

## Artigos

# Influência da heterogeneidade ambiental sobre a mirmecofauna em diferentes usos do solo no município de Bom Despacho, estado de Minas Gerais

Influence of environmental heterogeneity on mirmecofauna in different land uses in the municipality of Bom Despacho, Minas Gerais state

Joabe Rodrigues Pereira<sup>I</sup> , Fábio Souto Almeida<sup>II</sup> 

<sup>I</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil

<sup>II</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Três Rios, RJ, Brasil

## RESUMO

Comunidades de formigas podem ser avaliadas em áreas com diferentes usos do solo visando conhecer os fatores que afetam a riqueza, a diversidade e a composição de espécies. O objetivo foi avaliar a influência de atributos ambientais sobre a mirmecofauna em áreas cultivadas, abordando também um remanescente de floresta nativa. A mirmecofauna foi coletada em uma agrofloresta, uma área cultivada com espécies frutíferas (fruticultura), em uma pastagem e na Reserva Legal da Fazenda Experimental do Centro Universitário Una, município de Bom Despacho, estado de Minas Gerais. Para a amostragem das formigas, foram utilizadas em cada área 15 armadilhas de solo e o mesmo número de armadilhas arbóreas, todas contendo iscas de sardinha e mel. Foram coletadas 45 espécies de formigas, pertencentes a 16 gêneros. A maior riqueza de espécies ocorreu na Reserva Legal (29), seguida da agrofloresta (23), da pastagem (19) e da fruticultura (17). As curvas de acumulação de espécies indicaram que a riqueza total de espécies foi significativamente maior na Reserva Legal que nas demais áreas. A riqueza média de espécies de formigas coletadas sobre o solo foi significativamente maior na área de Reserva Legal e agrofloresta (ANCOVA;  $F = 5,069$ ;  $p < 0,01$ ), mas a profundidade de serapilheira não influenciou significativamente a riqueza de espécies (ANCOVA;  $F = 1,086$ ;  $p = 0,30$ ). Não houve diferença significativa na riqueza média de formigas sobre árvores nas diferentes áreas avaliadas (ANCOVA;  $F = 2,014$ ;  $p = 0,12$ ), não sendo influenciada pela altura (ANCOVA;  $F = 0,626$ ;  $p = 0,43$ ) ou CAP (ANCOVA;  $F = 0,776$ ;  $p = 0,38$ ) das árvores. A Reserva Legal apresentou o maior Índice de Diversidade de Shannon (2,999), seguida da agrofloresta (2,736), pastagem (2,698) e fruticultura (2,349). Houve influência do tipo de uso do solo na composição de espécies de formigas coletadas sobre o solo e plantas. Os resultados evidenciam que atributos ambientais ligados a heterogeneidade do ambiente, como o número de espécies vegetais, proporcionaram diferenças na riqueza, diversidade e na composição da fauna de formigas. O aumento da complexidade estrutural do ambiente pode proporcionar a presença de maior riqueza e diversidade de espécies de formigas.

**Palavras-chave:** Agroecossistemas; Biodiversidade; Funções ecológicas



## ABSTRACT

---

Ant communities can be evaluated in areas with different land uses in order to know the factors that affect species richness, diversity and composition. This study aimed to evaluate the myrmecofauna in cultivated areas and in a remnant of native forest. The myrmecofauna was collected in an agroforestry, an area cultivated with fruit trees (fruit growing), in a pasture and in the Legal Reserve of the Experimental Farm of the Una University Center, municipality of Bom Despacho, State of Minas Gerais. For the sampling of ants, 15 soil traps and the same number of tree traps were used in each area, all containing sardine and honey baits. A total of 45 ant species were collected, belonging to 16 genera. The greatest species richness occurred in the Legal Reserve (29), followed by agroforestry (23), pasture (19) and fruit growing (17). The species accumulation curves indicated that the total species richness was significantly higher in the Legal Reserve than in the other areas. The average species richness of ants collected on the soil was significantly higher in the Legal Reserve and agroforestry area (ANCOVA;  $F = 5.069$ ;  $p < 0.01$ ), but litter leaf did not significantly influence species richness (ANCOVA;  $F = 1.086$ ;  $p = 0.30$ ). There was no significant difference in the mean richness of ants on trees in the different areas evaluated (ANCOVA;  $F = 2.014$ ;  $p = 0.12$ ), not being influenced by height (ANCOVA;  $F = 0.626$ ;  $p = 0.43$ ) or trunk circumference (ANCOVA;  $F = 0.776$ ;  $p = 0.38$ ) of the trees. The Legal Reserve had the highest Shannon Diversity Index (2,999), followed by agroforestry (2,736), pasture (2,698) and fruit growing (2,349). There was an influence of the land use on the composition of ant species collected on soil and plants. The results show that environmental attributes linked to the heterogeneity of the environment, such as the number of plant species, provided differences in the richness, diversity and composition of ant fauna. The increased structural complexity of the environment can provide the presence of greater ant species richness and diversity.

**Keyword:** Agroecosystems; Biodiversity; Ecological functions

## 1 INTRODUÇÃO

A diversidade biológica ou biodiversidade pode ser estudada através da análise da riqueza e da diversidade de espécies (ALMEIDA; VARGAS, 2017), sendo estes parâmetros influenciados por variados fatores abióticos e bióticos, com o aumento da heterogeneidade do ambiente geralmente favorecendo um acréscimo na riqueza de espécies (MARTINS *et al.*, 2011). Espécies ou grupos de espécies são utilizados como bioindicadores para monitorar e detectar padrões de alterações da biodiversidade que são provocadas por ações antrópicas (SANTOS *et al.*, 2006).

As formigas (Hymenoptera: Formicidae) estão entre os grupos taxonômicos de animais com maior êxito evolutivo, o que pode ser constatado pela sua ocorrência em diversos ecossistemas terrestres, elevada diversidade taxonômica e por estar



entre os animais mais abundantes e com maior biomassa nos ecossistemas tropicais (HÖLDOBLER; WILSON, 1990; BACCARO *et al.*, 2015). Esses insetos podem provocar problemas para o ser humano, disseminando organismos patogênicos em hospitais e residências, deteriorando construções e equipamentos elétricos e causando danos à agricultura, através do ataque às plantas cultivadas (ALMEIDA *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2020). Contudo, a mirmecofauna desempenha importantes papéis ecológicos, dentre os quais a predação, a dispersão de sementes, a polinização e a participação em outras interações ecológicas, além de promoverem a diversidade nas comunidades microbianas do solo (HÖLDOBLER; WILSON, 1990; BACCARO *et al.*, 2015; MARCHIORI, 2020). Também alteram as propriedades químicas e estruturais do solo, atuam na ciclagem de nutrientes do solo e no controle biológico de pragas (HÖLDOBLER; WILSON, 1990; ALMEIDA *et al.*, 2019; RODRIGUES *et al.*, 2019). Além dos ecossistemas naturais, as formigas habitam diversos tipos de ambientes terrestres antropizados, como áreas urbanas, praças públicas, áreas cultivadas e pastagens, o que colabora para serem amplamente utilizadas como bioindicadores em diferentes situações (ESTRADA *et al.*, 2014; ESTRADA *et al.*, 2019).

No Brasil, diversos levantamentos de espécies de formigas foram realizados nos últimos anos em áreas cultivadas, ressaltando a diversidade e a composição de espécies (AMARAL *et al.*, 2019; ESTRADA *et al.*, 2019; RODRIGUES, 2019). Um dos grandes desafios da agricultura atual é conciliar a obtenção de alta produtividade com a preservação ambiental, visto que áreas intensamente manejadas e/ou com monoculturas apresentam geralmente reduzida diversidade biológica (ESTRADA *et al.*, 2019).

Os tratamentos culturais utilizados e também as características das áreas cultivadas, incluindo fatores abióticos e bióticos, influenciam fortemente as comunidades de formigas, com efeitos sobre a riqueza e a composição de espécies (GOMES *et al.*, 2013; AMARAL *et al.*, 2019; ESTRADA *et al.*, 2019). Áreas cultivadas com maior número de espécies e em cultivo orgânico podem possuir maior riqueza de



espécies e apresentar a composição da mirmecofauna expressivamente diferente de monoculturas desenvolvidas com cultivo convencional (ESTRADA *et al.*, 2019). Além disso, as características da serapilheira ou cobertura morta sobre o solo e da vegetação presente no agroecossistema podem influenciar a mirmecofauna em áreas cultivadas (GOMES *et al.*, 2013; AMARAL *et al.*, 2019).

Nos estudos envolvendo formigas, seja para ampliar o conhecimento da biodiversidade local, para controle ou conservação, é importante obter informações sobre os fatores bióticos e abióticos que caracterizam e estruturam o ambiente, pois esse grupo de insetos ocupa diversos micro-habitats e estratos verticais (DANTAS *et al.*, 2011; AMARAL *et al.*, 2019). As formigas podem ser classificadas como hipogéicas, arborícolas e epigéicas, sendo esta última intermediária entre os estratos hipogéico (subterrâneo) e arbóreo (sobre plantas) onde a serapilheira apresenta-se como importante componente para a nidificação e/ou forrageamento (HÖLDOBLER; WILSON, 1990; DANTAS *et al.*, 2011; BACCARO *et al.*, 2015).

No estado de Minas Gerais, sob domínio do bioma Cerrado, são escassas as informações sobre a biodiversidade de formigas em áreas cultivadas com diferentes características e sobre os fatores que influenciam a riqueza, a diversidade e a composição de espécies de formigas que forrageiam sobre o solo e sobre plantas nesses ambientes, existindo a necessidade da execução de novas pesquisas que colaborem para aumentar o conhecimento sobre o tema e para a utilização da mirmecofauna como bioindicadoras no Cerrado. Cabe ressaltar que na utilização de bioindicadores é interessante incluir ambientes de referência, que podem ser habitats nativos, visando facilitar a compreensão da magnitude dos efeitos das alterações ambientais sobre a biodiversidade. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a riqueza, a diversidade e a composição de espécies de formigas epigéicas e arborícolas em áreas cultivadas e em um remanescente de floresta nativa e estudar os fatores que influenciam a mirmecofauna nas áreas com diferentes usos do solo.



## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

O estudo foi conduzido na área da Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, campus Antônio Lisboa Guerra Neto, no município de Bom Despacho (45°22' W; 19°41'S), Mesorregião Central Mineira, Estado de Minas Gerais. O município encontra-se no Bioma Cerrado "stricto sensu" e a altitude média é de 695 m, sendo o clima local do tipo Cwa (classificação de Köppen), com temperaturas médias anuais de 19° a 25°C, apresentando um período do ano chuvoso (outubro a março) e um período seco (junho a outubro) e a precipitação média por ano varia entre 1350 mm a 1550 mm (SAPORETTI *et al.*, 2003; RAMOS *et al.*, 2003b; MMA, 2011).

A Fazendinha Experimental em questão apresenta 11,7 ha e destina-se principalmente aos cursos de Agronomia e Medicina Veterinária, com áreas com cultivos agrícolas e florestais e para a criação de animais. O campo experimental é dividido em áreas com diferentes usos: Reserva Legal, Áreas de Preservação Permanente (APP), campo agrostológico, sistema agroflorestal, pasto agroecológico, silvicultura, fruticultura, plantas medicinais e aromáticas, horticultura, cafezal e capineira/cana-de-açúcar.

Buscando obter um gradiente de diversidade vegetal, as amostragens dos formicídeos foram realizadas em quatro áreas: sistema agroflorestal; área cultivada com espécies frutíferas (fruticultura); pasto agroecológico; e Reserva Legal (floresta nativa).

### 2.2 Características das áreas em estudo

O sistema agroflorestal (agrofloresta; 1,0 ha) possui diversas espécies arbóreas nativas do Cerrado e o cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Não são utilizados herbicidas ou pesticidas nessa área e tem o histórico de aproximadamente três queimadas acidentais nos últimos sete anos. A fruticultura (0,27 ha) apresenta



área cultivada com espécies frutíferas: figo (*Ficus carica* L.); banana (*Musa* spp.); mamão (*Carica papaya* L.); goiaba (*Psidium guajava* L.); laranja (*Citrus sinensis* L.); limão (*Citrus limon* L.); manga (*Mangifera indica* L.); maracujá (*Passiflora edulis* Sims.) e pitaya (*Hylocereus undatus* Haw.). O sistema de irrigação é por gotejamento, são utilizados herbicidas e pesticidas nessa área. O pasto agroecológico é uma área utilizada para a criação de bovinos e equinos (1,2 ha) e possui a espécie capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.) e algumas árvores nativas do Cerrado, o sistema de irrigação é por aspersão e não existe preparo do solo. Nesta área não são utilizados herbicidas, inseticidas ou outros pesticidas. A Reserva Legal (floresta nativa; 2,7 ha) tem o histórico de três queimadas acidentais nos últimos seis anos e possui diversas espécies arbóreas, incluindo o pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess.), a mandioqueira (*Didymopanax macrocarpum* Cham. & Schltdl.), o pau-santo (*Kielmeyera coriácea* Mart. & Zucc.), o caqui-do-cerrado (*Diospyros hispida* Alph. D. C.), a chapada (*Acosmium dasycarpum* Vogel), a caviúna (*Dalbergia miscolobi* Bent.) e o pau-terra (*Qualea grandiflora* Mart.). Na época da coleta de dados, a fruticultura havia sido implementada a cerca de 10 anos, a pastagem a 12 anos e o sistema agroflorestal e a Reserva Legal existiam desde a fundação da Fazendinha Experimental, tendo mais de 13 anos de existência.

### 2.3 Coleta de dados

O trabalho de campo ocorreu durante os meses de março e abril de 2020. Foram utilizadas armadilhas de queda tipo *pitfall*, tanto de solo quanto arbóreas. As armadilhas foram confeccionadas com copos plásticos de 300 mL dentro dos quais foram alocados copos de 50 mL contendo iscas de sardinha e mel. No copo de 300 mL foi alocado 100 mL de álcool a 70%, como líquido conservante. Foram utilizadas 15 armadilhas de solo e o mesmo número de armadilhas arbóreas em cada área utilizada no presente estudo. A preparação dos *pitfalls* arbóreas foi baseada em Flores *et al.* (2017) e Oliveira-Santos *et al.* (2009) e foram fixados no tronco das



plantas a cerca de 1 m de altura. A distância entre as armadilhas foi de cerca de 10 m e ficaram instaladas no campo por 48h. Após esse tempo o conteúdo das armadilhas foi alocado em frascos contendo álcool 70% e etiquetas de identificação.

As amostras foram triadas em laboratório e as formigas operárias coletadas foram fixadas em via seca, procedendo-se a identificação ao nível de gênero com base em Baccaro *et al.* (2015) e posteriormente foi realizada a separação das formigas de cada gênero em morfoespécies. A identificação ao nível de espécies foi realizada através de trabalhos contendo chaves de identificação específicas para cada gênero de formigas e também com base em comparações com formigas operárias contidas em coleções entomológicas cuja identificação foi realizada anteriormente. Os procedimentos adotados para a identificação das formigas são frequentemente utilizados em trabalhos científicos que envolvem a amostragem da comunidade de formigas (FLORES *et al.*, 2017; AMARAL *et al.*, 2019; ESTRADA *et al.*, 2019).

A profundidade de serapilheira ou cobertura morta foi aferida com uma régua graduada, ao lado de cada armadilha de solo. Também foram obtidas a altura e a circunferência do tronco a altura do peito (CAP) das árvores utilizadas para a amostragem das formigas.

## **2.4 Análise dos dados**

Foram obtidas curvas de acumulação de espécies da mirmecofauna para comparar a riqueza de espécies total das diferentes áreas e avaliar a eficiência da amostragem. Nessa análise, diferenças significativas são constatadas quando não há sobreposição entre os intervalos de confiança de duas curvas de acumulação de espécies (GOMES *et al.*, 2013).

A riqueza de espécies média por área de estudo foi avaliada com a Análise de Covariância (ANCOVA), inserindo as variáveis ambientais aferidas como covariáveis,



sendo utilizada a profundidade de serapilheira ou cobertura morta na análise das formigas coletadas no solo e a altura das árvores e a circunferência do tronco no estudo das formigas coletadas sobre plantas. Nessa análise utilizou-se como repetição os dados obtidos com o conjunto de três armadilhas (três armadilhas mais próximas), proporcionando cinco repetições de armadilhas de solo e o mesmo número de armadilhas arbóreas. O Índice de Diversidade de Shannon foi calculado para cada área cultivada e as diferenças foram estudadas pelo Teste t para o índice de diversidade (Diversity t test).

Na análise da composição de espécies foi adotada a Ordenação Multidimensional Não Métrica (NMDS), com o Coeficiente de Jaccard e incluindo variáveis ambientais coletadas (profundidade de serapilheira, altura das árvores e CAP) na análise. O programa PAST foi utilizado na análise dos dados (HAMMER *et al.*, 2001).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas 45 espécies de formigas, pertencentes a seis subfamílias e 16 gêneros (Tabela 1). De modo geral, a riqueza total de espécies é similar à de outros levantamentos observados em fitofisionomias de Cerrado que utilizaram armadilhas do tipo *pitfall* e que tiveram objetivos similares ao do presente trabalho (CAMPOS *et al.*, 2008; RODRIGUES, 2014).

Na Reserva Legal e na agroflorestal, foram encontradas todas as seis subfamílias, na fruticultura e na pastagem ocorreram 5 subfamílias. As subfamílias com o maior número de espécies foram Formicinae e Myrmicinae (15 espécies cada), seguidas de Ponerinae (seis espécies). O gênero que apresentou maior número de espécies foi *Camponotus* (12 espécies), seguido por *Pheidole* (9 espécies), *Ectatomma* e *Crematogaster* com 3 espécies cada.





A subfamília Myrmicinae é regularmente citada como a mais rica em espécies na região do Cerrado brasileiro (MARINHO *et al.*, 2002; DANTAS *et al.*, 2011; RAMOS *et al.*, 2003b), e se destaca por sua diversidade de hábitos alimentares e de nidificação, possuindo adaptações ecológicas que possibilitam colonizar diferentes ambientes (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; BACCARO *et al.*, 2015). Várias espécies da subfamília Formicinae são comuns em ambientes abertos, incluindo áreas semelhantes a alguns dos ambientes deste estudo (ALMEIDA, *et al.*, 2007; ESTRADA *et al.*, 2019).

Não é comum que o gênero *Camponotus* apresente a maior riqueza de espécies em levantamentos da mirmecofauna na região neotropical, pois esse posto geralmente é ocupado pelo gênero *Pheidole* (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Porém, o gênero *Camponotus*, juntamente com *Pheidole*, apresenta elevada riqueza de espécie em levantamentos conduzidos na região neotropical (DANTAS *et al.*, 2011; CORIOLANO *et al.*, 2014; CORASSA *et al.*, 2015; ESTRADA *et al.*, 2019; MARCHIORI, 2020). Outros estudos realizados no Cerrado, em ecossistemas naturais, também constataram que *Camponotus* e *Pheidole* foram os gêneros com maior riqueza de espécies (RAMOS *et al.*, 2003b; DANTAS *et al.*, 2011). *Camponotus* é um gênero que apresenta uma grande diversidade de habitats, com espécies que podem forragear tanto no solo quanto na vegetação (BACCARO *et al.*, 2015). Foram descritas 300 espécies para a região neotropical e aproximadamente 200 espécies com ocorrência no Brasil (BACCARO *et al.*, 2015).

Apesar de apresentarem uma alimentação diversificada, muitas espécies do gênero *Camponotus* preferem substâncias adocicadas e outras tem preferência por carcaças de animais (LUTINSKI; GARCIA, 2005). As armadilhas utilizadas neste estudo, contendo sardinha e mel, podem ter contribuído para a captura das formigas do gênero *Camponotus*, como a espécie *Camponotus melanoticus* (Emery, 1894) que esteve presente nas quatro áreas, tanto no solo quanto sobre plantas, corroborando, por exemplo, os trabalhos de Ramos *et al.* (2003b) e Ramos *et al.* (2004) realizados no município de Bom Despacho, MG.



Tabela 1 – Subfamílias e espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) coletadas sobre o solo (S) e sobre árvores (A) em diferentes usos do solo na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, em Bom Despacho, Minas Gerais

Subfamílias/Espécies	Fruticultura	Reserva Legal	Agrofloresta	Pastagem
<b>Dolichoderinae</b>				
<i>Azteca</i> sp.1		A		
<i>Dorymyrmex</i> sp.1	S/A	S/A	S	S
<i>Dorymyrmex</i> sp.2	S/A	S		
<i>Linepthema</i> sp.1		S/A		
<b>Ectatomminae</b>				
<i>Ectatomma brunneum</i> (Smith, 1858)		S/A	S/A	
<i>Ectatomma edentatum</i> (Roger, 1863)		S	S	
<i>Ectatomma permagnum</i> (Forel, 1908)		S		
Formicinae				
<i>Brachymyrmex</i> sp.1			S/A	S
<i>Brachymyrmex</i> sp.2			S	
<i>Camponotus melanoticus</i> (Emery, 1894)	S/A	S/A	S/A	S
<i>Camponotus</i> sp.2		S		
<i>Camponotus</i> sp.3		S	S	
<i>Camponotus</i> sp.4		S		
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)		A		A
<i>Camponotus</i> sp.7	S/A	A	S/A	S/A
<i>Camponotus prox. renggeri</i> (Emery, 1894)			S/A	
<i>Camponotus</i> sp.9				S
<i>Camponotus</i> sp.10	A		S	
<i>Camponotus crassus</i> (Mayr, 1862)			S	
<i>Camponotus</i> sp.13	S/A	A	S	S
<i>Camponotus</i> sp.14	A			
<i>Nylanderia</i> sp.1		S		
Myrmicinae				

Continua ...



Tabela 1 – Conclusão

Subfamílias/Espécies	Fruticultura	Reserva Legal	Agrofloresta	Pastagem
<b>Ectatomminae</b>				
<i>Crematogaster</i> sp.1		S/A		
<i>Crematogaster</i> sp.2	A	A	S/A	A
<i>Crematogaster</i> sp.3	A			S
<i>Pheidole</i> sp.1	S	S	S	S
<i>Pheidole</i> sp.2	S/A	S/A	S	S/A
<i>Pheidole</i> sp.3			S	
<i>Pheidole</i> sp.4				S
<i>Pheidole</i> sp.5		S		
<i>Pheidole</i> sp.6		S	S	
<i>Pheidole</i> sp.7		S		A
<i>Pheidole</i> sp.8				A
<i>Pheidole</i> sp.9				S
<i>Solenopsis</i> sp.1	S			
<i>Solenopsis</i> sp.2		S		
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	S		S	
<b>Ponerinae</b>				
<i>Anochetus</i> sp.1			S	
<i>Neoponera</i> sp1	S	S/A	S/A	S/A
<i>Neoponera</i> sp.2		S		
<i>Odontomachus</i> sp.1	S	S		S
<i>Odontomachus meinerti</i> (Forel, 1905)	S	S	S	
<i>Pachycondyla striata</i> (Smith, 1858)		S	S	
<b>Pseudomyrmecinae</b>				
<i>Pseudomyrmex prox. gracilis</i> (Fabricius, 1804)				A
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (Smith, 1855)	A	A	S/A	A

Fonte: Autor (2021)

Nas américas o gênero *Pheidole* está amplamente distribuído e apresenta elevada diversidade taxonômica e com um amplo espectro de habitats (HÖLLDOBLER; WILSON,



1990; BACCARO *et al.*, 2015). Embora, com métodos de coletas diferentes, o gênero *Pheidole* é descrito em estudos realizados em eucaliptais e em áreas do Cerrado no Município de Bom Despacho no estado de Minas Gerais (MARINHO *et al.*, 2002; RAMOS *et al.*, 2003; RAMOS *et al.*, 2003b). Acerca da importância do gênero *Pheidole*, em áreas cultivadas, espécies deste gênero podem atuar no controle de insetos praga (DASSOU *et al.*, 2019). Nos ecossistemas naturais têm relevante importância na dispersão de sementes de plantas (DOMINGUEZ-HAYDAR; ARMBRECHT, 2011; ALMEIDA *et al.*, 2013).

O gênero *Ectatomma* é amplamente encontrado em florestas e savanas, as formigas desse gênero são consideradas predadoras generalistas de uma variedade de pequenos artrópodes e anelídeos (BACCARO *et al.*, 2015).

Algumas espécies encontradas merecem destaque, como *Dorymyrmex* sp.1, presente nas quatro áreas no solo e em duas áreas sobre árvores. Formigas desse gênero nidificam no solo e são constantemente observadas em áreas antropizadas, preferindo ambientes mais abertos (BACCARO *et al.*, 2015), sendo muito frequentes em áreas cultivadas (ESTRADA *et al.*, 2019).

Formigas do gênero *Solenopsis* foram pouco frequentes nas amostras, apesar de ocorrem em diversos habitats e frequentemente em ambientes agrícolas e florestais (MARINHO *et al.*, 2002; RAMOS *et al.*, 2003; ALMEIDA *et al.*, 2007). Algumas espécies do gênero *Solenopsis* causam danos a plantas e atacam humanos e animais (BACCARO *et al.*, 2015), mas outras vezes atuam como predadoras de insetos danosas às culturas agrícolas (SILVA *et al.*, 2017; ALMEIDA *et al.*, 2007).

Não foram coletados indivíduos de gêneros de formigas cortadeiras *Atta* e *Acromyrmex* nas áreas amostradas, assim como também não foram encontradas operárias de outros gêneros de formigas cultivadoras de fungos, como *Cyphomyrmex* e *Mycocepurus* que podem ocorrer em áreas cultivadas (AMARAL *et al.*, 2019; ESTRADA



*et al.*, 2019). Pode-se inferir que a aplicação de inseticidas na fruticultura possa ter eliminado ou reduzido as populações dessas formigas, dificultando a sua amostragem. Além disso, as iscas utilizadas (sardinha e mel) não são apropriadas para a atração de formigas cultivadoras de fungos, incluindo as cortadeiras, embora formigas cultivadoras de fungos possam ser coletadas em armadilhas de queda tipo *pitfall* sem iscas.

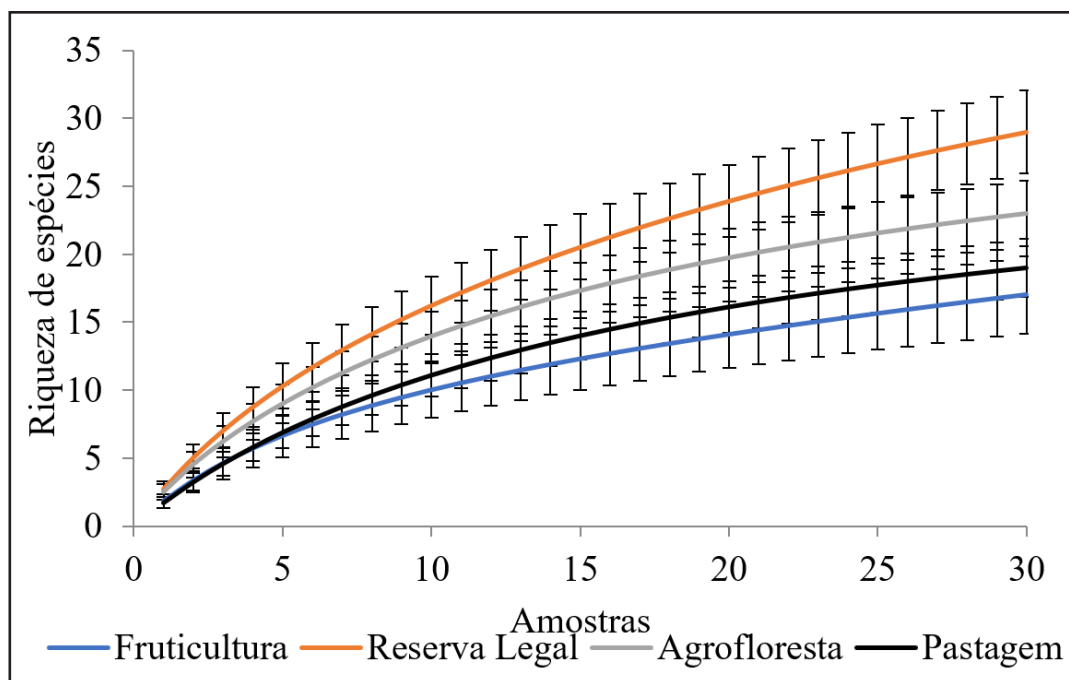
Outro fato relevante é que as capinas manuais são comuns na área de fruticultura, fazendo com que haja a eliminação de vegetação herbácea e arbustiva, contribuindo para a diminuição de recursos alimentares disponíveis, inclusive para outros grupos de formigas além das cultivadoras de fungos (RAMOS *et al.*, 2004).

Foram coletadas 17 espécies de formigas na fruticultura, 19 espécies na pastagem, 23 espécies na agrofloresta e 29 espécies na Reserva Legal (Tabela 1). Pela análise das curvas de acumulação de espécies, observa-se que a riqueza total de espécies foi significativamente maior na Reserva Legal que nas demais áreas (Figura 1). Não houve diferença significativa entre a pastagem e a agrofloresta e a fruticultura. Cabe ressaltar que *Pachycondyla striata* (Smith, 1858) esteve entre as espécies que somente ocorreram na Reserva Legal e na agrofloresta, podendo indicar que tais ambientes estão mais equilibrados ecologicamente (SOUZA *et al.*, 2018).

Foi possível avaliar que as curvas de acumulação não atingiram a assíntota, assinalando que o esforço amostral não foi apropriado para abarcar toda a mirmecofauna das quatro áreas estudadas, o que é o padrão em levantamentos da mirmecofauna (ESTRADA *et al.*, 2019; MARCHIORI, 2020), tendo em vista o elevado número de espécies desse grupo taxonômico e as limitações das técnicas de amostragem. Além disso, a distribuição espacial agregada dos ninhos de muitas espécies de formigas pode dificultar a coleta de todas as espécies que existem em uma área (ESTRADA *et al.*, 2019).



Figura 1 – Curvas de acumulação de espécies (Mao Tau) para a riqueza de espécies de formigas na fruticultura, Reserva Legal, agrofloresta e pastagem, na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, em Bom Despacho, Minas Gerais



Fonte: Autor (2021)

A Reserva Legal apresentou o maior Índice de Diversidade de Shannon (2,999), seguida da agrofloresta (2.736), pastagem (2.698) e fruticultura (2.349). A diversidade de espécies da Reserva Legal não diferiu significativamente da observada na agrofloresta (Diversity t test;  $t = 1.756$ ;  $p = 0,08$ ), mas foi significativamente maior que da pastagem (Diversity t test;  $t = 2,028$ ;  $p = 0,04$ ) e fruticultura (Diversity t test;  $t = 4,112$ ;  $p < 0,01$ ). A diversidade de espécies da agrofloresta diferiu significativamente da fruticultura (Diversity t test;  $t = -2,341$ ;  $p = 0,02$ ), mas não da pastagem (Diversity t test;  $t = 0,246$ ;  $p = 0,81$ ). Também ocorreu diferença significativa entre a pastagem e a fruticultura (Diversity t test;  $t = -2,121$ ;  $p = 0,04$ ).

A riqueza e a diversidade de espécies de formigas coletadas com as armadilhas de solo foram maiores que sobre plantas, com exceção da diversidade de espécies na fruticultura (Tabela 2). É comum que a riqueza de espécies de formigas epigéicas seja maior que de formigas arborícolas (DANTAS *et al.*, 2011), o que justifica esses



resultados. A riqueza de espécies no solo foi maior na Reserva Legal e agrofloresta e menor na fruticultura. Já a riqueza de espécies coletada sobre árvores foi maior na Reserva Legal, seguida da fruticultura, pastagem e agrofloresta. O índice de diversidade para as formigas coletadas com as armadilhas de solo foi maior na agrofloresta, seguida da Reserva Legal, da pastagem e da fruticultura. O índice de diversidade das formigas coletadas sobre árvores foi maior na Reserva Legal, seguida da fruticultura, pastagem e agrofloresta.

Tabela 2 – Riqueza e índice de diversidade (Shannon) de espécies de formigas em diferentes usos do solo, na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, em Bom Despacho, Minas Gerais

Parâmetros	Fruticultura		Reserva Legal		Agrofloresta		Pastagem	
	Solo	Árvore	Solo	Árvore	Solo	Árvore	Solo	Árvore
Riqueza de espécies	12	11	23	13	23	8	13	9
Índice de diversidade	2,127	2,26	2,799	2,292	2,815	1,848	2,359	2,01

Fonte: Autor (2021)

A riqueza média de espécies de formigas coletadas sobre o solo foi significativamente maior na Reserva Legal e na agrofloresta (ANCOVA;  $F = 5,069$ ;  $p < 0,01$ ; Figura 2), mas a serapilheira não influenciou significativamente a riqueza de espécies (ANCOVA;  $F = 1,086$ ;  $p = 0,30$ ). Apesar da profundidade de serapilheira ou cobertura morta não ter influenciado a riqueza de espécies nas áreas avaliadas no estudo, a maior riqueza de espécies de plantas na Reserva Legal e na agrofloresta podem proporcionar uma serapilheira mais diversificada e, conseqüentemente, com maior diversidade de locais para nidificação e recursos alimentares que a pastagem e a fruticultura. Isso explica os resultados encontrados, pois a maior variabilidade dos componentes da serapilheira ou cobertura morta podem ocasionar maior riqueza de espécies de formigas e está associada à riqueza de espécies de plantas (VARGAS *et al.*, 2017).



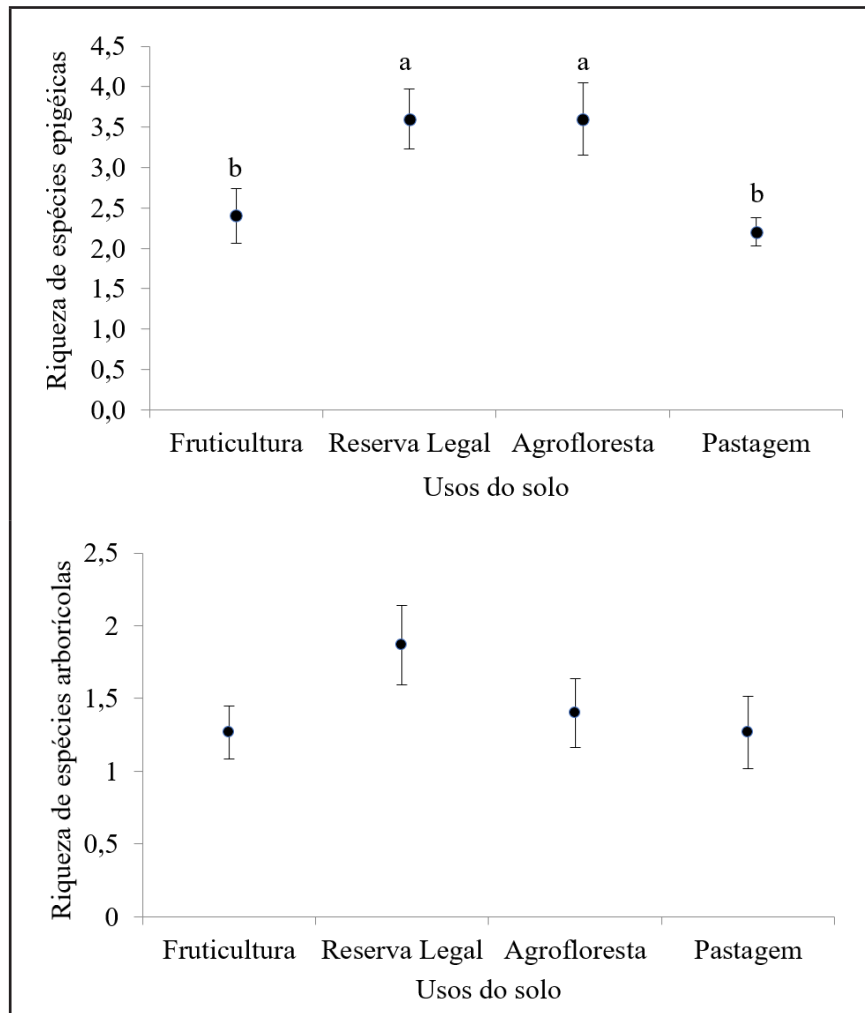
Os resultados também demonstram que o acréscimo na riqueza de espécies de plantas pode ocasionar maior heterogeneidade ambiental e consequentemente maior riqueza de espécies de formigas, com florestas nativas tendo maior complexidade estrutural que agroecossistemas, e com as áreas cultivadas e pastagens também apresentando gradação dessa complexidade (MARTINS *et al.*, 2011). A vegetação nativa e a agrofloresta ofertam então maior diversidade de nichos para as espécies de formigas que nidificam e forrageiam sobre o solo e a estrutura dessas áreas também pode proporcionar microclimas mais adaptáveis para as espécies, além da manutenção da cobertura morta na agrofloresta ser um fator que pode facilitar a existência de maior número de espécies de formigas (CORASSA *et al.*, 2015; LUTINSKI *et al.*, 2018). O aumento da heterogeneidade ambiental associada à vegetação está relacionado a um aumento da diversidade de recursos para a mirmecofauna, seja alimentares ou para a criação de ninhos, visto que as formigas utilizam diversos materiais vegetais, inclusive na serapilheira (BACCARO *et al.*, 2015).

Segundo Amaral (2019), o plantio de espécies arbóreas, simultaneamente com espécies agrícolas, promove maior diversidade de nichos ecológicos disponíveis, aumentando a riqueza de espécies de formigas em áreas cultivadas, como a agrofloresta. Já a utilização de inseticidas na fruticultura pode ter acarretado na redução da riqueza de espécies de formigas nessa área, pois Estrada *et al.* (2019) demonstraram que áreas com cultivo convencional, com uso de inseticidas químicos sintéticos, apresentaram menor riqueza e diversidade de espécies de formigas que áreas com cultivo orgânico. A fruticultura também apresenta menor complexidade estrutural em relação à Reserva Legal e agrofloresta e os resultados também podem estar relacionados com os diferentes sistemas de controle de plantas daninhas através do uso de herbicidas e a utilização de capinas manuais, além da aplicação de inseticidas, e a irrigação com problemas nos gotejadores, deixando o solo sempre encharcado em alguns trechos da fruticultura.





Figura 2 – Riqueza de espécies de formigas (média  $\pm$  EP) epigéicas e arborícolas coletadas na fruticultura, Reserva Legal, agrofloresta e pastagem na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, em Bom Despacho, Minas Gerais



Fonte: Autor (2021)

Em que: \*Letras diferentes sobre os pontos indicativos das médias indicam diferenças significativa pelo Teste t a 5% de probabilidade.

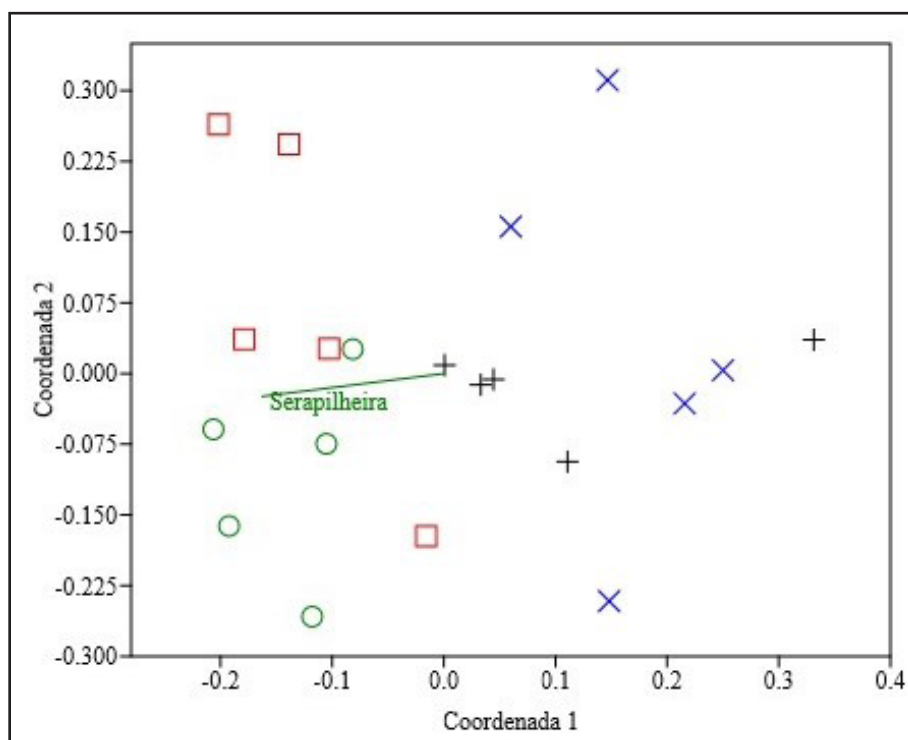
A riqueza média de espécies de formigas coletadas sobre árvores foi maior na Reserva Legal, contudo não houve diferença significativa entre a riqueza média de espécies das áreas avaliadas (ANCOVA;  $F = 2,014$ ;  $p = 0,12$ ; Figura 2), não sendo influenciada pela altura (ANCOVA;  $F = 0,626$ ;  $p = 0,43$ ) ou CAP (ANCOVA;  $F = 0,776$ ;  $p = 0,38$ ) das árvores. Já Marchiori (2020) observou efeito positivo da altura de árvores do gênero *Citrus* sobre a riqueza de espécies de formigas, não constatando efeito da circunferência do tronco à altura do colo. Em estudos realizados sobre a mirmecofauna presente na arborização urbana, já foi observado efeito da CAP e do diâmetro da copa sobre a riqueza de espécies de formigas (FLORES *et al.*, 2017), e ausência de influência da CAP e do diâmetro da copa sobre a mesma variável (CORIOLANO *et al.*, 2014).



As diferenças na diversidade de espécies vegetais, complexidade estrutural do ambiente e microclima não foram suficientemente relevantes para provocarem diferenças expressivas na riqueza média de espécies de formigas coletada sobre plantas. Desse modo, pode-se inferir que o efeito da variação ambiental entre as áreas foi mais expressivo e notável sobre a fauna de formigas do solo e serapilheira.

A composição de espécies de formigas coletadas no solo foi influenciada pelo tipo de uso do solo (ANOSIM;  $R = 0,3182$ ;  $p < 0,01$ ; Figura 3). Foi observada diferença significativa entre a Reserva Legal e a fruticultura (ANOSIM;  $R = 0,42$ ;  $p < 0,01$ ) e a pastagem (ANOSIM;  $R = 0,7$ ;  $p < 0,01$ ). Também houve diferença entre a fruticultura e a agrofloresta (ANOSIM;  $R = 0,364$ ;  $p = 0,02$ ). Não ocorreu diferença significativa entre a pastagem e a agrofloresta (ANOSIM;  $R = 0,35$ ;  $p = 0,09$ ), entre a fruticultura e pastagem (ANOSIM;  $R = 0,146$ ;  $p = 0,16$ ) e entre a Reserva Legal e a agrofloresta (ANOSIM;  $R = 0,106$ ;  $p = 0,23$ ). A profundidade de serapilheira esteve relacionada principalmente com a composição de espécies na Reserva Legal.

Figura 3 – Ordenação Multidimensional Não Métrica com o coeficiente de Jaccard, na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, em Bom Despacho, Minas Gerais (Stress = 0,26)



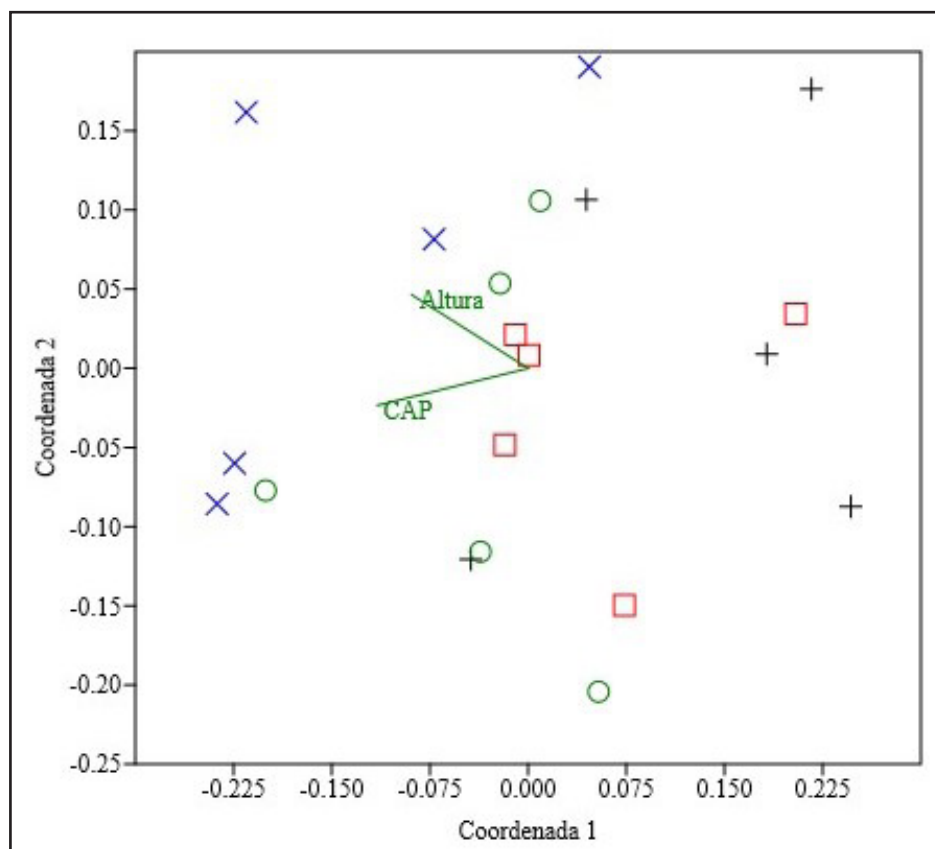
Fonte: Autor (2021)

Em que: para a fauna de formigas coletada no solo na fruticultura (+); Reserva Legal (O); agrofloresta (□); pastagem (X).



A análise também apontou influência do tipo de uso do solo sobre a composição de espécies de formigas coletadas sobre plantas (ANOSIM;  $R = 0,1723$ ;  $P = 0,01$ ; Figura 4). Porém, só houve diferença significativa entre a fruticultura e a Reserva Legal (ANOSIM;  $R = 0,296$ ;  $p = 0,047$ ) e a pastagem (ANOSIM;  $R = 0,32$ ;  $p = 0,02$ ). Assim, não ocorreu diferença significativa entre a agrofloresta e a fruticultura (ANOSIM;  $R = 0,108$ ;  $p = 0,15$ ), a Reserva Legal (ANOSIM;  $R = 0,076$ ;  $p = 0,26$ ) e a pastagem (ANOSIM;  $R = 0,08$ ;  $p = 0,23$ ) e também entre a Reserva legal e a pastagem (ANOSIM;  $R = 0,16$ ;  $p = 0,08$ ). A Altura e o CAP das árvores não estiveram relacionados de forma relevante com a composição de espécies de uma das áreas cultivadas.

Figura 4 – Ordenação Multidimensional Não Métrica com o coeficiente de Jaccard, na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, em Bom Despacho, Minas Gerais (Stress = 0,2909)



Fonte: Autor (2021)

Em que: para a fauna de formigas coletada sobre plantas na fruticultura (+); Reserva Legal (O); agrofloresta (□); pastagem (X).



Sugere-se que sejam realizadas novas pesquisas na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una e em outras áreas cultivadas, visando ampliar o conhecimento sobre a composição de espécies da mirmecofauna dos diferentes estratos verticais desses ambientes e buscar informações acerca dos fatores ambientais que podem interferir na distribuição da riqueza e diversidade de espécies de formigas em agroecossistemas. Além disso, é importante ampliar o conhecimento dos efeitos das práticas agrícolas na Fazendinha Experimental sobre as comunidades de formigas, como a aplicação de inseticidas e outros agrotóxicos, inclusive tendo em vista o possível efeito negativo de agrotóxicos sobre a riqueza e a diversidade de espécies de formigas na fruticultura do presente estudo. Assim como avaliar se a irrigação em excesso estaria afetando negativamente a riqueza de espécies de formigas nessa área. Essas pesquisas podem somar aos resultados obtidos no presente estudo para contribuir para a manutenção de uma fauna de formigas mais diversificada nas áreas cultivadas, não apenas colaborando para a proteção da biodiversidade, como também contribuindo para a sustentabilidade da produção agrícola e a menor necessidade de utilização de inseticidas no controle de pragas, visto que diversas espécies de formigas apresentam o papel de predadoras, além de atuarem na ciclagem de nutrientes do solo e até mesmo na polinização de plantas (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; BACCARO *et al.*, 2015).

Não obstante, as formigas são indicadoras de biodiversidade (LUTINSKI; GARCIA, 2005) e as práticas que propiciem maior riqueza de espécies de formigas em agroecossistemas podem também possibilitar a ocorrência de maior biodiversidade de outros grupos taxonômicos nessas áreas. Embora o objetivo central das áreas cultivadas não seja auxiliar na proteção da biodiversidade, vários autores apontam que tais áreas podem ajudar a alcançar esse objetivo (AMARAL *et al.*, 2019; ESTRADA *et al.*, 2019).



Além disso, como já mencionado, o aumento da biodiversidade em áreas cultivadas pode proporcionar benefícios para a produção. Os resultados no presente estudo, assim como outros trabalhos (GOMES *et al.*, 2013; AMARAL *et al.*, 2019; ESTRADA *et al.*, 2019), apontam que áreas cultivadas com maior heterogeneidade ambiental tendem a apresentar maior biodiversidade. Considerando a hipótese de que o acréscimo de biodiversidade pode acarretar no aumento da sustentabilidade produtiva das áreas cultivadas e até na menor necessidade de insumos externos, como aqueles utilizados com objetivo fitossanitário, pode-se deduzir que o aumento da heterogeneidade ambiental, derivado do plantio de várias espécies de plantas em conjunto e formando vários estratos verticais, pode colaborar para a existência de maior diversidade biológica nas áreas cultivadas, tendo estas, conseqüentemente, tendência a apresentar maior sustentabilidade da produção e capacidade de autorregulação (ALTIERI, 2004).

## 4 CONCLUSÕES

O tipo de uso do solo influenciou a riqueza, a diversidade e a composição de espécies de formigas, com efeito principalmente sobre a mirmecofauna epigéica. Áreas com maior diversidade vegetal e heterogeneidade ambiental, com práticas de manejo não agressivas à mirmecofauna, como o uso de inseticidas, são propícias para a manutenção de uma diversificada fauna de formigas. Evidencia-se a importância da diversidade vegetal e da presença de variados estratos verticais como fontes de recursos para a mirmecofauna.

A Reserva Legal e na agrofloresta apresentaram a mirmecofauna mais diversificada, ocorrendo todas as seis subfamílias amostradas. O tipo de uso do solo influenciou a diversidade de recursos utilizados pelas diferentes espécies de formigas, afetando a composição de espécies, observando-se inclusive que espécies do gênero *Ectatomma*, além de outras, como *Pachycondyla striata*, foram exclusivas da Reserva Legal e do sistema agroflorestal.



## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. S.; QUEIROZ, J. M.; MAYHE-NUNES, A. J. Distribuição e abundância de ninhos de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) em um agroecossistema diversificado sob manejo orgânico. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 14, p. 34-44, ago. 2007.
- ALMEIDA, F.S.; MAYHE-NUNES, A. J.; QUEIROZ, J. M. The Importance of Poneromorph Ants for Seed Dispersal in Altered Environments. **Sociobiology**, v. 60, p. 229-235, 2013.
- ALMEIDA, F. S.; VARGAS, A. B. Bases para a gestão da biodiversidade e o papel do Gestor Ambiental. **Diversidade e Gestão**, n.1, v.1, p.10-32, 2017.
- ALMEIDA, F.S.; ELIZALDE, L.; SILVA, L. M. S.; QUEIROZ, J. M. The effects of two abundant ant species on soil nutrients and seedling recruitment in Brazilian Atlantic Forest. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 63, p. 296-301, 2019.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4.ed., Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.
- AMARAL, G. C.; VARGAS, A. B.; ALMEIDA, F. S. Efeitos de atributos ambientais na biodiversidade de formigas sob diferentes usos do solo. **Ciência Florestal**, v.29, n. 2, p.660-672, 2019.
- BACCARO, F. B.; FEITOSA R. M.; FERNANDEZ F.; FERNANDES I. O.; IZZO T. J.; SOUZA J. L. P.; SOLAR R. **Guia para os gêneros das formigas do Brasil**. Manaus: Inpa. 388 p., 2015.
- CAMPOS, R.I.; LOPES, C.T.; MAGALHÃES, W.C.S.; VASCONCELOS, H.L. Estratificação vertical de formigas em cerrado strictu sensu no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 98, n.3, p.311-316, 2008.
- CORASSA, J. D. N.; FAIXO, J. G.; NETO, V. R. A.; SANTOS, I. B. Biodiversidade da mirmecofauna em diferentes usos do solo no Norte Mato-Grossense. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 2, p. 154-163, 2015.
- CORIOLOANO, R. E.; ESTRADA, M. A.; SANTOS, N. T.; CAIXEIRO, L. R.; VARGAS, A. B.; ALMEIDA, F. S. Mirmecofauna associada à arborização urbana no município de Três Rios, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 12, n. 4, p. 210-214, 2014.
- DANTAS, K. S. Q.; QUEIROZ, A. C. M.; NEVES, F. S.; JÚNIOR, R. R.; FAGUNDES, M. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) em diferentes estratos numa região de transição entre os biomas do Cerrado e da Caatinga no norte de Minas Gerais. **MG Biota**, v.4, p.17-36, 2011.



DASSOU, A.G.; VODOUHÈ, S.D.; BOKONON-GANTA, A.; GOERGEN, G.; CHAILLEUX, A.; DANSI, A.; CARVAL, D.; TIXIER, P. Associated cultivated plants in tomato cropping systems structure arthropod communities and increase the *Helicoverpa armigera* regulation. **Bulletin of Entomological Research**, v. 109, n. 6, p. 1-8. 2019.

DOMINGUEZ-HAYDAR, Y.; ARMBRECHT, I. Response of ants and their seed removal in rehabilitation areas and forests at el cerrejon coal mine in Colombia. **Restoration Ecology**, v. 19, p. 178-184. 2011.

ESTRADA, M. A.; DE ALMEIDA, Â. A.; VARGAS, A. B.; ALMEIDA, F. S. Diversidade, riqueza e abundância da mirmecofauna em áreas sob cultivo orgânico e convencional. **Acta Biológica Catarinense**, v.6, n.2, p.87-103, 2019.

ESTRADA, M. A.; CORIOLANO, R. E.; SANTOS, N. T.; CAIXEIRO, L. R.; VARGAS, A.B.; ALMEIDA, F.S. Influência de Áreas Verdes Urbanas sobre a Mirmecofauna. **Floresta e Ambiente**, v. 21, p. 162-169, 2014.

FLORES, W. A.; CORTINES, E.; ALMEIDA, A. A.; VARGAS, A. B.; ALMEIDA, F. S. fatores que influenciam a fauna de formigas que forrageia sobre *Bauhinia monandra* KURZ. (Leguminosae: Caesalpinioideae) em área urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.12, n.2, p. 16-26, 2017.

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, p. 104-109, 2013.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST – Paleontological Statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v.41, n.1, p.1-9, 2001.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The Ants**. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA, 732p. 1990.

LUTINSKI, J. A.; GUARDA, C.; LUTINSKI, C. J.; DORNELES, F. E.; PEDROSO, J.; BUSATO, M. A.; GARCIA, F. R. M. Assembleias de formigas (Hymenoptera: Formicidae) respondem ao processo de recuperação de áreas de preservação permanente? **Revista Brasileira de Ciências Ambientais** (Online), n. 50, p. 112-127, 2018.

LUTINSKI, J. A.; GARCIA, F. R. M. Análise faunística de Formicidae (Hymenoptera: Apocrita) em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina. **Biotemas**, v. 18, n. 2, p. 73-86, 2005.

MARCHIORI, J. J. P. **Mirmecofauna e suas interações com hemípteros fitófagos em áreas cultivadas**. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2020.

MARINHO, C. G.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H.; SCHLINDWEIN, M. N.; RAMOS, L. D. S. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) e área de cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 2, p.187-195. 2002.



MARTINS, L.; ALMEIDA, F. S.; MAYHÉ-NUNES, A. J.; VARGAS, A. B. Efeito da complexidade estrutural do ambiente sobre as comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no município de Resende, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v.9, n.2, p.174-179, 2011.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, BRASIL. **Diagnóstico do Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**. Brasília; 2011. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial/macrozee-da-bacia-do-s%C3%A3o-francisco/item/10439>. Acesso em: 29 jan. 2020.

OLIVEIRA-SANTOS, L. G. R.; LOYOLA, R. D.; VARGAS, A. B. Armadilhas de dossel: uma técnica para amostrar formigas no estrato vertical de florestas. **Neotropical Entomology**, v.38, n.5, p.691-694, 2009.

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, 2003a.

RAMOS, L. D. S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H.; LACAU, S.; SANTOS, M. D. F. S. dos; NASCIMENTO, I. C. do; MARINHO, C. G. S. Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em áreas de cerrado "stricto sensu" em Minas Gerais. **Lundiana**, v. 4, n. 2, p.95-102, 2003b.

RAMOS, L. D. S.; ZANETTI, R.; MARINHO, C. G. S.; DELABIE, J. H. C.; SCHLINDWEIN, M. N.; ALMADO, R. D. P. Impacto das capinas mecânica e química do sub-bosque de *Eucalyptus grandis* sobre a comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 139-146, 2004.

RODRIGUES, C.A. **Riqueza de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em duas fitofisionomias de Cerrado no município de Ipameri, GO, Brasil**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2014.

RODRIGUES, F.P. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em cultivos consorciados de café conilon (*Coffea canefora* Pierre ex Froehner). **Revista Científica UMC**, v. 4, n. 3, 2019.

SANTOS, M. S.; LOUZADA, J. N. C.; DIAS, N.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H. C.; NASCIMENTO, I. C. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 96, n. 1, p. 95-101, 2006.

SAPORETTI, J. R. A.W.; MEIRA NETO, J. A. A.; ALMADO, R. Fitossociologia de sub-bosque de cerrado em talhão de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden no município de Bom Despacho-MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 905-910, 2003.

SILVA, É.M. da; SILVA, R.S. da; RODRIGUES-SILVA, N.; MILAGRES, C. do C.; BACCI, L.; PIKANÇO, M.C. Assessment of the natural control of *Neoleucinodes elegantalis* in tomato cultivation using ecological life tables. **Biocontrol Science and Technology**, v. 27, n. 4, p. 525-538. 2017.

SILVA, A. V. R. da; ALVES, M. D. M. F.; PEREIRA, A. C. F.; LOPES, J. M. D. S. Disseminação de bactérias por formigas em ambiente hospitalar de Guanambi-BA. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 68822-68841, 2020.





SOUZA, K.; SOUSA, N. J.; SILVA, I. C.; LIMA, P.; MARQUES, E. Utilização de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como bioindicadoras em plantios de Pinus no Paraná. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, n. 8, v. 1, p. 110-118, 2018.

VARGAS, A. B.; AMARAL, G. C.; ALMEIDA, F. S. Quais fatores influenciam a riqueza de espécies de formigas na serapilheira: frequência ou riqueza de plantas? **Acta Scientiae et Technicae**, v. 5, p. 7-10, 2017.

## Contribuição de Autoria

### 1 Joabe Rodrigues Pereira

Professor

<https://orcid.org/0000-0001-7267-8679> • joabeglobo@gmail.com

Contribuição: Conceituação, Curadoria de dados, Análise Formal, Investigação, Metodologia, Administração do projeto, Recursos, Supervisão, Validação, Visualização de dados (tabela, gráfico), Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição

### 2 Fábio Souto Almeida

Graduação em Engenharia Florestal, Mestrado e Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais

<https://orcid.org/0000-0001-6214-397X> • fbio\_almeida@yahoo.com.br

Contribuição: Conceituação, Curadoria de dados, Análise Formal, Investigação, Metodologia, Administração do projeto, Recursos, Software, Supervisão, Validação, Visualização de dados (tabela, gráfico), Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição

## Como citar este artigo

Pereira, J. R.; Almeida, F. S. Influência da heterogeneidade ambiental sobre a mirmecofauna em diferentes usos do solo no município de Bom Despacho, estado de Minas Gerais. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 33, n. 1, e64534, p. 1-25, 2023. DOI 10.5902/1980509864534. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509864534>.