the effect of fire on litter ant fauna causes a decrease in species diversity, with higher values for the treatment with fuel addition; 2) there is a negative effect of the structural parameters of fire on the diversity of ants. Additionally, we checked whether the species composition of the burned areas and unburned differs each other. The study was conducted in a transitional Cerrado-Amazon area, in the state of Mato Grosso. The fire experiment was carried out in six plots (each plot re-divided into three treatments of 40 m²) inserted in an area of 150 ha of typical vegetation. With each treatment: 1) adding fuel to fire, 2) fire without adding fuel and 3) control. In the treatments with fire, structural fire parameters measures were measured. Samplings of ants were performed with the methodology of Winkler extractor in a range of 15 to 28 days after the passage of experimental fire. 10 samples of Winkler were sieved per treatment. In total, 180 samples were taken on the six plots. We sampled 87 ant species, distributed in 32 genera, belonging to seven subfamilies. There was a lower frequency of species, richness and accumulated richness in the treatment with fuel addition as expected, and there was no difference between the control and the treatment without fuel addition. In addition, there was no difference in beta diversity between treatments. However, there was a greater contribution of nesting when compared treatments with and without addition of fuel, that is, there was a greater loss of species when compared these two groups than when compared to control. Although we found no direct effect of structural parameters of the fire on the alpha and beta diversity, the rate of spread and fire intensity had a significant effect on nesting. We found no evidence that the species composition of the burned areas and unburned

are different. We observed that leaf litter ant fauna in the Cerrado-Amazon transition respond in distinct forms to distinct fire's regimes. The ant fauna does not show drastic changes in short-term with a less intense fire. However, we observed that an increase in the available fuel load may originate more intense fires that affect the richness and species's frequency. Overall, the litter ant fauna in Cerrado-Amazon transition showed resistance in short-term to a less intense fire.

INTRODUÇÃO

O fogo tem alterado ecossistemas há muito tempo, influenciando na distribuição dos biomas e na manutenção da estrutura e função das comunidades propensas ao fogo (Scott, 2000). Fogo natural é considerado um distúrbio ecológico de distribuição mundial e é controlado principalmente por características da vegetação e do clima (Stolle et al., 2003). Regimes de fogo ocorrem de forma natural em florestas boreais e florestas de eucalipto, e principalmente em vegetações campestres e savânicas (Bond e Keeley, 2005). Além de ser uma força evolutiva importante, o fogo foi uma das primeiras ferramentas usadas pelo homem para modificar seu espaço (Bond e Keeley, 2005). Com a continuação do uso dessa ferramenta, o fogo antrópico se tornou também um importante modificador de comunidades, sendo que à medida em que se aumenta a propensão ao fogo de algumas áreas, modifica-se a frequência e intensidade de regimes de fogo já existentes (Calef et al., 2008; Chuvieco et al., 2008).

Em florestas tropicais primárias úmidas, incêndios florestais não são eventos naturais, uma vez que a floresta consegue resistir a secas prolongadas, absorvendo umidade armazenada no solo e mantendo o dossel fechado (Uhl e Kauffman, 1990; Nepstad et al., 1994). Entretanto, o aumento crescente de atividades humanas e desmatamento com a extensão da fronteira agrícola na Amazônia brasileira, têm provocado modificações na paisagem, tornando os incêndios florestais mais frequentes (Alencar et al., 2005). Esse problema se torna especialmente importante no chamado arco do desmatamento que se localiza em sua maioria na transição entre os Biomas Cerrado e Amazônia. São justamente essas florestas de transição, localizadas na extremidade seca ao sul da Bacia Amazônica, que apresentam maior susceptibilidade ao fogo (Alencar et al., 2005).

As consequências dos distúrbios antrópicos ocasionados pelo fogo sobre as comunidades naturais são diretamente ligadas tanto à frequência e intensidade do fogo quanto à características inerentes das espécies afetadas (Philpott et al., 2010). A frequência do fogo está relacionada ao intervalo de tempo em que ocorrem novos incêndios, e intensidade às características intrínsecas das chamadas tais como como velocidade de propagação e tamanho das chamadas (Bond e Keeley, 2005; Chuvieco et al., 2008). Vários estudos têm demonstrado que mesmo uma fauna e flora que

apresentam alta resistência e resiliência às queimadas podem mostrar respostas distintas com mudanças na frequência e intensidade de fogo (Bunk, 2004; Maravalhas e Vasconcelos, 2014).

Em relação a estudos que abordam o efeito do fogo sobre a biodiversidade da fauna, as formigas são um dos organismos mais estudados, sendo esses estudos concentrados em habitats de savana (Andersen, 1991; Parr et al., 2004; Andersen, et al., 2006; Vasconcelos et al., 2009; Frizzo et al., 2012; Maravalhas e Vasconcelos, 2014). De forma geral, a fauna de formigas se mostra altamente resistente e resiliente aos efeitos do fogo em savanas (Parr et al., 2002; Parr et al., 2004; Hoffmann, 2003, Andersen et al., 2014). Considerando o efeito do fogo a longo prazo (mais de um ano), existe uma tendência geral de uma manutenção da riqueza de espécies (Parr et al., 2004; Andersen et al., 2014), porém com modificação da composição de espécies de formigas causada indiretamente por modificações na estrutura da vegetação pós fogo (Parr et al., 2004; Vasconcelos et al., 2008; Maravalhas e Vasconcelos, 2014). No entanto, ao se considerar o efeito a curto prazo (até dois meses pós fogo), principalmente as formigas de serapilheira (Vasconcelos et al., 2009) e de vegetação (Frizzo et al., 2012) sofrem uma redução na riqueza de espécies com a passagem do fogo no cerrado brasileiro.

Já em habitats florestais, os incêndios influenciam de forma mais direta a fauna de serapilheira. Nesse estrato da floresta, o fogo pode afetar a comunidade de formigas diretamente, matando os indivíduos que são incapazes de escapar do fogo (Vasconcelos et al., 2009; Verble e Yanoviak, 2013; Pearson e Yanoviak, 2014). Além disso, a passagem do fogo tende a destruir os ninhos das formigas de serapilheira, que nidificam em galhos, troncos e folhas que se acumulam no solo (Parr et al., 2004). Pouco se sabe sobre o efeito do fogo sobre os artrópodes de serapilheira em biomas de florestas, sendo que os poucos trabalhos existentes foram feitos em florestas temperadas (Verble e Yanoviak, 2013; Pearson e Yanoviak, 2014). Especialmente em florestas tropicais úmidas, os únicos estudos foram realizados por Silveira et al. (2012 e 2013), nos quais não foi verificado efeito do fogo sobre a riqueza de espécies de formigas de serapilheira a médio e longo prazo, mas há alteração na composição de espécies. Além disso, até onde sabemos ainda não há no Brasil estudos que consideraram parâmetros estruturais do fogo como volume e intensidade, e seu efeito direto sobre as comunidades de formigas em habitats florestais.

Áreas de transição savana-floresta são especialmente sensíveis a incêndios, devido à sazonalidade e à carga de combustível acumulado. Após uma primeira exposição a um determinado fogo, as florestas se tornam ainda mais susceptíveis à incêndios subsequentes, pois ocorre diminuição da cobertura do dossel e da umidade no sub-bosque, e aumento da carga de material inflamável acumulado no chão, como folhas e galhos mortos (Cochrane e Schulze, 1999). A transição entre os biomas Cerrado-Amazônia no Brasil é muito ameaçada por pecuária e cultivo de soja, o que coloca essas áreas em contato com potenciais fontes de ignição (Nepstad et al., 1999; Cochrane et al., 1999). Além disso, secas severas na Amazônia causadas pelo aquecimento episódico das águas superficiais do Oceano Pacífico (El Niño), tem se tornado mais frequentes e intensas nos últimos anos (Nepstad et al., 2001). A interação entre incêndios e secas, é talvez, o mecanismo mais direto de degradação no Sudeste da Amazônia (Brando et al., 2014). Contudo, não há conhecimento suficiente sobre o efeito dessas queimadas sobre a biodiversidade dessas áreas de transição (Rodríguez et al., 2007).

Como uma forma de comparar a composição de diferentes biotas, o termo beta diversidade foi primeiramente usado por Whittaker (1960), e definido como a extensão da mudança na composição da comunidade entre locais. Whittaker (1960) também definiu alfa diversidade como a diversidade média local, e gama como diversidade total em uma região ou paisagem. Mais recentemente, Baselga (2010) caracterizou beta diversidade como uma medida de comparação da diversidade levantada em duas escalas (alfa e gama). Essas métricas são importantes ferramentas para estudos de estrutura de comunidades e podem se mostrar muito úteis para trabalhos que testam efeito de fogo sobre a biodiversidade.

Dessa forma, o objetivo geral do nosso estudo é avaliar o efeito a curto prazo do fogo sobre a comunidade de formigas de serapilheira na transição Cerrado-Amazônia. Para isso, testamos as seguintes hipóteses: 1) o efeito do fogo sobre a mirmecofauna de serapilheira causa uma diminuição na diversidade de espécies, sendo esse efeito maior no tratamento com adição de combustível; 2) existe um efeito negativo dos parâmetros estruturais do fogo sobre a diversidade de formigas. Adicionalmente, verificamos se a composição de espécies das áreas queimadas e não queimadas diferem entre si.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A floresta Amazônica de transição (de aproximadamente 400.000 km²) situa-se entre o Cerrado, ou savana brasileira, e as florestas mais úmidas ao norte do Brasil. O estudo foi desenvolvido numa área de transição Cerrado-Amazônia dentro de uma propriedade de reserva florestal legal a 75 km ao norte da cidade de Canarana, no estado do Mato Grosso, na parte sul da bacia Amazônica (13°04'35''S, 52°23'08''O). A floresta de transição difere da floresta Amazônica mais ao norte principalmente pela estatura mais baixa da vegetação, menor índice de área foliar, e menor biomassa acima do solo. Além disso, a região passa por um período de seca severa anualmente entre os meses de maio e setembro, com precipitação menor que 10 mm por mês nos três meses mais quentes e menor que 50 mm nos outros dois meses (Balch et al., 2008). Somada às secas anuais severas, essa floresta de transição está inserida numa região de intenso desmatamento (Brando et al., 2013), e frequentemente exposta a fontes de ignição antrópica (Nepstad et al., 1999).

Em termo de vegetação, a floresta apresenta um dossel relativamente baixo (20 m) e uma diversidade menor de espécies de plantas em comparação com a Amazônia central (97 espécies de lianas e árvores com diâmetro a altura do peito (DAP) \geq 10 cm identificados em uma área adjacente à área de estudo) (Balch et al., 2011). Ainda, pelo menos 23 espécies da floresta também ocorrem no bioma Cerrado que está a 30 km ao sul da área de estudo (Rocha et al., 2013).

Experimento de fogo

O experimento de fogo foi realizado em seis plotes inseridos em uma área de 150 ha de vegetação típica da região como descrita acima, sem histórico pregresso de fogo (no mínimo algumas décadas, segundo Balch et al., 2011). Esse plotes são localizados a um mínimo 150 m um do outro e a distribuição dos mesmos seguiu o experimento do IPAM (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia) (Figura 1). Cada um desses seis plotes foi re-dividido em três parcelas de 40 m², cada uma com um tratamento como se segue: 1) fogo com adição de combustível, 2) fogo sem adição de combustível e 3) controle (Fig. 2). Ao tratamento 1 (com adição) foi adicionada serapilheira de áreas adjacentes como combustível para aumento da intensidade do

fogo. Foram adicionados +-620 kg de serapilheira por parcela. As queimadas foram realizadas nos dias 27, 28 e 29 de agosto de 2013, sendo queimados dois plotes por dia. As linhas de fogo foram iniciadas com auxílio de um maçarico de gotejamento e de acordo com a direção do vento.

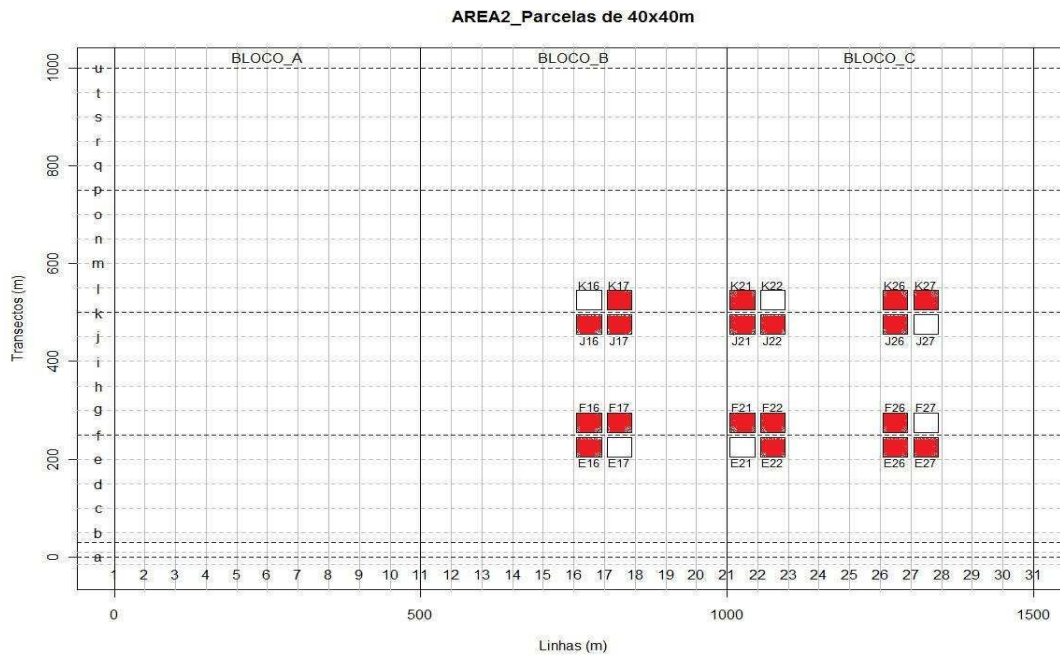


Figura 1: Área de 150 ha situada na Fazenda Tanguro, MT, Brasil, em que se localizaram os seis plotes experimentais, com três tratamentos de 40x40m em cada plot. Os intervalos entre linhas (1-31) e transectos (a-u) representam 50 m. (Esquema cedido pelo IPAM, modificado).

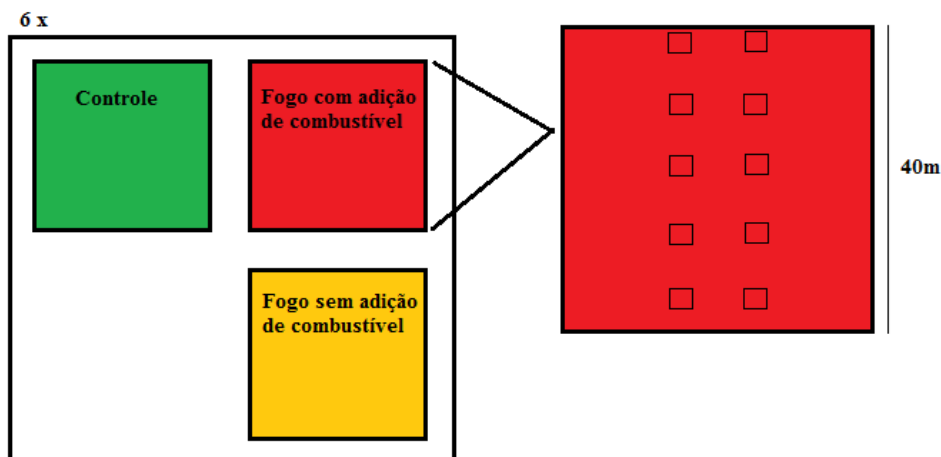


Figura 2: Esquema do desenho experimental. No desenho um plote re-dividido em três parcelas de 40m², cada uma com um tratamento: em verde o controle, amarelo fogo sem adição de combustível e em vermelho fogo com adição de combustível. Em destaque no vermelho pode-se ver dez pontos onde foram coletadas as amostras de serapilheira.

A partir daí foram tomadas medidas de cinco parâmetros estruturais do fogo, como: a) largura das chamas (cm): foi feito o maior número de medições possível (entre 10 e 30 medidas) com auxílio de uma régua; b) taxa de espalhamento (m/min): foi cronometrado o tempo que o fogo levou para andar 50 cm. Da mesma forma foram feitas várias medidas em diversos pontos da parcela; c) total de combustível consumido pelo fogo: o combustível foi medido uma vez antes e uma vez após a queima; d) proporção da área queimada: a parcela foi subdividida em quadrículos de 2 x 2m e foi estimada a área queimada com base no percentual de Fournier. Neste método, proposto por Fournier (1974), os valores são obtidos através de uma escala intervalar de cinco categorias (0 a 4), com intervalo de 25% entre cada categoria, permitindo estimar a porcentagem da área queimada por quadrículo; e) intensidade da linha do fogo (kW/m). Para os parâmetros em que foram tomadas várias medidas, ao final foi feita uma mediana para resultar em somente um valor por parcela. Sempre que necessário, a linha de fogo era novamente iniciada para que o fogo passasse por todo o tratamento. O desenho experimental foi pré-definido pelo IPAM, que conduziu as queimadas e mensurou todos os parâmetros estruturais do fogo nessas áreas.

Coleta de formigas

As coletas de formigas foram realizadas entre os dias 11 e 24 de setembro de 2013, num intervalo de 15 a 28 dias após a passagem do fogo experimental. Para a amostragem das

formigas de serapilheira, utilizamos a metodologia do Extrator de Winkler descrito por Bestelmeyer et al. (2000). Foram peneiradas 30 amostras de Winkler (1 m² de serapilheira) por plote, assim sendo, 10 amostras por tratamento. O peneirado de cada amostra foi individualmente submetido aos extratores de Winkler por 48 horas. Nos extratores de Winkler, a medida que o material peneirado seca, os indivíduos ativos presentes na mistura se direcionam para baixo e caem no pote contendo uma solução de álcool 70%. Essa metodologia possibilita que somente as formigas vivas sejam amostradas. Ao todo, foram realizadas 180 amostras de Winkler.

As formigas foram triadas, montadas e identificadas até espécie quando possível. A identificação foi feita com auxílio das chaves taxonômicas de Brown (1978), Bolton (2000), MacKay e MacKay (2010), Andrade e Baroni (1999), Watkins (1976), Kugler e Brown (1982), Camacho (2013), Brown (1976), Fernández (2007), Longino (2003), Kempf (1973), Longino e Fernández (2007), Feitosa et al. (2007), Fernández (2003) e MacKay (1993).

Análises estatísticas

Efeito dos tratamentos de fogo sobre a diversidade Alfa de formigas

Para avaliar o efeito do fogo sobre a riqueza e frequência relativa de formigas na escala das armadilhas Winkler, foram construídos modelos lineares generalizados mistos (GLMM) e comparados através de ANOVA, utilizando o pacote *lme4*. Para esse modelo a variável resposta (y) foi o número médio de espécies de formigas por amostra de Winkler por parcela e a variável explicativa (x) foram os três diferentes tratamentos. Da mesma forma, para estimar a variação da frequência relativa entre os tratamentos, utilizou-se um modelo similar mas agora utilizando-se a frequência relativa das espécies de formigas como variável resposta. A variável frequência relativa foi obtida pela razão entre o número de registros de espécies obtido dividido pelo número de registros de espécies possível por parcela (n = 18). Devido à natureza da variável resposta, os modelos foram construídos utilizando distribuição de erros Poisson para dados de contagem (Crawley, 2007). Para considerar a pseudo-replicação espacial, para os dois modelos descritos acima a variável “plote” foi inserida no modelo como uma variável aleatória simulando “blocos ao acaso” (seis blocos) e subtraindo os respectivos graus de liberdade do modelo.

Efeito dos tratamentos de fogo sobre a diversidade Beta de formigas

Para avaliar o efeito do fogo sobre o Beta Sorensen na escala de parcela, foram construídos modelos lineares generalizados (GLM), utilizando distribuição de erros Gausiana para os dados. A variável resposta (y) foram os valores de Beta Sorensen por parcela (n = 18) e a variável explicativa (x) foram os três diferentes tratamentos. Ainda, foi feita a decomposição do Beta Sorensen (troca real ou *turnover* e aninhamento) e avaliada a contribuição do aninhamento (Baselga, 2010) nos três diferentes tratamentos. Para isso foram construídos GLM, utilizando distribuição de erros Quasibinomial, em que a variável resposta (y) foram os valores da contribuição do aninhamento no Beta Sorensen (n = 18). Ambos modelos construídos foram comparados com modelos nulos através de ANOVA. Foi utilizado o Beta Sorensen (BetaSOR) pois ele incorpora a variação na composição de espécies causada tanto por *turnover* (BetaSIM) quanto por aninhamento (BetaNES), dessa forma: $\beta\text{NES} = \beta\text{SOR} - \beta\text{SIM}$ (Baselga, 2010). Onde βNES indica a contribuição do aninhamento, ou perda de espécies de um local para outro, e o βSIM a contribuição da troca real ou substituição de espécies (*turnover*) para a diversidade Beta Sorensen (βSOR).

Para contrastar o Beta Sorensen e a contribuição do aninhamento entre parcelas comparadas par a par foram construídas duas matrizes, uma com os valores do BetaSOR e outra do aninhamento (βNES), ambas as matrizes com 108 comparações. Posteriormente esses valores foram organizados em três grupos: “controle” x “sem adição”, “controle” x “com adição” e “sem adição” x “com adição”. Foram novamente construídos modelos lineares generalizados (GLM) com distribuição de erros Gausiana, em que as variáveis resposta (y) eram os valores de BetaSOR e aninhamento e a variável explicativa (x) para os dois modelos foram os três grupos.

Curvas de rarefação (Gotelli & Colwell 2000) foram usadas para comparar a riqueza total de espécies entre os três diferentes tratamentos: controle, fogo sem adição de combustível e fogo com adição de combustível. As curvas foram construídas utilizando-se o índice de Mao Tau, com o pacote *Vegan*.

Com o objetivo de representar de forma mais prática o número de espécies de formigas exclusivas e compartilhadas entre os tratamentos foi construído um diagrama de Venn.

Efeito dos parâmetros estruturais do fogo sobre a diversidade Alfa e Beta de formigas

Para obter os efeitos independentes dos cinco parâmetros do fogo medidos sobre as diversidades Alfa e Beta foi utilizado partição hierárquica. A partição hierárquica é uma técnica de regressão múltipla em que são considerados em conjunto todos os possíveis modelos lineares para identificar quais fatores realmente influenciam a variável resposta e qual o tamanho do efeito (Chevan e Sutherland, 1991; MacNally, 2000). O modelo foi criado utilizando-se distribuição de erros Poisson para dados de contagem do Alfa e Gaussian para os dados do Beta e aninhamento. A significância dos efeitos independentes foi obtida através de 5000 aleatorizações, e com base em um limite de confiança superior a 95% ($Z \geq 1,65$). A análise foi realizada utilizando-se o pacote *hier.part*.

Efeito do fogo sobre a composição de formigas

Para verificar se o fogo modifica a composição de espécies de formigas, foi realizada uma análise de ordenação NMDS (*non-metric multidimensional scaling*). Para analisar a significância estatística das diferenças na composição de espécies entre os tratamentos controle, fogo sem adição de combustível e fogo com adição de combustível foi desenvolvida uma PERMANOVA (Anderson, 2001), em que os dados da comunidade foram a variável resposta e os três tratamentos a variável explicativa. Por fim, foi feita uma PERMDISP para verificar a homogeneidade na dispersão dos pontos no espaço multivariado (Anderson, 2006).

Todas as análises, exceto o diagrama de Venn, foram feitas utilizando a plataforma R (R Core Team 2013).

RESULTADOS

Caracterização da fauna e frequência de espécies

Nós amostramos um total de 87 espécies de formigas, distribuídas em 32 gêneros, pertencentes a sete subfamílias (Formicinae, Ectatomminae, Dorylinae, Pseudomyrmecinae, Ponerinae, Dolichoderinae e Myrmicinae). A subfamília de maior representatividade em número de espécies foi Myrmicinae, com 62 espécies, seguida de Ponerinae com dez espécies. *Solenopsis* sp.2 foi a espécie mais frequente no tratamento controle e no tratamento com adição. Já no tratamento sem adição, *Solenopsis* sp.6 e *Pheidole* sp.2 foram as espécies mais frequentes (Tabelas 1 e 2, ANEXO).

Considerando a frequência relativa (número de registros de espécies) por parcela, ao contrário do esperado, foi observado que o tratamento controle não diferiu do tratamento sem adição de combustível. Sendo que ambos foram diferentes do tratamento com adição de combustível, que apresentou a menor frequência relativa de espécies de formigas (Deviance $_{(1,4)} = 5,099$; $p = 0,023$; Fig. 3).

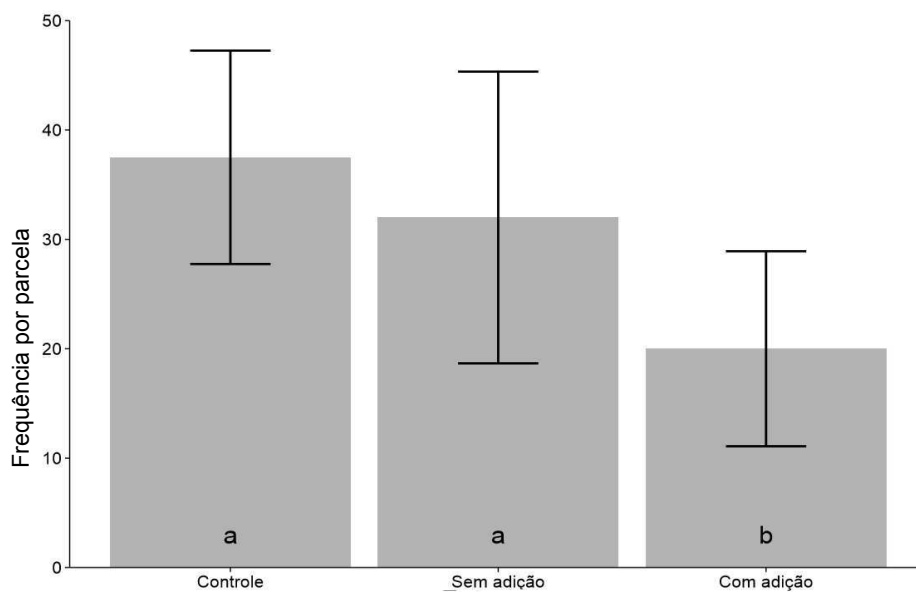


Figura 3: Frequência relativa de formigas de serapilheira para cada tratamento. A frequência foi calculada com o número médio de registros de espécies de formigas por parcela. Letras representam diferenças significativas entre os tratamentos.

Diversidade Alfa e Beta de formigas entre tratamentos

Diversidade ao nível das armadilhas Winkler (Alfa)

Considerando a riqueza média de espécies por Winkler (Alfa) foi encontrado o mesmo resultado da frequência de espécies, onde foi observado que o tratamento controle não diferiu do tratamento sem adição de combustível. Sendo que ambos foram diferentes do tratamento com adição de combustível (Deviance $_{(1,4)} = 4,956$; $p = 0,026$; Fig. 4).

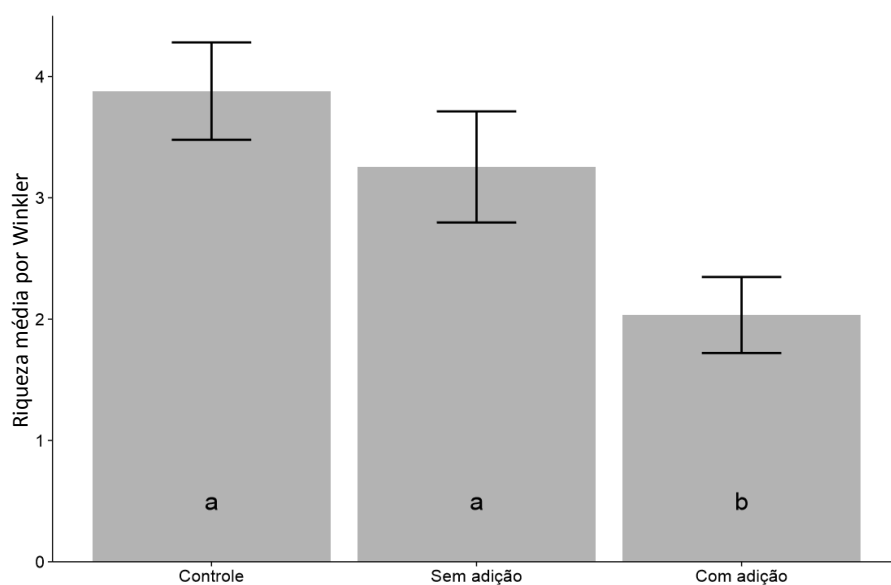


Figura 4: Riqueza média (\pm EP) de formigas de serapilheira por Winkler para cada tratamento: controle, fogo sem adição de combustível e fogo com adição de combustível. Letras representam diferenças significativas entre os tratamentos.

Diversidade ao nível dos tratamentos (riqueza acumulada)

Assim como os resultados de frequência e riqueza média, as curvas de rarefação mostraram que a riqueza acumulada de espécies foi de 63 espécies no controle e 50 espécies no tratamento sem adição de combustível, que por meio da sobreposição de seus intervalos de confiança não se diferenciaram entre si, mas foram maiores do que no tratamento com adição de combustível, que mostrou a menor riqueza acumulada, com 31 espécies (Figura 5).

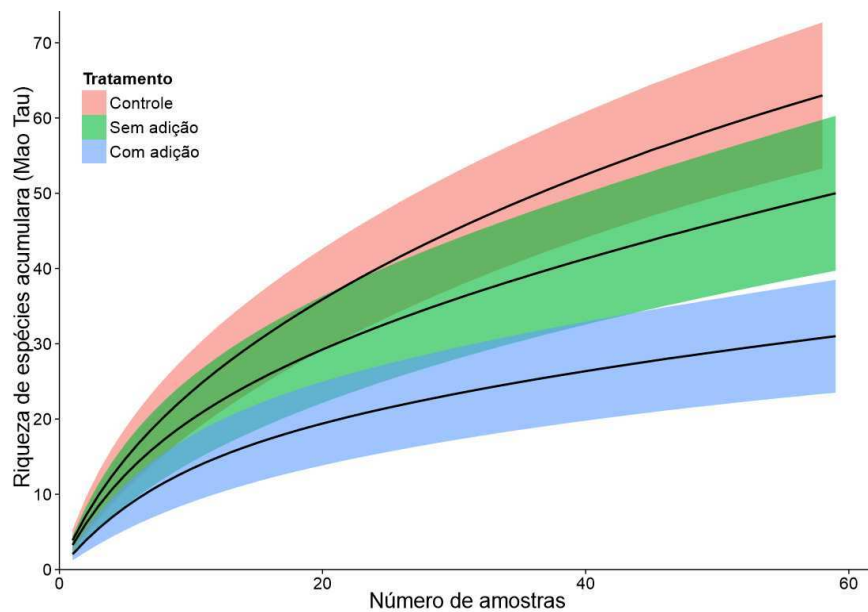


Figura 5: Curva de rarefação de espécies por tratamento, considerando a riqueza de formigas de serapilheira acumulada no tratamento controle (rosa), fogo sem adição de combustível (verde) e fogo com adição de combustível (azul). Curvas construídas utilizando-se o índice de rarefação de Mao Tau demonstrando os respectivos intervalos de confiança.

Diversidade Beta entre armadilhas por parcela

Já em relação a troca de espécies por Winkler (Beta Sorensen), contrariando o esperado, não houve diferença entre os três tratamentos ($F_{(2,15)} = 1,855$; $p = 0,190$; Fig. 6).

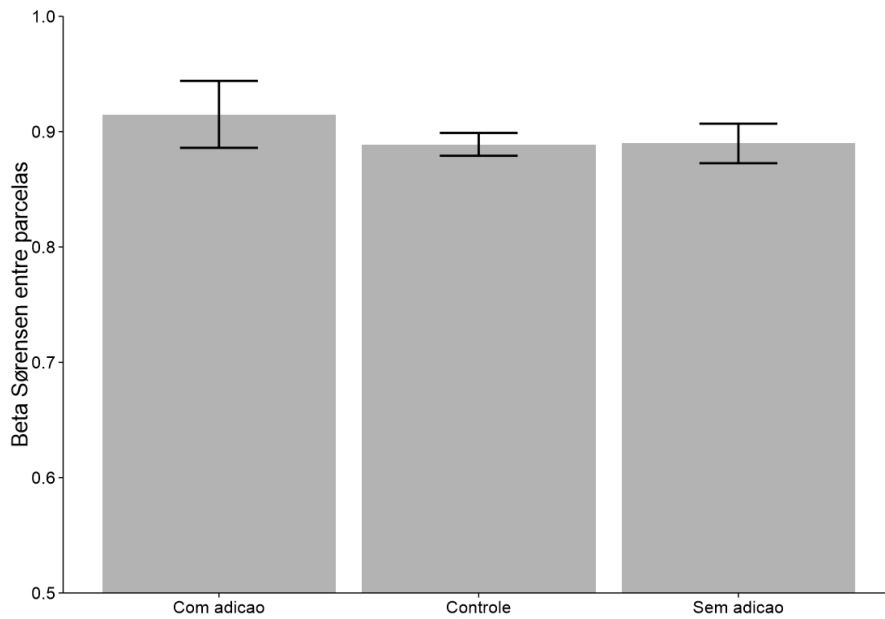


Figura 6: Beta Sorensen para cada tratamento: controle, fogo sem adiçao de combustivel e fogo com adiçao de combustivel.

Da mesma forma, ao decompor o Beta Sorensen, não foram encontradas diferenças na contribuição do aninhamento entre os tratamentos ($F_{(2,14)} = 0,765$; $p = 0,483$); Fig. 7).

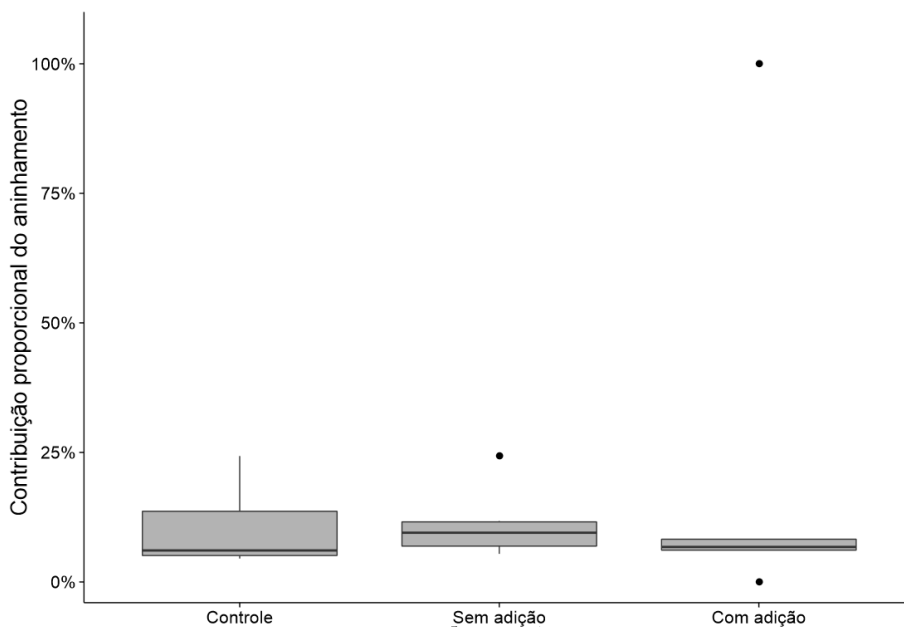


Figura 7: Contribuiçao do aninhamento para cada tratamento: controle, fogo sem adiçao de combustivel e fogo com adiçao de combustivel.

Diversidade Beta entre parcelas comparadas par a par

Agora observando-se a comparação par a par entre os tratamentos, não houve diferença no Beta Sorensen entre os grupos ($F_{(2,105)} = 2,12$; $p = 0,124$; Fig. 8).

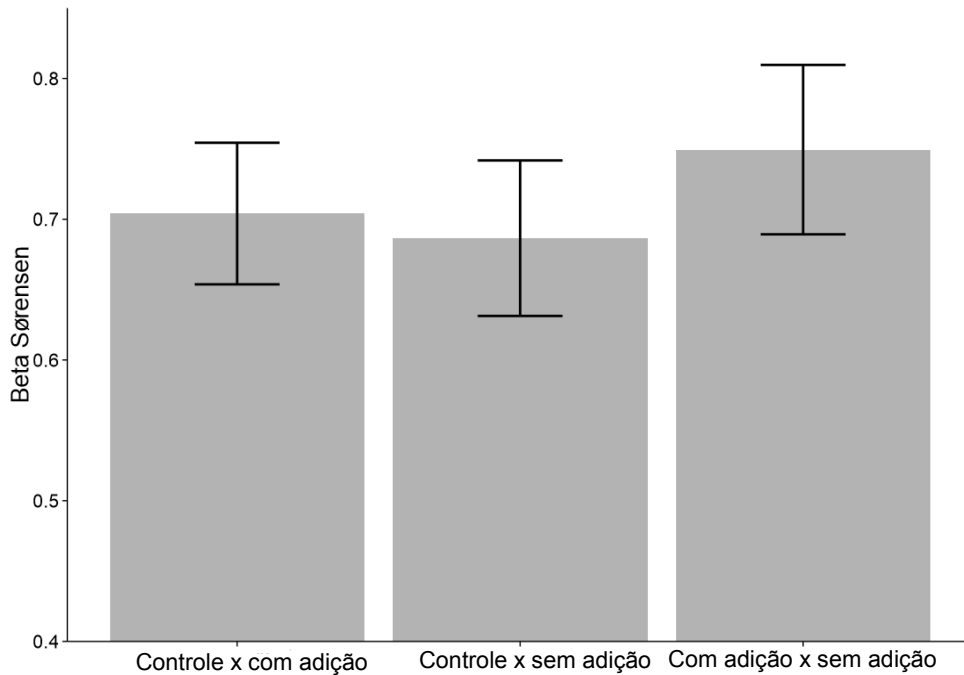


Figura 8: Comparações par a par da diversidade Beta Sorensen entre as parcelas dos tratamentos controle, fogo sem adição de combustível e fogo com adição de combustível.

Ao decompor o Beta dentro desses grupos (comparação par a par), houve uma maior contribuição do aninhamento quando comparados os tratamentos com adição e sem adição de combustível, ou seja, houve uma maior perda de espécies ao comparar esses dois grupos do que quando comparados ao controle, sendo que controle x com adição e controle x sem adição não diferiram entre si ($F_{(2,105)} = 3,185$; $p = 0,045$; Fig. 9).

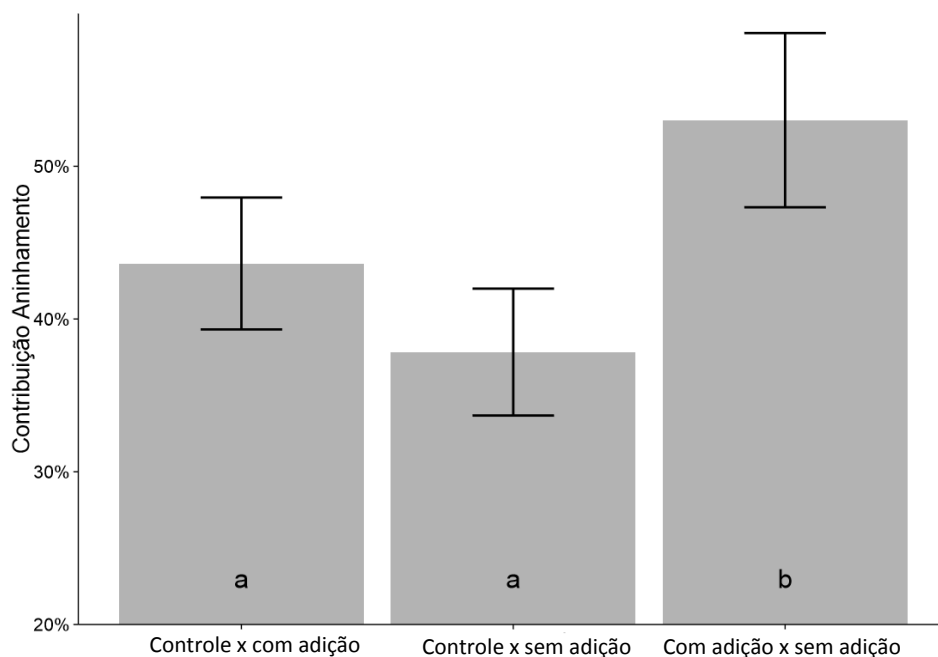


Figura 9: Comparações par a par da contribuição do aninhamento entre as parcelas dos tratamentos controle, fogo sem adição de combustível e fogo com adição de combustível. Letras representam diferenças significativas entre os tratamentos.

A partir do diagrama de Venn pode-se perceber que o tratamento controle apresentou o maior número de espécies exclusivas de formigas de serapilheira, com 25 espécies, seguido do tratamento sem adição com 15 espécies e por último o tratamento com adição com 7 espécies exclusivas. Juntos, os três tratamentos compartilharam 17 espécies, e o maior compartilhamento de espécies ocorreu entre o tratamento controle e sem adição, com 16 espécies de formigas compartilhadas. O tratamento com adição foi o que apresentou o menor compartilhamento de espécies, cinco com o controle e somente duas com o sem adição. Os números em destaque representam a riqueza acumulada de cada tratamento (Fig. 10).



Figura 10: Diagrama de Venn representando a riqueza e o compartilhamento de espécies de formigas de serapilheira entre os tratamentos controle, fogo com adição de combustível e fogo sem adição de combustível.

Efeito dos parâmetros estruturais do fogo sobre a diversidade Alfa e Beta de formigas

Parâmetros estruturais do fogo entre tratamentos

Foi observado que dentre os cinco parâmetros do fogo analisados os que mais se diferenciaram entre os tratamentos sem adição e com adição de combustível foram proporção da área queimada, total de combustível consumido pelo fogo e intensidade da linha do fogo (Tabela 3).

Tabela 3: Parâmetros estruturais do fogo e a média (\pm EP) do valor por tratamento.

Parâmetros do fogo	Sem adição	Com adição
Taxa de espalhamento (m/min)	0.232 (0.015)	0.217 (0.026)
Largura das chamas (cm)	14.884 (2.442)	17.200 (2.277)
Proporção da área queimada	0.681 (0.033)	0.885 (0.013)
Total de combustível consumido pelo fogo	9.628 (0.511)	12.253 (2.147)
Intensidade da linha do fogo (kW/m)	65.589 (4.617)	75.673 (11.658)

Efeito sobre Alfa

A riqueza média de formigas por Winkler não foi afetada significativamente por nenhum dos parâmetros do fogo. Apesar do parâmetro “proporção de área queimada” ($Z = 0,25$) ter explicado a maior parte da variação na riqueza de espécies, não foi significativamente diferente do modelo nulo da partição hierárquica (Fig. 11).

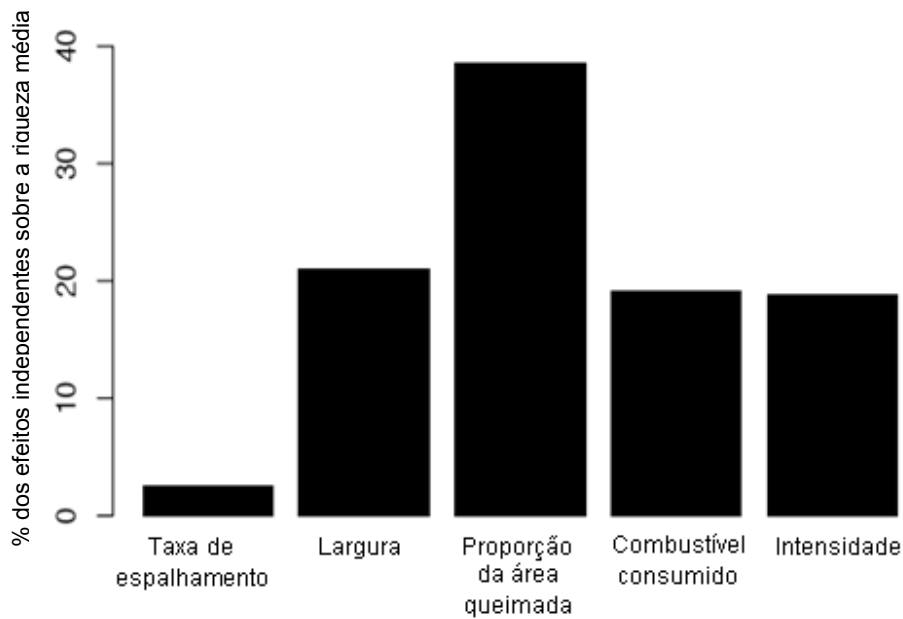


Figura 11: Distribuição da porcentagem dos efeitos independentes dos parâmetros estruturais do fogo medidos sobre a riqueza média de formigas por parcela. Valores de Z de cada parâmetro: taxa de espalhamento ($Z = -0,91$); largura da chama ($Z = -0,32$); proporção da área queimada ($Z = 0,25$); combustível consumido ($Z = -1,35$); intensidade ($Z = -1,32$).

Efeito sobre Beta

A diversidade Beta também não foi afetada significativamente por nenhum parâmetro do fogo. Apesar da “proporção da área queimada” ($Z = 0,55$) também ter exercido o maior efeito sobre Beta, essa variável não foi significativamente diferente do modelo nulo da partição hierárquica. (Fig. 12).

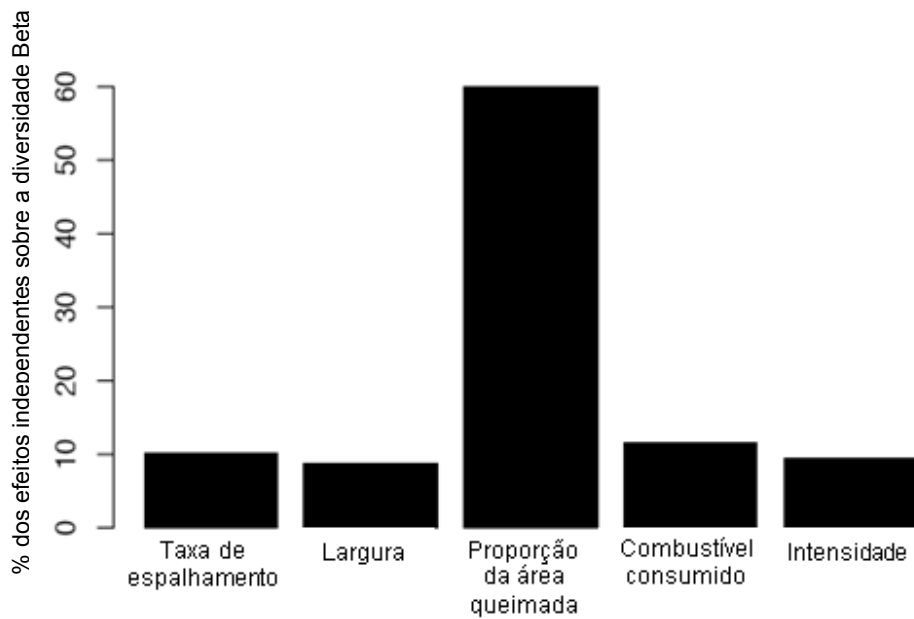


Figura 12: Distribuição da porcentagem dos efeitos independentes dos parâmetros estruturais do fogo medidos sobre a diversidade Beta. Valores de Z de cada parâmetro: taxa de espalhamento ($Z = -0,73$); largura da chama ($Z = -0,76$); proporção da área queimada ($Z = 0,55$); combustível consumido ($Z = -0,87$); intensidade ($Z = -0,89$).

Finalmente, a taxa de espalhamento e a intensidade do fogo afetaram positivamente o aninhamento, com efeito independente de 35,45 % ($Z = 1,67$) e 45,55% ($Z = 1,64$) respectivamente. Todos os outros parâmetros do fogo não afetaram o aninhamento de espécies (Fig. 13).

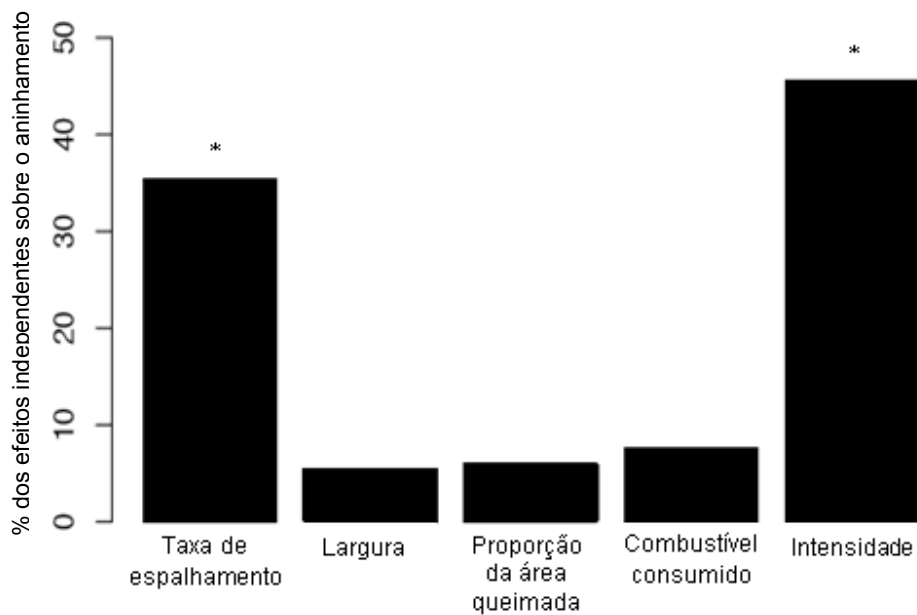


Figura 13: Distribuição da porcentagem dos efeitos independentes dos parâmetros estruturais do fogo medidos sobre o aninhamento. Valores de Z de cada parâmetro: taxa de espalhamento ($Z = 1,67$); largura da chama ($Z = -0,75$); proporção da área queimada ($Z = -0,63$); combustível consumido ($Z = -0,43$); intensidade ($Z = 1,64$). Asteriscos (*) representam diferenças significativas entre os efeitos.

Efeito do fogo sobre a composição de formigas

O fogo não afetou a composição de espécies de formigas (NMDS, stress = 0,147), (PERMANOVA, pseudo $F_{(2,15)} = 0,884$; $p = 0,715$). Como também não há evidência de diferenças nas dispersões multivariadas entre os tratamentos (PERMDISP, $F_{(2,15)} = 0,520$; $p = 0,604$) (Fig. 14).

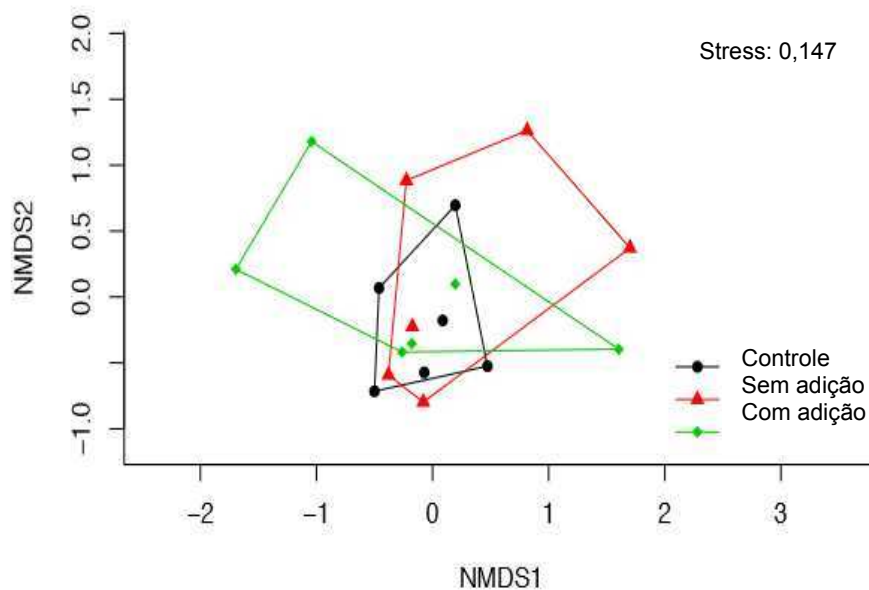


Figura 14: Composição de espécies de formigas de serapilheira relacionadas a três tratamentos: controle (bolas pretas), fogo sem adição de combustível (triângulos vermelhos) e fogo com adição de combustível (quadrado verde).

DISCUSSÃO

O fogo causou uma diminuição na frequência, riqueza média e riqueza total de formigas, como era previsto. Entretanto, esse decréscimo foi significativo somente no tratamento com adição de combustível (Figs. 3, 4 e 5). Esse resultado está provavelmente associado ao fato de que a proporção da área queimada, total de combustível consumido e intensidade da linha do fogo tenderam a ser maiores no tratamento com adição de combustível quando comparado com o tratamento sem adição de combustível (Tabela 3). Podemos sugerir que as espécies de formigas de serapilheira poderiam sobreviver ao fogo de duas formas principais, através da migração vertical para o subsolo, ou através da migração horizontal para manchas de área não queimada (Pearson e Yoanoviak, 2014). Uma vez que as formigas podem responder diretamente ao grau de modificação causada pelo fogo (Philpott et al., 2010), provavelmente áreas sem adição de combustível e possivelmente menor proporção da área queimada poderiam facilitar o escape horizontal, e um fogo menos intenso facilitaria um escape vertical. Contudo, devido ao curto prazo pós fogo em que o estudo foi realizado é pouco provável que a migração horizontal das

formigas entre áreas tenha influenciado no resultado encontrado. Pearson e Yanoviak (2014) também demonstraram que um fogo mais intenso em florestas de carvalho reduz a riqueza e abundância de artrópodes de serapilheira a curto prazo.

Contrariando a previsão, podemos ver que de uma forma geral o fogo não exerceu influência sobre a troca de espécies. Isso pode ter ocorrido devido ao alto valor de Beta nos três tratamentos, significando uma alta troca de espécies dentro das parcelas. Ainda, o aninhamento apresentou baixa contribuição e não foi afetado pelo fogo quando comparamos por parcelas (Fig. 7). Entretanto, ao mudarmos a escala e observarmos de forma mais específica, houve diferença significativa do aninhamento entre os tratamentos com e sem adição de combustível, quando comparados par a par (Fig. 9). De acordo com Baselga (2010), mesmos valores de Beta podem ser resultado de dois processos extremamente diferentes. Devido ao *turnover*, ou substituição de espécies de um local para outro, ou devido ao aninhamento, quando as espécies não são substituídas, mas perdidas de um local para outro. O que significa que provavelmente a biota do tratamento com adição é um subconjunto da biota do sem adição. Solar (2013) encontrou que a resposta da diversidade Beta ao gradiente de perturbação pode ser dependente da escala, sendo outra possível explicação para termos encontrado uma contribuição do aninhamento somente na escala mais específica. Uma alta contribuição do aninhamento na diversidade Beta pode significar uma homogeneização do ambiente causada pelo fogo.

Apesar de não termos encontrado efeito direto dos parâmetros estruturais do fogo sobre a diversidade Alfa e Beta Sorensen, a taxa de espalhamento e intensidade do fogo tiveram um efeito significativo sobre o aninhamento. Sendo que os efeitos independentes desses dois parâmetros do fogo foram positivos, ou seja, a medida que aumenta a taxa de espalhamento e a intensidade do fogo há uma maior perda de espécies (Fig. 13). Isso pode ser explicado pelo fato de que o fogo afeta diretamente a serapilheira e um fogo mais intenso consome mais serapilheira, o que não beneficia a mirmecofauna, uma vez que a serapilheira fornece o microclima, sítios de nidificação e forrageamento que essas formigas requerem (Vasconcelos et al., 2009). Além disso, uma maior taxa de espalhamento reduz as manchas não queimadas que poderiam servir de refúgio para as formigas possibilitando a sobrevivência de algumas espécies.

Diferente do que esperávamos, o fogo não afetou a composição de espécies (Fig. 14). Isso provavelmente ocorreu devido a uma combinação entre a análise aplicada, a alta troca de

espécies independente dos tratamentos de fogo e o relativo baixo número de parcelas estudadas. Acreditamos que esses fatores agindo ao mesmo tempo podem ter feito a análise aplicada não ter o poder de detectar a mudança. Mas esse resultado deve ser observado com cautela. Podemos observar por meio do diagrama de Venn (Fig. 10) e das Tabelas 1 e 2 que das 87 espécies de formigas encontradas no total, somente 17 foram compartilhadas entre os três tratamentos, e pelo menos metade dessas apresentaram uma alta frequência relativa, ou seja, com exceção das espécies mais frequentes como *Brachymyrmex* sp.1, *Solenopsis* sp.2, sp.4, sp.5 e sp.6, *Pheidole* sp.2 entre outras, a maioria das espécies foi diferente entre os tratamentos. Somente duas espécies foram compartilhadas entre os tratamentos sem adição e com adição, e cinco entre o controle e o com adição. Apesar do tratamento controle e sem adição de combustível compartilharem algumas espécies, há um alto número de espécies exclusivas em cada tratamento. Além disso, esse é um ambiente rico em espécies, então era esperado que independente do fogo houvesse uma alta troca de espécies. A mudança esperada na composição de espécies seria então uma combinação do efeito do fogo e de variações naturais da fauna de formigas na escala estudada.

Diversos estudos relacionados ao efeito de fogo sobre o ecossistema vêm sendo desenvolvidos nessa floresta de transição, entretanto, a grande maioria avalia os impactos de diferentes frequências de fogo sobre a comunidade de plantas (Balch et al., 2011, 2013; Brando et al., 2014), e sobre o ciclo do carbono (Rocha et al., 2013), com poucos trabalhos avaliando o efeito do fogo sobre a fauna (Carvalho et al., 2012; Silveira et al., 2012 e 2013). Até onde sabemos esse é o primeiro trabalho que avalia o efeito do fogo utilizando medidas diretas de estrutura do fogo como as que usamos, sobre a comunidade de formigas de serapilheira em florestas tropicais, especialmente na transição Cerrado-Amazônia.

CONCLUSÃO

Nesse estudo observamos pela primeira vez que a mirmecofauna de serapilheira na transição Cerrado-Amazônia responde de formas distintas a diferentes regimes de fogo. A mirmecofauna não apresenta mudanças a curto prazo com um fogo de menor intensidade. Mas observamos que um aumento no combustível disponível para queima tende a originar fogos mais intensos que alteram a riqueza e frequência de espécies. De forma geral, a mirmecofauna de

serapilheira da transição Cerrado-Amazônia apresenta a curto prazo resistência a fogos menos severos.

Entretanto, é importante frisar que a floresta Amazônica tem sofrido com uma intensificação do desmatamento, secas mais prolongadas, juntamente com um aumento nos episódios de fogo, e que essas características se acentuam em áreas de transição Cerrado-Amazônia. Sabe-se que um fogo recorrente na Amazônia induz mudanças na estrutura e composição da floresta, levando a formação de florestas mais abertas, menos úmidas e dominadas por espécies pioneiras com maior vulnerabilidade a fogos subsequentes (Barlow e Peres, 2008). Além disso, áreas de transição são naturalmente mais susceptíveis ao fogo devido a maior sazonalidade e acúmulo de combustível, além de se localizarem no arco do desmatamento e estarem expostas a potenciais fontes de ignição. Sendo assim, compreender os efeitos ecológicos do fogo na transição Cerrado-Amazônia é essencial para que medidas eficazes para conservação dessa paisagem e da floresta Amazônica como um todo sejam adotadas.

Contrastando com nossos resultados, Silveira et al. (2013), não detectaram efeito do fogo sobre a riqueza de formigas de serapilheira a médio e longo prazo em área adjacente a nossa área de estudo. Assim, sugerimos que estudos que avaliem as respostas da comunidade de formigas de serapilheira ao fogo a longo prazo, utilizando parâmetros estruturais do fogo como medida direta de intensidade, com amostragens mais amplas e abrangentes, possam nos dar respostas mais claras sobre a resistência e resiliência desse ecossistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, A.; NEPSTAD, D. & MOUTINHO, P. 2005. Carbon emissions associated with forest fires in Brazil. In: Moutinho P, Schwartzman S (eds) *Tropical deforestation and climate change*. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia-IPAM, 1st edn. Environmental Defense, Belém.
- ANDERSEN, A. N. & YEN, A. L. 1985. Immediate effects of fire on ants in the mallee of northwestern Victoria, *Aust. J. Ecol.* (10): 25-30.
- ANDERSEN, A. N. 1991. Responses of Ground-Foraging Ant Communities to Three Experimental Fire Regimes in a Savanna Forest of Tropical Australia. *Biotropica*. (23): 575-585.
- ANDERSEN, A. N. & MÜLLER, W. J. 2000. Arthropod responses to experimental fire regimes in an Australian tropical savannah: ordinal-level analysis. *Austral Ecology*. (25):199–209.
- ANDERSEN, A. N.; HERTOOG, T. & WOINARSKI, J. C. Z. 2006. Longterm fire exclusion and ant community structure in an Australian tropical savanna: congruence with vegetation succession. *J.Biogeogr.* (33): 823–32.
- ANDERSEN, A. N.; RIBBONS, R.; PETTIT, M. & PARR, C. L. 2014. Highly resilient ant communities respond only to strongly contrasting fire regimes in Australia's seasonal tropics: implications for patch mosaic burning. *Journal of Applied Ecology*. (51): 1406-1413.
- ANDERSON, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*. (26): 32-46.
- ANDERSON, M. J. 2006. Distance-based tests for homogeneity of multivariate dispersions. *Biometrics*. (62): 245–253.
- BALCH, JENNIFER K.; NEPSTAD, DANIEL C.; CURRAN, LISA M.; BRANDO, PAULO M.; PORTELA, OSVALDO; GUILHERME, PAULO; REUNING-SCHERER, JONATHAN D.; DE CARVALHO, OSWALDO JR. 2011. Size, species, and fire behavior predict tree and liana mortality from experimental burns in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*. (1): 68-77.
- BARLOW, J. & PERES, C. A. 2008. Fire-mediated dieback and compositional cascade in an Amazonian forest. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*. (363): 1787-1794.
- BASELGA, A. 2010. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*. (19): 134–143.

- BESTELMEYER, B. T., AGOSTI, D.; ALONSO, L. E.; BRANDÃO, R. F.; BROWN, W. L. J. R.; DELABIE, J. H. C. & SILVESTRE, R. Field techniques for the study of ground-dwelling ants: an overview, description, and evaluation. in: Agosti, D.; Majer, J. D.; Alonso, L. E. & Schultz, T. R. 2000. editors. *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian Institution Press. 122-144pp.
- BOLTON, B. 2000. The ant tribe Dacetini. *Memoirs of the American Entomological Institute* (65): 1-1028
- BOND, W. J. & KEELEY, J. E. 2005. Fire as a global 'herbivore': the ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution*. (20): 387-394.
- BRANDO, P. M.; COE, M. T.; DEFRIES, R.S.; AZEVEDO, A. 2013. Ecology, economy, and management of an agroindustrial frontier landscape in the southeast Amazon. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. (368): 1619.
- BROWN, W. L., Jr. 1978c. Contributions toward a reclassification of the Formicidae. Part VI. Ponerinae, tribe Ponerini, subtribe Odontomachiti. Section B. Genus *Anochetus* and bibliography. *Studia Entomologica*. (20): 549-638.
- BROWN, W. L., Jr. 1976c. Contributions toward a reclassification of the Formicidae. Part VI. Ponerinae, tribe Ponerini, subtribe Odontomachiti. Section A. Introduction, subtribal characters. Genus *Odontomachus*. *Studia Entomologica*. (19): 67-171.
- BUNK, S. 2004 World on Fire. *PLoS Biol*. 2(2): 54.
- CALEF, M. P.; MCGUIRE, A. D., & CHAPIN, F. S. III, 2008. Human influences on wildfire in Alaska from 1988 through 2005: An Analysis of the Spatial Patterns of Human Impacts. *Earth Interactions*. (12): 1-17.
- CAMACHO, G. P. 2013. Revisão taxonômica do grupo *striatula* de *Gnamptogenys* Roger (Hymenoptera: Formicidae: Ectatomminae) para o Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CARVALHO, K. S.; BALCH, J. & MOUTINHO, P. 2012. Influências de *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae) na recuperação da vegetação pós-fogo em floresta de transição amazônica. *Acta Amaz.* (42): 81-88.
- CHEVAN, A & SUTHERLAND, M. 1991. Hierarchical Partitioning. *The American Statistician*. (45): 90-96.
- CHUVIECO, E.; GIGLIO L. & JUSTICE, C. 2008. Global characterization of fire activity: toward defining fire regimes from Earth observation data. *Global Change Biology*. (14): 1488-1502.
- COCHRANE, M. A. & SCHULZE, M. D. 1999. Fire as a current event in tropical forests of the eastern Amazon: effects on forest structure, biomass and species composition. *Biotropica*. (31): 2-16.

- COCHRANE, M. A.; ALENCAR, A.; SCHULZE, M. D.; SOUZA, C. M.; NEPSTAD, D. C.; LEFEBVRE, P. & DAVIDSON, E. A. 1999. Positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy tropical forests. *Science*. (284): 1832– 1835.
- DE ANDRADE, M. L. & BARONI, U. C. 1999. Diversity and adaptation in the ant genus *Cephalotes*, past and present. Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde. Serie B. *Geologie und Paläontologie*. (271): 1-889.
- FEITOSA, R. M.; BRANDÃO, C. R. F. & DIETZ, B. H. 2007. *Basiceros scambognathus* (Brown, 1949) n. comb., with the first worker and male descriptions, and a revised generic diagnosis (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). *Papeis Avulsos de Zoologia*. (47): 15-26.
- FERNÁNDEZ, F. 2007b. Two new South American species of *Monomorium* Mayr with taxonomic notes on the genus. *Memoirs of the American Entomological Institute*. (80): 128-145.
- FERNÁNDEZ, F. 2003h. Myrmicine ants of the genera *Ochetomyrmex* and *Tranopelta* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. (41): 633-661.
- FOURNIER, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba*. (24): 422-423.
- FRIZZO, T. L. M.; CAMPOS, R. I. & VASCONCELOS, H. L. 2012. Contrasting effects of fire on arboreal and ground-dwelling ant communities of a neotropical savanna. *Biotropica*. (44): 254– 261.
- GOTELLI, N. & R. K. COLWELL. 2000. Quantifying biodiversity: Procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecol. Lett.* (4): 379–391.
- HOFFMANN, B. D. 2003. Responses of ant communities to experimental fire regimes on rangelands in the Victoria River District of the Northern Territory. *Austral Ecology*. (28): 182–195.
- KEMPF, W. W. 1973b. A revision of the Neotropical myrmicine ant genus *Hylomyrma* Forel (Hymenoptera: Formicidae). *Studia Entomologica*. (16): 225-260.
- KUGLER, C. & BROWN, W. L., JR. 1982. Revisionary and other studies on the ant genus *Ectatomma*, including the description of two new species. Search. Agriculture (Ithaca, New York). (24):1-8
- LONGINO, J. T. 2003a. The *Crematogaster* (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) of Costa Rica. *Zootaxa*. (151): 1-150.
- LONGINO, J. T. & FERNÁNDEZ, F. 2007. Taxonomic review of the genus *Wasmannia*. *Memoirs of the American Entomological Institute*. (80): 271-289.
- MACKAY, W. P. 1993b. A review of the New World ants of the genus *Dolichoderus* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. (22): 1-148.

- MACKAY, W. P. & MACKAY, E. 2010. The systematics and biology of the New World ants of the genus *Pachycondyla* (Hymenoptera: Formicidae). Lewiston, New York: Edwin Mellen Press, xii+642 pp.
- MACNALLY, R., 2000. Regression and model-building in conservation biology, biogeography and ecology: the distinction between and reconciliation of ‘predictive’ and ‘explanatory’ models. *Biodiversity and Conservation*. (9): 655–671
- MARAVALHAS, J. & VASCONCELOS, H. L. 2014. Revisiting the pyrodiversity-biodiversity hypothesis: long-term fire regimes and the structure of ant communities in a Neotropical savanna hotspot. *Journal of Applied Ecology*. (51): 1661-1668.
- NEPSTAD, D.; VERÍSSIMO, A.; ALENCAR, A.; NOBRE, C.; LIMA, E.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; POTTER, C.; MOUTINHO, P.; MENDONZA, E.; COCHRANE, M. & BROOKS, V. 1999. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. *Nature*. (398): 505-508.
- NEPSTAD, D. C.; DE CARVALHO, C. R.; DAVIDSON, E. A.; PETER H. J., PAUL, A. L.; GUSTAVO, H. N.; ELSON, D.S.; THOMAS, A. S.; SUSAN, E. T. & SIMONE, V. 1994. The role of deep roots in the hydrological and carbon cycles of Amazonian forests and pastures. *Nature*. (372): 666–669.
- NEPSTAD, D.; CARVALHO, G.; BARROS, A. C.; ALENCAR, A.; CAPOBIANCO, J. P.; BISHOP, J.; MOUTINHO, P.; LEFEBVRE, P.; SILVA JR., U. L. & PRINS, E. 2001. Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. *Forest Ecology and Management*. (154): 395–407.
- PARR, C. L., BOND, W. J. & ROBERTSON, H. G. 2002. A preliminary study of the effect of fire on ants (Hymenoptera: Formicidae) in a South African savanna. *African Entomology*. (10): 101–111.
- PARR, C. L.; ROBERTSON, H. G.; BIGGS, H. C. & CHOWN, S. L. 2004. Response of African savanna ants to long-term fire regimes. *J. Appl. Ecol.* (41): 630–42.
- VERBLE-PEARSON, R. M. & YANOVIK, S. P. 2014. Effects of fire intensity on litter arthropod communities in Ozark oak forests, Arkansas, U.S.A. *American Midland Naturalist*. (172): 14-24.
- PHILPOTT, S. M.; PERFECTO, I.; ARMBRECHT, I. & PARR, C. L. 2010. Ant diversity and function in disturbed and changing habitats. In: Lach L, Parr C, Abbott K (eds) *Ant ecology*. Oxford University Press, Oxford, 137–156pp.
- R - CORE TEAM. 2013. A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Austria.
- ROCHA, W.; METCALFE, D.B.; DOUGHTY, C.E.; BRANDO, P.M.; SILVÉRIO, D.V.; HALLADAY, K.; NEPSTAD, D.C.; BALCH, J.K. & MALHI, Y. 2013. Ecosystem productivity and carbon cycling in intact and annually burnt forest at the dry southern limit of the Amazon rainforest (Mato Grosso, Brazil). *Plant Ecology & Diversity*. 7(1-2): 25–40.

- RODRÍGUEZ, J. P.; BALCH, J. K. & RODRÍGUEZ-CLARK, K. M. 2007. Assessing extinction risk in the absence of species-level data: quantitative criteria for terrestrial ecosystems. *Biodiversity and Conservation*. (16): 183–209.
- SCOTT, A. C. 2000. The Pre-Quaternary history of fire. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 164(1-4): 281-329.
- SILVEIRA, J. M.; BARLOW, J.; ANDRADE, R. B.; MESTRE, L.A.M.; LACAU, S. & COCHRANE, M. A. 2012. Responses of leaf-litter ant communities to tropical forest wildfires vary with season. *J Trop Ecol*. (28): 518–525
- SILVEIRA, J. M.; BARLOW, J.; MESTRE, L.A.M.; ANDRADE, R.B.; LACAU, S.; ZANETTI, R. & COCHRANE, M. A. 2013. The responses of leaf litter ant communities to wildfires in the Brazilian Amazon: a multi-region assessment. *Biodiversity and Conservation*. (22): 513-529
- SOLAR, R. R. C. 2013. Effects of land-use change on tropical forest biodiversity: a multi-scale assessment in the Brazilian Amazon. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- STOLLE, F.; CHOMITZ, K. M.; LAMBIN, E. F. & TOMICH, T. P. 2003. Land use and vegetation fires in Jambi Province, Sumatra, Indonesia. *Forest Ecology and Management*. (179): 277–292
- UHL, C. & KAUFFMAN, J. B. 1990. Deforestation, fire susceptibility and potential tree responses to fire in the eastern Amazon. *Ecology*. (71): 437-449.
- VASCONCELOS, H. L. & VILHENA, J. M. S. 2006. Species turnover and vertical partitioning of ant assemblages in the Brazilian Amazon: a comparison of forests and savannas. *Biotropica*. (38): 100 - 106.
- VASCONCELOS, H. L., LEITE, M. F., VILHENA, J. M. S., LIMA, A. P., MAGNUSSON, W. E. 2008. Ant diversity in an Amazonian savanna: relationship with vegetation structure, disturbance by fire, and dominant ants. *Austral Ecology*. (33): 221 – 231.
- VASCONCELOS, H. L.; PACHECO, R.; SILVA, R. C.; VASCONCELOS, P. B.; LOPES, C. T.; COSTA, A. N. & BRUNA, E. M. 2009. Dynamics of the Leaf-Litter Arthropod Fauna Following Fire in a Neotropical Woodland Savanna. *Plos One*. 4(11) e 7762.
- VERBLE, R. M. & YANOVIK, S. P. 2013. Short-term effects of prescribed burning on ant (Hymenoptera: Formicidae) assemblages in Ozark forests. *Annals of the Entomological Society of America*. 106 (2): 198-203
- WATKINS, J. F., II .1976. The identification and distribution of New World army ants (Dorylinae: Formicidae). Waco, Texas: Baylor University Press, 102 pp.
- WHITTAKER, R. H. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs*. (30): 280– 338.

ANEXOS

Tabela 1: Lista de espécies de formigas de serapilheira coletadas nesse estudo em ordem decrescente de frequência nos três tratamentos: controle, fogo sem adição de combustível e fogo com adição de combustível. Dados de presença ou ausência, em que as espécies em destaque correspondem a espécies exclusivas do tratamento em questão.

Espécies	Controle	Sem adição	Com adição
<i>Camponotus</i> sp.2	X	X	X
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	X	X	X
<i>Crematogaster</i> sp.4	X	X	X
<i>Apterostigma</i> sp.3	X	X	X
<i>Trachymyrmex</i> sp.1	X	X	X
<i>Strumigenys denticulata</i>	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp.2	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp.3	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp.5	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp.6	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp.12	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp.18	X	X	X
<i>Nylanderia</i> sp.1	X	X	X
<i>Solenopsis</i> sp.2	X	X	X
<i>Solenopsis</i> sp.4	X	X	X
<i>Solenopsis</i> sp.5	X	X	X
<i>Solenopsis</i> sp.6	X	X	X
<i>Camponotus</i> sp.1	X	X	
<i>Anochetus mayri</i>	X	X	
<i>Odontomachus meinerti</i>	X	X	
<i>Cephalotes patellaris</i>	X	X	
<i>Hypoponera</i> sp.3	X	X	
<i>Crematogaster</i> sp.1	X	X	
<i>Basiceros militaris</i>	X	X	
<i>Ochetomyrmex semipolitus</i>	X	X	
<i>Chyphomyrmex laevigatus</i>	X	X	
<i>Strumigenys perparva</i>	X	X	
<i>Strumigenys zeteki</i>	X	X	
<i>Strumigenys elongata</i>	X	X	
<i>Pheidole</i> sp.4	X	X	
<i>Pheidole</i> sp.7	X	X	
<i>Pheidole</i> sp.8	X	X	

<i>Pheidole</i> sp.16	X	X	
<i>Anochetus diegensis</i>	X		X
<i>Pachycondyla harpax</i>	X		X
<i>Ochetomyrmex neopolitus</i>	X		X
<i>Pheidole</i> sp.1	X		X
<i>Solenopsis</i> sp.1	X		X
<i>Camponotus</i> sp.3	X		
<i>Camponotus</i> sp.4	X		
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	X		
<i>Ectatomma lugens</i>	X		
<i>Labidus praedator</i>	X		
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1	X		
<i>Anochetus targionii</i>	X		
<i>Azteca</i> sp.1	X		
<i>Brachymyrmex</i> sp.2	X		
<i>Hypoponera</i> sp.1	X		
<i>Hypoponera</i> sp.2	X		
<i>Crematogaster flavosensitiva</i>	X		
<i>Crematogaster</i> sp.3	X		
<i>Wasmannia auropunctata</i>	X		
<i>Myrmicocrypta foreli</i>	X		
<i>Rogeria</i> sp.1	X		
<i>Apterostigma</i> sp.2	X		
<i>Atta</i> sp.1	X		
<i>Chyphomyrmex</i> sp.2	X		
<i>Carebara</i> sp.2	X		
<i>Strumigenys crassicornis</i>	X		
<i>Pheidole</i> sp.10	X		
<i>Pheidole</i> sp.17	X		
<i>Pheidole</i> sp.20	X		
<i>Solenopsis</i> sp.7	X		
<i>Chyphomyrmex</i> sp.1		X	X
<i>Trachymyrmex</i> sp.2		X	X
<i>Gnamptogenys striatula</i>		X	
<i>Dolichoderus imitator</i>		X	
<i>Rasopone arhuaca</i>		X	
<i>Monomorium floricola</i>		X	
<i>Hylomyrma immanis</i>		X	
<i>Sericomyrmex</i> sp.1		X	
<i>Strumigenys tendifera</i>		X	
<i>Pheidole</i> sp.11		X	

<i>Pheidole</i> sp.13	X	
<i>Pheidole</i> sp.14	X	
<i>Pheidole</i> sp.19	X	
<i>Pheidole</i> sp.21	X	
<i>Solenopsis</i> sp.3	X	
<i>Solenopsis</i> sp.8	X	
<i>Solenopsis</i> sp.9	X	
<i>Ectatomma edentatum</i>		X
<i>Hypoponera</i> sp.4		X
<i>Apterostigma</i> sp.1		X
<i>Carebara</i> sp.1		X
<i>Pheidole</i> sp.9		X
<i>Pheidole</i> sp.15		X
<i>Solenopsis</i> sp.11		X

Tabela 2: Lista de espécies de formigas de serapilheira coletadas nesse estudo distribuídas em subfamílias nos três tratamentos: controle, fogo sem adição de combustível e fogo com adição de combustível. Dados de frequência relativa de cada espécie por tratamento.

SUBFAMÍLIA/espécie	Controle	Sem adição	Com adição
DOLICHODERINAE			
<i>Azteca</i> sp.1	1	-	-
<i>Dolichoderus imitator</i>	-	1	-
DORYLINAE			
<i>Labidus praedator</i>	1	-	-
ECTATOMINAE			
<i>Ectatomma edentatum</i>	-	-	1
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	1	-	-
<i>Ectatomma lugens</i>	1	-	-
<i>Gnamptogenys striatula</i>	-	2	-
FORMICINAE			
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	14	11	8
<i>Brachymyrmex</i> sp.2	1	-	-
<i>Camponotus</i> sp.1	4	5	-
<i>Camponotus</i> sp.2	5	3	1
<i>Camponotus</i> sp.3	3	-	-
<i>Camponotus</i> sp.4	2	-	-
<i>Nylanderia</i> sp.1	5	6	3
MYRMICINAE			
<i>Pheidole</i> sp.1	1	-	1
<i>Pheidole</i> sp.2	13	15	1

<i>Pheidole</i> sp.3	9	8	3
<i>Pheidole</i> sp.4	2	1	-
<i>Pheidole</i> sp.5	1	2	3
<i>Pheidole</i> sp.6	3	1	7
<i>Pheidole</i> sp.7	2	4	-
<i>Pheidole</i> sp.8	1	1	-
<i>Pheidole</i> sp.9	-	-	1
<i>Pheidole</i> sp.10	3	-	-
<i>Pheidole</i> sp.11	-	1	-
<i>Pheidole</i> sp.12	2	5	8
<i>Pheidole</i> sp.13	-	1	-
<i>Pheidole</i> sp.14	-	1	-
<i>Pheidole</i> sp.15	-	-	1
<i>Pheidole</i> sp.16	1	1	-
<i>Pheidole</i> sp.17	1	-	-
<i>Pheidole</i> sp.18	2	1	2
<i>Pheidole</i> sp.19	-	2	-
<i>Pheidole</i> sp.20	1	-	-
<i>Pheidole</i> sp.21	-	1	-
<i>Solenopsis</i> sp.1	8	-	3
<i>Solenopsis</i> sp.2	29	2	15
<i>Solenopsis</i> sp.3	-	3	-
<i>Solenopsis</i> sp.4	16	6	8
<i>Solenopsis</i> sp.5	1	12	9
<i>Solenopsis</i> sp.6	12	15	6
<i>Solenopsis</i> sp.7	1	-	-
<i>Solenopsis</i> sp.8	-	1	-
<i>Solenopsis</i> sp.9	-	1	-
<i>Solenopsis</i> sp.11	-	-	1
<i>Crematogaster</i> sp.1	2	1	-
<i>Crematogaster</i> sp.3	4	-	-
<i>Crematogaster</i> sp.4	3	3	3
<i>Crematogaster flavosensitiva</i>	1	-	-
<i>Strumigenys denticulata</i>	13	12	7
<i>Strumigenys zeteki</i>	2	1	-
<i>Strumigenys tendifera</i>	-	1	-
<i>Strumigenys elongata</i>	1	1	-
<i>Strumigenys perparva</i>	5	5	-
<i>Strumigenys crassicornis</i>	1	-	-
<i>Carebara</i> sp.1	-	-	1
<i>Carebara</i> sp.2	1	-	-

<i>Trachymyrmex</i> sp.1	2	7	8
<i>Trachymyrmex</i> sp.2	-	1	1
<i>Chyphomyrmex</i> sp.1	-	2	2
<i>Chyphomyrmex</i> sp.2	2	-	-
<i>Chyphomyrmex laevigatus</i>	2	4	-
<i>Apterostigma</i> sp.1	-	-	1
<i>Apterostigma</i> sp.2	1	-	-
<i>Apterostigma</i> sp.3	1	1	1
<i>Ochetomyrmex neopolitus</i>	1	-	1
<i>Ochetomyrmex semipolitus</i>	1	2	-
<i>Monomorium floricola</i>	-	1	-
<i>Cephalotes patellaris</i>	1	1	-
<i>Hylomyrma immanis</i>	-	1	-
<i>Basiceros militaris</i>	1	1	-
<i>Myrmicocrypta foreli</i>	1	-	-
<i>Sericomyrmex</i> sp.1	-	1	-
<i>Rogeria</i> sp.1	1	-	-
<i>Atta</i> sp.1	1	-	-
<i>Wasmannia auropunctata</i>	1	-	-
PONERINAE			
<i>Hypoponera</i> sp.1	1	-	-
<i>Hypoponera</i> sp.2	2	-	-
<i>Hypoponera</i> sp.3	5	3	-
<i>Hypoponera</i> sp.4	-	-	1
<i>Anochetus mayri</i>	3	1	-
<i>Anochetus targionii</i>	3	-	-
<i>Anochetus diegensis</i>	1	-	2
<i>Odontomachus meinerti</i>	1	1	-
<i>Rasopone arhuaca</i>	-	1	-
<i>Pachycondyla harpax</i>	3	-	1
PSEUDOMYRMECINAE			
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1	1	-	-