

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE BIOLOGIA

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

BÁRBARA CALEGARI BARBOSA

**DIVERSIDADE DE FORMIGAS EPIGEICAS EM DIFERENTES USOS
DO SOLO NO CERRADO**

Uberlândia

2022

BÁRBARA CALEGARI BARBOSA

**DIVERSIDADE DE FORMIGAS EPIGEICAS EM DIFERENTES USOS
DO SOLO NO CERRADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Uberlândia, como exigência para obtenção do grau de Bacharelado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Alan Nilo da Costa

**Uberlândia
2022**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 METODOLOGIA	2
2.1 Área de estudo	2
2.2 Delineamento amostral	4
2.3 Análises estatísticas	5
3 RESULTADOS	5
4 DISCUSSÃO	15
5 REFERÊNCIAS	18
6 ANEXOS	23

AGRADECIMENTOS

Início os meus agradecimentos às energias e as pessoas que me fizeram chegar a esse caminho que estou hoje, tudo aconteceu como deveria, sem nenhuma vírgula ou ponto a mais. Aos meus agradecimentos especiais:

Ao meus pais, Suzi e Cláudio, que participaram diretamente da minha formação pessoal e desenvolveram esse espírito de amor aos seres, à vida e aos processos da natureza, que me ensinaram a ética de viver e agir em qualquer situação, o que condiz com a minha profissão escolhida.

À minha querida amiga/irmã Jhennyfer de Oliveira, que como descrito foi como uma irmã para mim em todos os processos e loucuras vivenciadas na faculdade (inclusive foi minha companheira nesse trabalho), além de ser uma pessoa leal e justa em qualquer situação.

Ao meu amigo/namorado Gabriel Martin que me acompanhou por toda a graduação e me fez apaixonar pelo seu jeito de ser, que sempre esteve ao meu lado me apoiando em todas as minhas dificuldades.

Ao meu irmão Bruno Calegari que, além de me ajudar em partes do trabalho, me proporcionou a vida para que eu estivesse aqui hoje.

À minha prima Camila Bernardini que no seu jeito de ser sempre me incentivou e me apoiou.

Aos meus amigos mais próximos da graduação, Camila Chamone, Patrícia Oliveira, Iasmim Pereira, Samantha Neves e Willy Naresse que fizeram esses anos serem mais leves e divertidos e, a todos os colegas de graduação no qual compartilhei os quatro anos de curso.

Ao meu Orientador Prof. Alan Costa que desde o começo topou essa aventura e esteve presente em todos os processos.

E a todos que não foram mencionados aqui, mas que cruzaram o meu caminho nessa trajetória e contribuíram de forma direta ou indireta para a minha formação.

RESUMO

A mudança no uso dos solos dos ambientes naturais é um dos principais fatores para a perda da biodiversidade. Algumas estratégias podem mitigar esses efeitos negativos sobre a fauna e flora, porém pouca importância é dada. Assim, o estudo teve como objetivo comparar a diversidade de espécies de formigas em diferentes ambientes naturais e antrópicos ao longo de uma paisagem antropizada no Cerrado. Foi amostrado em 6 diferentes usos do solo, sendo dois naturais (savana e floresta) e 4 antrópicos (lavoura, pastagem, silvicultura e urbano). Para a coleta das formigas foi utilizado armadilhas de queda (*pitfall*) que permaneceram no ambiente por 48 horas. A triagem e identificação dos indivíduos foram feitas no Laboratório de Pesquisa em Ecologia e Biodiversidade da Universidade Federal de Uberlândia. Os ambientes naturais apresentaram maior riqueza quando comparados aos ambientes antrópicos. No total foram triadas 26.532 formigas pertencentes a 194 espécies. Os ambientes de lavoura e floresta tenderam a apresentar uma diversidade mais distinta entre si e dos demais tipos de ambiente. Enquanto a savana foi o local que apresentou maior riqueza por área, a lavoura retratou o menor número de espécies. Os resultados do estudo mostraram que para a diversidade de formigas, ambientes naturais são muito importantes para a manutenção das espécies.

Palavras-chave: antropização; *pitfall*; biodiversidade; savana; conservação.

ABSTRACT

The change in the use of natural lands is one of the main factors for the loss of biodiversity. Some strategies can mitigate these negative effects on fauna and flora, but little importance is given. Thus, the study aimed to compare the diversity of species of forms in different natural and anthropic environments along an anthropized landscape in the Cerrado. It was sampled in 6 different land uses, two natural (savannah and forest) and 4 anthropic (crop, pasture, forestry and urban), in the Cerrado biome. To collect the forms, pitfall traps were used, which remained in the environment for 48 hours. The screening and identification of patients were carried out at the Ecology and Biodiversity Research Laboratory of the Federal University of Uberlândia. The natural ones present greater richness when compared to the anthropic environments. In total, 26,532 ants belonging to 194 species were screened. The farming and forest environments tended to present a more distinct diversity between them and the other types of environment. While the savannah was the place that presented the greatest richness by area, the crop portrayed a smaller number of species. The important study results that for the diversity of the very, natural are for the maintenance of the species.

Keyword: anthropization; pitfall; biodiversity; savanna; conservation.

1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios da biologia da conservação é entender como os seres se comportam de acordo com mudanças que ocorrem na paisagem (DINIZ FILHO et al., 2009). Um habitat abriga inúmeras espécies que respondem de formas distintas às modificações antrópicas que ocorrem nele. As variações das condições ambientais e dos recursos pelo homem podem tanto favorecer determinadas espécies, como prejudicar outras, consequentemente levando a alterações na riqueza, abundância, composição e diversidade funcional (SCOTT et al., 2006; GRAHAM et al., 2009; BUCLEY & JETZ, 2009; GONTHIER et al., 2014). Além disso, plantas e animais invertebrados, por exemplo, devido à sua reduzida mobilidade, são especialmente sensíveis as mudanças no ambiente (BROWN & GIFFORD, 2002).

O Cerrado Brasileiro representa um dos maiores biomas da região Neotropical e possui uma alta heterogeneidade ambiental devido às diversas fisionomias que compõem sua paisagem (RIBEIRO & WALTER, 1998). Apesar da grande importância desse bioma, ele vem sofrendo profundas modificações desde meados de 1950 (DE SOUZA DIAS, 2008). Propício pelo seu relevo plano e localidade central no país, este bioma já teve quase 50% das suas áreas naturais convertidas para outros fins (REIS et al., 2017). As principais mudanças da ocupação do solo são para o uso como pastagens e plantio de grãos e fibras (DE OLIVEIRA et al., 2010). O Cerrado é ecossistema prioritário para a conservação mundial (*hotspot*), devido a sua grande diversidade, pelo alto endemismo e crescente pressão antrópica sobre os remanescentes naturais (MYERS et al., 2000). Sendo assim, estudos sobre a sua diversidade e como esta vem respondendo as alterações antrópicas da paisagem são urgentes para a adequada conservação do bioma.

Estima-se que existam 25 mil espécies de formigas em todo o mundo, das quais aproximadamente 16 mil espécies pertencentes a 464 gêneros e 20 subfamílias já foram descritas (FISHER & BOLTON, 2016). Entre as regiões biogeográficas, a Neotropical é a que apresenta a mirmecofauna mais diversa, de onde são conhecidas mais de três mil espécies (LONGINO & FERNANDEZ, 2007). As formigas são muito importantes para os ecossistemas desempenhando diversos papéis essenciais ao funcionamento das comunidades ecológicas, como por exemplo, predação, dispersão de sementes, engenharia de ecossistemas e herbivoria (HÖLLDOBLER et al., 1990). A melhor estimativa de diversidade de formigas para o Cerrado disponível até o momento aponta uma riqueza de 400 a 500 espécies

(VASCONCELOS et al., 2018). Contudo, essa estimativa se baseia em coletas feitas apenas no cerrado sentido restrito, entre tantas fisionomias presentes no bioma. Sendo assim, pode-se afirmar que a mirmecofauna do Cerrado ainda não é satisfatoriamente conhecida.

As formigas tem sido objeto de pesquisas em trabalhos que buscam entender como as mudanças que ocorrem nos ambientes naturais afetam a biodiversidade (MAJER, 1996). Isso porque elas têm uma boa resposta aos estresses do meio, são encontradas em praticamente todos os ambientes e são mais facilmente identificadas quando comparadas a outros grupos (AGOSTI, 2000). Além disso, as formigas são um grupo chave dentro dos ecossistemas, ocupando níveis tróficos e funções distintas, sendo essenciais para a gestão de áreas locais que visem à conservação (HÖLLDOBLER et al., 1990; PANIZZI et al., 1991). Na Austrália, vários estudos utilizam esse grupo de insetos para monitorar áreas degradadas, como em locais de pastagens antes ocupada por mineração (HOFFMANN et al., 2003; ANDERSEN et al., 2004). O estudo da diversidade é essencial para o desenvolvimento de estratégias que visem a conservação dos ecossistemas e as formigas podem ser uma ferramenta interessante para entender como as alterações provocadas pelo homem vem afetando a biota do Cerrado.

O estudo teve como objetivo comparar a diversidade de espécies de formigas em diferentes ambientes naturais e antrópicos ao longo de uma paisagem antropizada no Cerrado. Como objetivos específicos: (i) determinar a diversidade de formigas encontrada em diferentes tipos usos do solo (diversidade alfa); (ii) determinar o *turnover* na diversidade entre todos os ambientes (diversidade beta); e (iii) analisar a contribuição de cada tipo de uso do solo para a diversidade da paisagem (diversidade gama).

2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado em remanescentes naturais de Cerrado e em ambientes antrópicos localizados nos municípios de Uberlândia-MG, Araguari-MG, Cumari-GO, Goiandira-GO e Catalão-GO (Figura 1). Nestes municípios foram selecionados 30 locais distribuídos por seis diferentes tipos de uso do solo (tratamentos): i. savana, ii. floresta, iii. lavoura, iv. pastagem, v. silvicultura, e vi. área urbana (Figura 1; Anexo 1). O clima da região é característico do Cerrado, sendo mesotérmico com duas estações bem definidas sazonalmente, uma chuvosa (outubro a abril) e outra seca (maio a setembro; ALVARES et al. 2013). A temperatura média anual varia entre 23-25°C e a precipitação anual varia ente 1.600 e 1.900 mm.

Em cada localidade apresentada, foram selecionadas 5 áreas de coleta, igualmente divididas entre 6 tipos de uso do solo: (i) savana, (ii) floresta, (iii) lavoura, (iv) pastagem, (v) silvicultura e (vi) área urbana. Para os tratamentos com cobertura vegetal nativa, savana e floresta, foram selecionados remanescentes com cerrado sentido restrito e floresta, respectivamente (sensu Ribeiro & Walter, 1998). Lavouras corresponderam as áreas de plantio em monocultura de milho ou soja, com as plantas em estágio adulto; pastagens corresponderam a áreas em fazenda de pecuária de gado de corte, com pastos manejados formados por gramíneas forrageiras exóticas (*Brachiaria* sp.); e silvicultura foram representadas por monocultivos de eucalipto (*Eucalyptus* sp.). Por fim, as coletas nas áreas urbanas foram realizadas em canteiros centrais de avenidas, com aproximadamente 10 metros de largura, que apresentavam gramíneas como vegetação predominante e arborização esparsa quando presente.

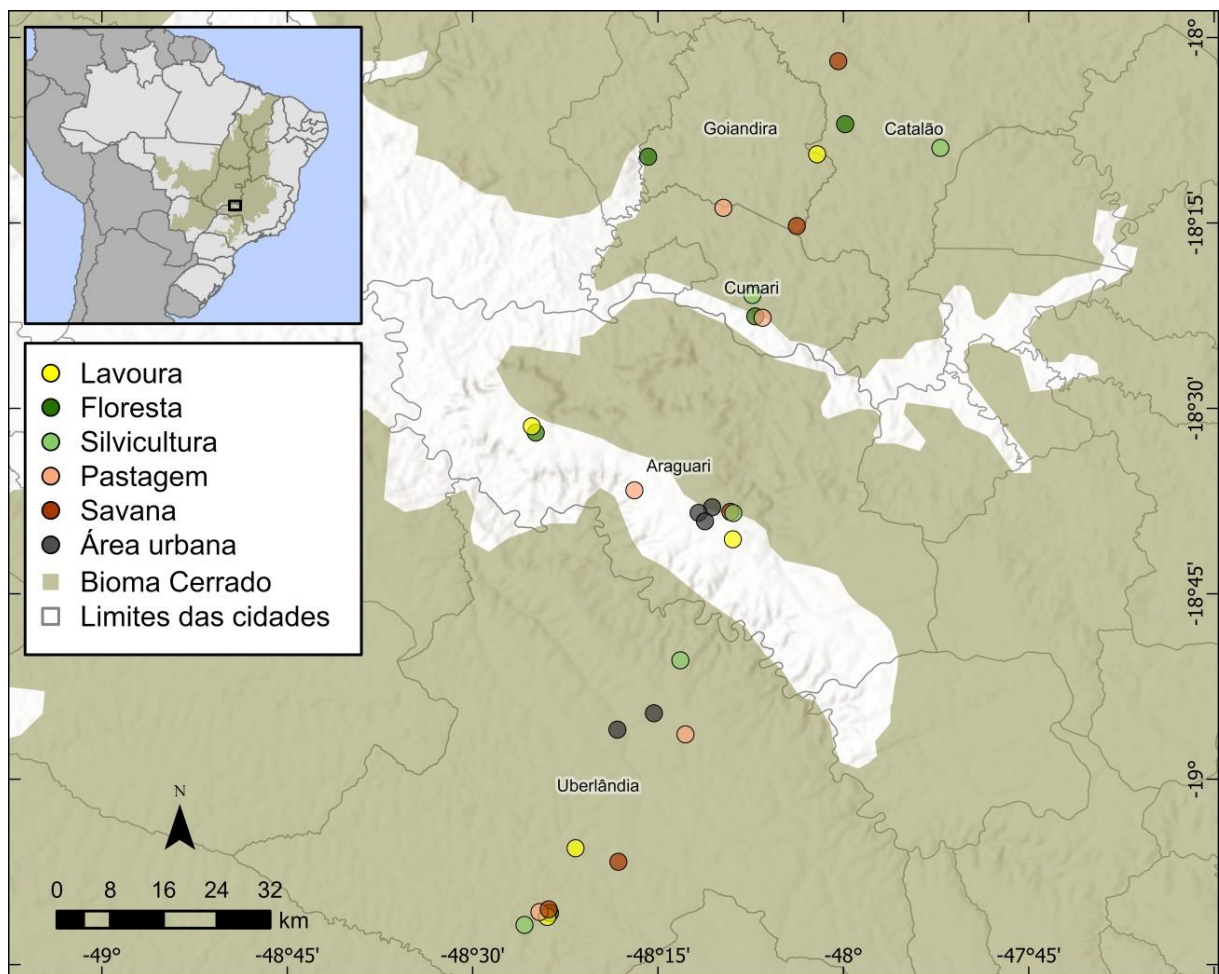


Figura 1. Mapa da área de estudo, localizada no Triângulo Mineiro e sudeste do estado de Goiás, com destaque para os 30 locais de coleta divididos em seis tipos de uso do solo.

2.2. Delineamento amostral

Para amostrar a fauna de formigas epigéicas em diferentes usos do solo, em cada local foi delimitado um transecto de 200 m de comprimento, ao longo do qual foram distribuídos 10 pontos de amostragem. Nesses pontos foram instaladas armadilhas-de-queda (tipo *pitfall*) com base em protocolos utilizados para estudos sobre diversidade de formigas em ambientes de Cerrado (CAMPOS et al, 2008; PACHECO et al., 2013; VASCONCELOS et al., 2014). As armadilhas consistiram em recipientes plásticos de 1.500 ml contendo cerca de 500 ml de solução de água e detergente neutro, os quais foram enterrados com a abertura rente à superfície do solo (Figura 2). Na coleta não foi utilizada nenhuma substância atrativa (isca), uma vez que, o distúrbio feito na terra para instalar as armadilhas tende a ser suficientemente atraente para as formigas (GREENSLADE, 1973). Após 48h, as armadilhas foram recolhidas e os espécimes capturados foram transferidos para recipientes contendo álcool 70%. A identificação foi realizada em laboratório com o auxílio de especialistas e literatura especializada. As coletas foram feitas entre março e abril de 2019 (período chuvoso).



Figura 2. Armadilhas-de-queda (tipo *pitfall*) instalada para captura de formigas no canteiro central de uma avenida dentro da área urbana, Uberlândia-MG.

2.3. Análise estatística

Para comparar a diversidade entre os diferentes usos do solo foram construídas curvas de acumulação de espécies baseadas na riqueza registrada (GOTELLI et al., 2011). A partir do registro da incidência das formigas nas armadilhas, foi estimada também a riqueza esperada de espécies para cada tipo de uso do solo, utilizando o estimador Jackknife de Primeira Ordem. Estas análises foram realizadas no programa EstimateS 9.1 (PUGNAIRE & FISCHER, 2014) e as curvas foram geradas através do programa Systat v.12 (SYSTAT, 2007). Os dados obtidos foram sumarizados utilizando-se a técnica de Escalonamento Multidimensional Não Métrico - NMDS (GOTELLI et al., 2011), no intuito de ordenar as amostras com base na similaridade em termos de composição e incidência de espécies em cada amostra.

3. RESULTADOS

No geral, nas 30 áreas de coleta foram amostradas 26.532 formigas de 194 espécies, 62 gêneros e 8 subfamílias (Tabela 1). Myrmicinae foi a subfamília com maior número de espécies registradas (n = 101 espécies), seguido por Formicinae (n = 31) e Dolichoderinae (n = 22), enquanto que Amblyoponinae foi a subfamília com menor riqueza (n = 2). *Pheidole* foi o gênero com a maior riqueza (n = 27 espécies), seguido por *Camponotus* (n = 24), *Trachymyrmex* (n = 11), *Ectatomma* (n = 9) e *Solenopsis* (n = 9). As espécies mais frequentemente registradas em diferentes armadilhas foram *Pheidole* sp.11 (7,2% dos registros), *Pheidole* sp.25 (3,64%), *Pheidole* sp.17 (3,46%), *Ectatomma* sp.1 (2,87%) e *Solenopsis* sp.2 (2,78%; Figura 3). Grande parte das espécies registradas (44,2%) foram consideradas raras, sendo estas capturadas em menos de 1% das armadilhas (≤ 3 registros; Figura 3).

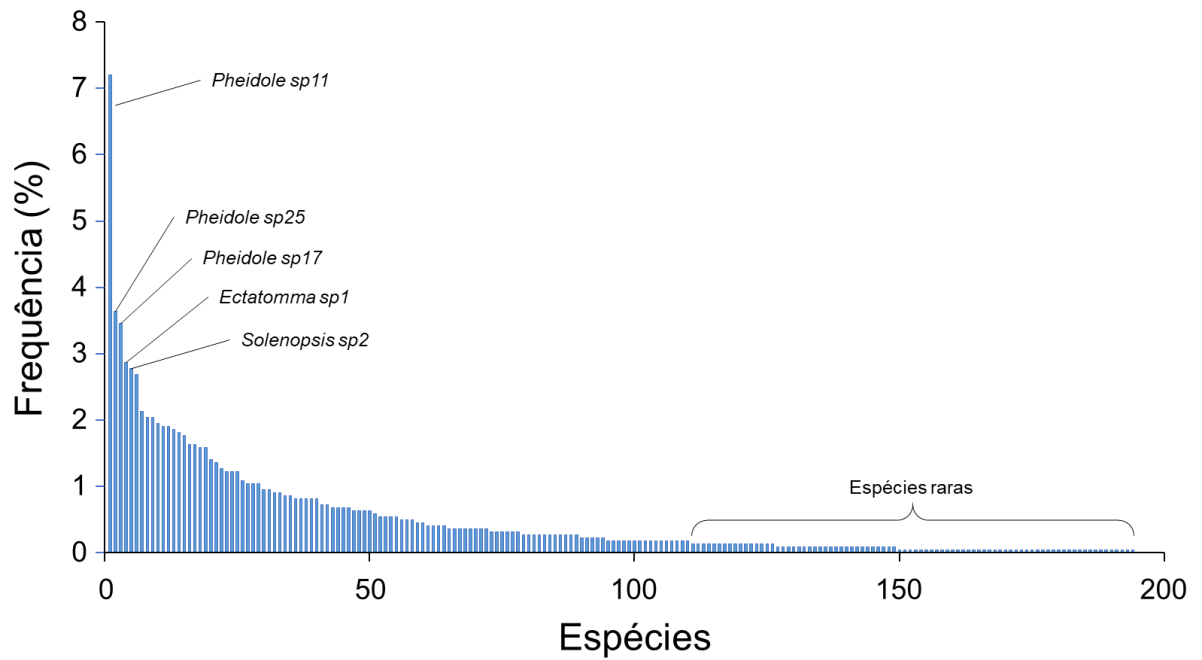


Figura 3: Frequência de ocorrência (número de pontos de coleta) das espécies de formigas amostradas nas 30 áreas (remanescentes naturais e áreas antropizadas) localizadas no sudeste do estado de Goiás e Triângulo Mineiro

Tabela 1: Espécies de formigas capturadas com armadilhas-de-queda em 30 áreas (remanescentes naturais e áreas antropizadas) no sudeste do estado de Goiás e Triângulo Mineiro.

Subfamília <i>Espécie</i>	Ambiente					
	Savana	Floresta	Lavoura	Pastagem	Silvicultura	Urbano
Amblyoponinae						
<i>Prionopelta</i> sp.1						X
<i>Prionopelta</i> sp.2	X					
Dolichoderinae						
<i>Azteca</i> sp.1	X	X				
<i>Azteca</i> sp.2		X				
<i>Azteca</i> sp.3		X				
<i>Dolichoderus</i> sp.1		X				
<i>Dolichoderus</i> sp.2						X
<i>Dorymyrmex</i> sp.1	X			X		X
<i>Dorymyrmex</i> sp.2	X		X	X	X	
<i>Dorymyrmex</i> sp.3		X	X	X		X
<i>Dorymyrmex</i> sp.4	X			X		X
<i>Dorymyrmex</i> sp.5				X		X
<i>Forelius</i> sp.1	X			X	X	
<i>Forelius</i> sp.2				X	X	
<i>Gracilidris</i> sp.1	X			X		X
<i>Gracilidris</i> sp.2				X		
<i>Linepithema</i> sp.1	X					X
<i>Linepithema</i> sp.2	X	X	X			X
<i>Linepithema</i> sp.3	X	X	X	X	X	X
<i>Linepithema</i> sp.4	X	X				
<i>Linepithema</i> sp.5	X					X
<i>Tapinoma</i> sp.1	X	X	X		X	X
<i>Tapinoma</i> sp.2		X	X	X	X	X
<i>Tapinoma</i> sp.3	X			X	X	
Dorylinae						
<i>Acanthostichus</i> sp.		X				
<i>Cylindromyrmex</i> sp.2	X					X
<i>Cylindromyrmex</i> sp.1	X					
<i>Labidus</i> sp.1		X			X	
<i>Neivamyrmex</i> sp.1				X		X
<i>Nomamyrmex</i> sp.1			X			
Ectanomminae						
<i>Ectatomma</i> sp.1	X	X	X	X	X	X
<i>Ectatomma</i> sp.2		X		X	X	
<i>Ectatomma</i> sp.3	X	X	X	X	X	
<i>Ectatomma</i> sp.4		X				X
<i>Ectatomma</i> sp.5				X		
<i>Ectatomma</i> sp.6				X		X

Subfamília <i>Espécie</i>	Ambiente					
	Savana	Floresta	Lavoura	Pastagem	Silvicultura	Urbano
Ectanomminae	X	X	X	X	X	X
<i>Ectatomma</i> sp.7	X	X		X		X
<i>Ectatomma</i> sp.8	X	X		X	X	X
<i>Ectatomma</i> sp.9	X					
<i>Gnamptogenys</i> sp.1	X			X	X	X
Formicinae	X	X	X	X	X	X
<i>Acropyga</i> sp.		X				
<i>Brachymyrmex</i> sp.	X	X		X		X
<i>Camponotus</i> sp.1	X					
<i>Camponotus</i> sp.2	X	X		X	X	X
<i>Camponotus</i> sp.3		X		X		X
<i>Camponotus</i> sp.4	X			X		X
<i>Camponotus</i> sp.5	X			X		
<i>Camponotus</i> sp.6	X	X			X	
<i>Camponotus</i> sp.7		X				
<i>Camponotus</i> sp.8		X				
<i>Camponotus</i> sp.9	X					
<i>Camponotus</i> sp.10	X					X
<i>Camponotus</i> sp.11	X	X		X	X	
<i>Camponotus</i> sp.12	X	X		X	X	X
<i>Camponotus</i> sp.13		X				
<i>Camponotus</i> sp.14	X	X	X		X	
<i>Camponotus</i> sp.15				X		
<i>Camponotus</i> sp.16				X		
<i>Camponotus</i> sp.17	X			X		
<i>Camponotus</i> sp.18	X	X			X	
<i>Camponotus</i> sp.19	X			X		X
<i>Camponotus</i> sp.20	X	X				
<i>Camponotus</i> sp.21	X	X		X		X
<i>Camponotus</i> sp.22		X		X	X	X
<i>Camponotus</i> sp.23		X				
<i>Camponotus</i> sp.24		X				
<i>Myrmelachista</i> sp.						X
<i>Nylanderia</i> sp.1		X				X
<i>Nylanderia</i> sp.2		X				X
<i>Nylanderia</i> sp.3	X	X				
<i>Nylanderia</i> sp.4	X	X				X
Myrmicinae						
<i>Acromyrmex</i> sp.1				X		
<i>Acromyrmex</i> sp.2	X					X
<i>Acromyrmex</i> sp.3	X			X		
<i>Acromyrmex</i> sp.4				X		
<i>Acromyrmex</i> sp.5				X		X
<i>Atta</i> sp.1		X		X		

Subfamília <i>Espécie</i>	Ambiente					
	Savana	Floresta	Lavoura	Pastagem	Silvicultura	Urbano
Myrmicinae						
<i>Atta</i> sp.2	X	X		X	X	X
<i>Atta</i> sp.3		X				
<i>Cardiocondyla</i> sp.1	X			X	X	X
<i>Carebara</i> sp.1						X
<i>Carebara</i> sp.2				X		
<i>Cephalotes</i> sp.1				X		
<i>Crematogaster</i> sp.1	X	X		X	X	
<i>Crematogaster</i> sp.2	X				X	X
<i>Cyphomyrmex</i> sp.1					X	X
<i>Cyphomyrmex</i> sp.2		X				
<i>Cyphomyrmex</i> sp.3	X	X		X		
<i>Cyphomyrmex</i> sp.4	X	X		X	X	X
<i>Hylomyrma</i> sp.1		X				
<i>Kalathomyrmex</i> sp.1	X					
<i>Kalathomyrmex</i> sp.2	X	X			X	
<i>Megalomyrmex</i> sp.1						X
<i>Megalomyrmex</i> sp.2					X	
<i>Monomorium</i> sp.1						X
<i>Mycetagroicus</i> sp.1	X					
<i>Mycetarotes</i> sp.1	X					
<i>Mycetarotes</i> sp.2	X					
<i>Mycetarotes</i> sp.3				X		
<i>Mycocepurus</i> sp.1	X					X
<i>Mycocepurus</i> sp.2	X	X		X		X
<i>Mycocepurus</i> sp.3	X			X		
<i>Mycocepurus</i> sp.4	X	X		X		X
<i>Myrmicocrypta</i> sp.1	X		X			X
<i>Myrmicocrypta</i> sp.2						X
<i>Myrmicocrypta</i> sp.3	X					
<i>Myrmicocrypta</i> sp.4	X					
<i>Nesomyrmex</i> sp.1						X
<i>Ochetomyrmex</i> sp.1	X					
<i>Ochetomyrmex</i> sp.2		X				
<i>Oxyepoecus</i> sp.1	X					X
<i>Pheidole</i> sp.1	X	X	X		X	X
<i>Pheidole</i> sp.2	X	X			X	
<i>Pheidole</i> sp.3	X	X			X	X
<i>Pheidole</i> sp.4		X		X		X
<i>Pheidole</i> sp.5	X	X		X		X
<i>Pheidole</i> sp.6	X			X	X	X
<i>Pheidole</i> sp.7				X		
<i>Pheidole</i> sp.8	X					
<i>Pheidole</i> sp.9		X				

Subfamília <i>Espécie</i>	Ambiente					
	Savana	Floresta	Lavoura	Pastagem	Silvicultura	Urbano
Myrmicinae						
<i>Pheidole</i> sp.10	X			X		
<i>Pheidole</i> sp.11	X	X	X	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp.12	X	X	X	X		X
<i>Pheidole</i> sp.13					X	
<i>Pheidole</i> sp.14	X					X
<i>Pheidole</i> sp.15	X	X				
<i>Pheidole</i> sp.16			X			
<i>Pheidole</i> sp.17	X		X	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp.18					X	X
<i>Pheidole</i> sp.19	X					
<i>Pheidole</i> sp.20	X			X		
<i>Pheidole</i> sp.21						X
<i>Pheidole</i> sp.22			X	X		X
<i>Pheidole</i> sp.23			X			X
<i>Pheidole</i> sp.24		X				
<i>Pheidole</i> sp.25	X	X	X	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp.26	X				X	X
<i>Pheidole</i> sp.27	X	X		X	X	X
<i>Pogonomyrmex</i> sp.1	X					
<i>Rogeria</i> sp.1					X	
<i>Sericomyrmex</i> sp.1		X				
<i>Sericomyrmex</i> sp.2		X				
<i>Sericomyrmex</i> sp.3		X			X	
<i>Solenopsis</i> sp.1	X			X		X
<i>Solenopsis</i> sp.3	X					
<i>Solenopsis</i> sp.2	X	X	X	X	X	X
<i>Solenopsis</i> sp.4	X					X
<i>Solenopsis</i> sp.5	X					
<i>Solenopsis</i> sp.6	X	X				X
<i>Solenopsis</i> sp.7				X	X	
<i>Solenopsis</i> sp.8				X		
<i>Solenopsis</i> sp.9	X	X		X	X	X
<i>Strumigenys</i> sp.1		X				
<i>Strumigenys</i> sp.2		X				
<i>Strumigenys</i> sp.3	X	X			X	X
<i>Trachymyrmex</i> sp.1		X		X	X	
<i>Trachymyrmex</i> sp.2	X				X	
<i>Trachymyrmex</i> sp.3						X
<i>Trachymyrmex</i> sp.4	X					X
<i>Trachymyrmex</i> sp.5	X				X	X
<i>Trachymyrmex</i> sp.6						X
<i>Trachymyrmex</i> sp.7						X
<i>Trachymyrmex</i> sp.8						X

Subfamília Espécie	Ambiente					
	Savana	Floresta	Lavoura	Pastagem	Silvicultura	Urbano
Myrmicinae						
<i>Trachymyrmex</i> sp.9		X				
<i>Trachymyrmex</i> sp.10	X	X				
<i>Trachymyrmex</i> sp.11		X				
<i>Tranopelta</i> sp.1	X					
<i>Wasmannia</i> sp.1	X	X		X		X
<i>Wasmannia</i> sp.2		X		X	X	
<i>Wasmannia</i> sp.3		X			X	X
<i>Wasmannia</i> sp.4	X	X				X
<i>Wasmannia</i> sp.5		X				
Ponerinae						
<i>Anochetus</i> sp.1		X				
<i>Anochetus</i> sp.2	X	X		X	X	X
<i>Centromyrmex</i> sp.			X			
<i>Dinoponera</i> sp.	X	X				
<i>Hypoponera</i> sp.1					X	X
<i>Hypoponera</i> sp.2		X				
<i>Mayaponera</i> sp.	X	X		X	X	X
<i>Neoponera</i> sp.1	X					
<i>Odontomachus</i> sp.1	X	X		X	X	
<i>Odontomachus</i> sp.2		X				
<i>Odontomachus</i> sp.3	X			X	X	X
<i>Pachycondyla</i> sp.1	X					
<i>Pachycondyla</i> sp.2	X	X		X	X	X
<i>Pachycondyla</i> sp.3	X			X		
<i>Pachycondyla</i> sp.4		X				
Pseudomyrmicinae						
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1	X				X	
<i>Pseudomyrmex</i> sp.2				X		
<i>Pseudomyrmex</i> sp.3	X			X		X
<i>Pseudomyrmex</i> sp.4	X	X				
<i>Pseudomyrmex</i> sp.5		X				
<i>Pseudomyrmex</i> sp.6		X				
<i>Pseudomyrmex</i> sp.7	X					X

No geral, dentre os diferentes tipos de uso de solo, foi registrada uma maior riqueza nas áreas naturais em relação àquelas com interferência humana, com um total de 154 espécies, sendo a riqueza total da savana (n=108) maior que na floresta (n=93) (Figura 4). Nas áreas antrópicas foram coletadas um total de 140 espécies, sendo que na área urbana (n=89) foi encontrada maior riqueza total, seguido da pastagem (n=79), silvicultura (n=57) e lavoura (n=20) (Figura 4). Por área amostrada, foram registradas de 2 a 42 espécies de

formigas, sendo registrada diferença significativa entre os tratamentos ($F_{5, 24} = 13,938$ e $P < 0,001$). A maior diferença foi observada para as áreas de lavoura, onde a diversidade média foi de 3 a 6 vezes menor, sendo seguido pelas áreas de silvicultura que apresentaram riqueza intermediária. Nos demais ambientes, a riqueza por área foi relativamente parecida, com destaque para as áreas de savana que foram as mais ricas ($P \geq 0,05$; Figura 5).

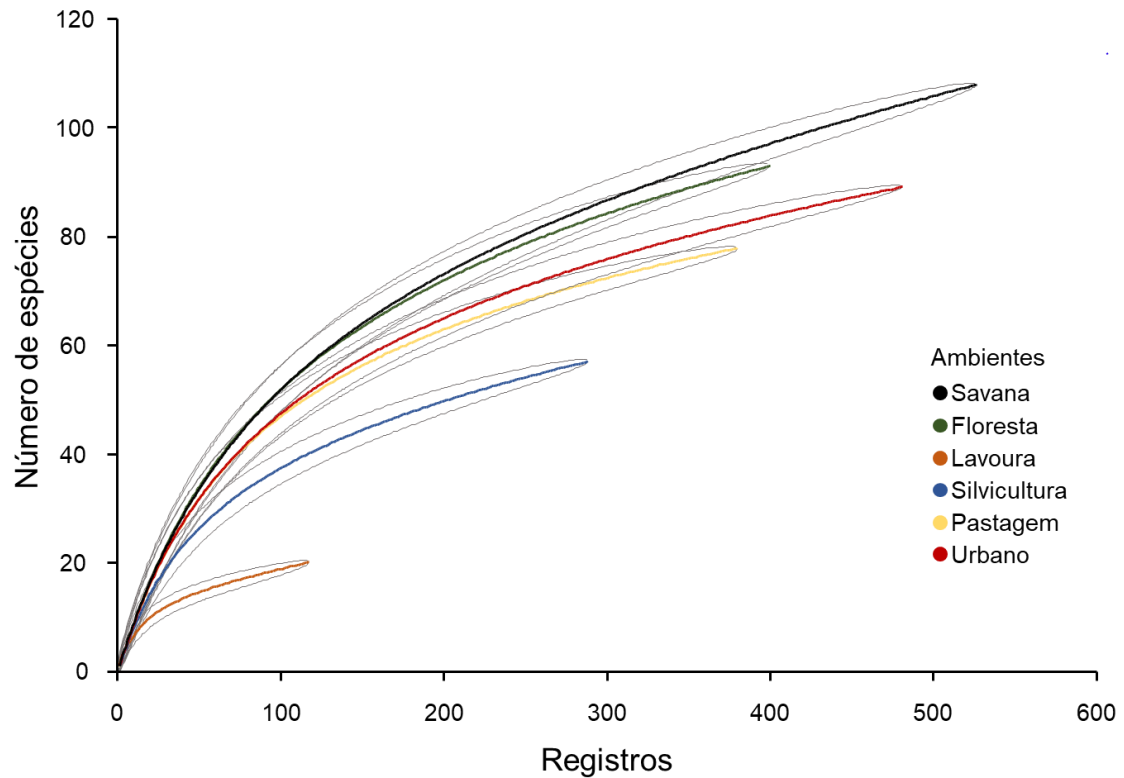


Figura 4: Curvas de acúmulo de espécies (média \pm DP) para diferentes usos do solo no Cerrado. Foram amostradas 5 áreas por tratamento, localizadas no Triângulo Mineiro e sudeste de Goiás.

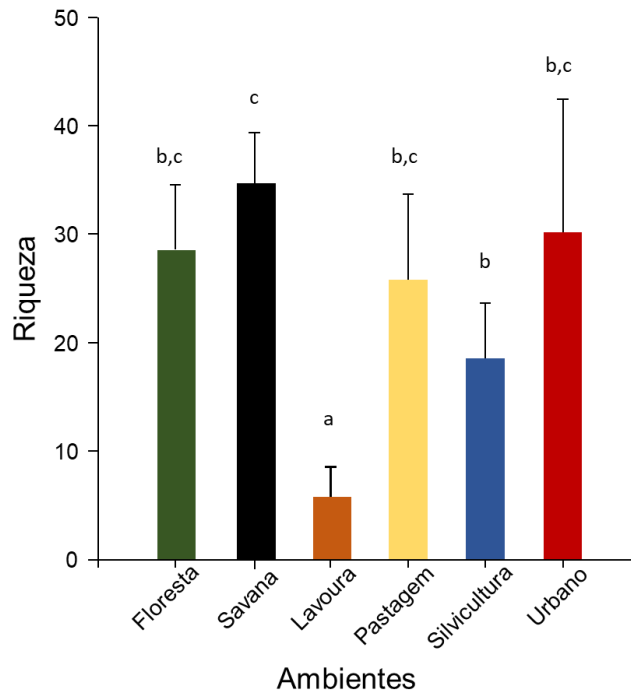


Figura 5: Riqueza de formigas (média \pm DP) para diferentes usos do solo no Cerrado. Foram amostradas 5 áreas por tratamento, localizadas no Triângulo Mineiro e sudeste de Goiás.

Em relação à composição, os ambientes de lavoura e floresta tenderam a apresentar uma diversidade mais distinta entre si e dos demais tipos de ambiente (Figura 6). Já a composição do cerrado apresentou considerável sobreposição com a silvicultura, enquanto que composição nas áreas de pastagem foi relativamente similar ao ambiente urbano (Figura 6). Em comparações par-a-par da composição entre ambientais, em média 53,3% das espécies registradas em um tipo de ambiente não ocorreram no outro (Figura 7). As maiores diferenças foram encontradas entre lavoura em comparação com os demais ambientais, nos quais entre 80 e 88% das espécies registradas não foram encontradas nas áreas de lavoura amostradas. Quase a metade das espécies registradas (41,2%) ocorreram em apenas um dos ambientes, sendo que os floresta e savana foram os ambientes que mais contribuíram para a diversidade total registrada (14,9% e 10,3%, respectivamente). Enquanto isso, os ambientes antrópicos tiveram uma pequena contribuição para a diversidade regional, com lavoura e silvicultura participando com menos de 1,5% cada, seguidos por pastagem (6,2%) e urbano (6,7%).

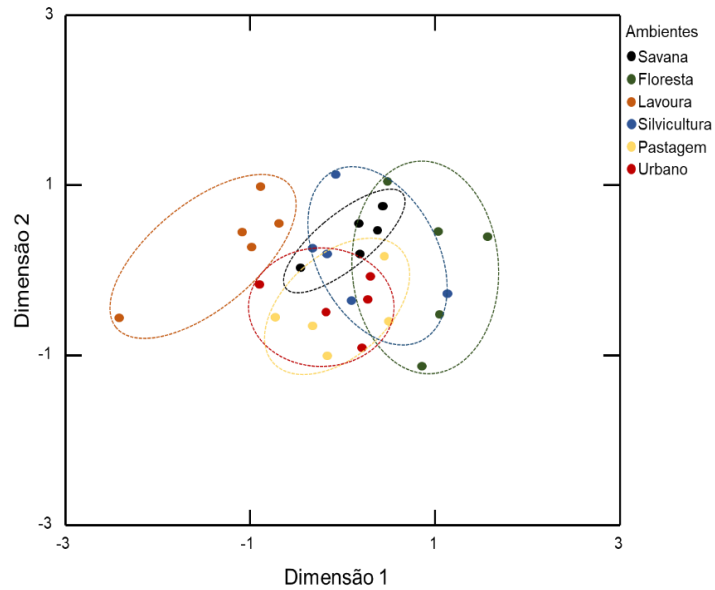


Figura 6: Comparação (nMDS) da composição de espécies de formigas amostradas em diferentes usos do solo no Cerrado. Foram amostradas 5 áreas por tratamento, localizadas no Triângulo Mineiro e sudeste de Goiás.

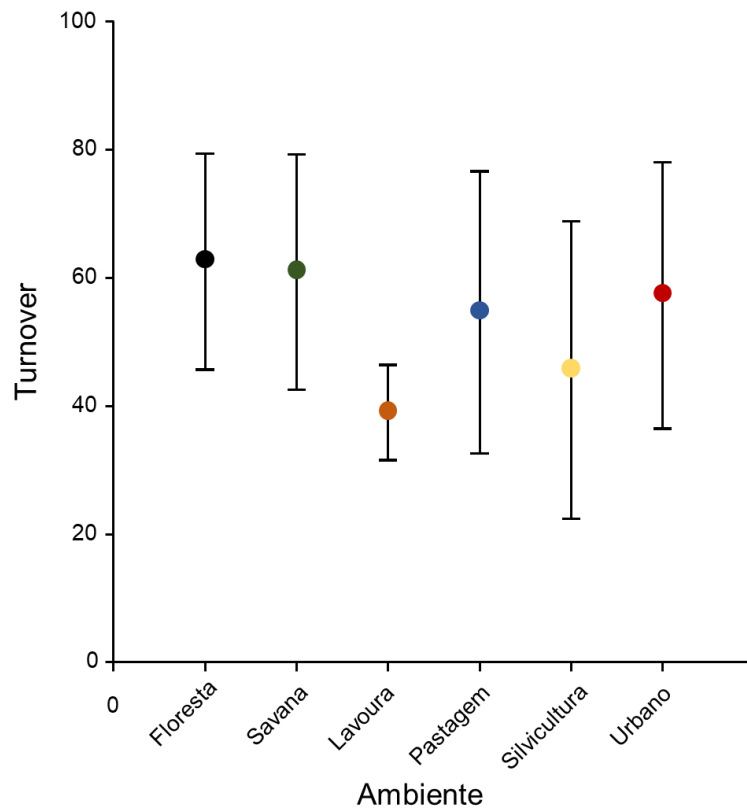


Figura 7: Comparação do número de espécies (média \pm DP) que ocorrem em um ambiente e não ocorrem em outro (*Turnover*), medidas em comparação par a par entre 6 tipos de ambientes localizados no Triângulo Mineiro e sudeste de Goiás.

4. DISCUSSÃO

A alteração no uso do solo dos diferentes biomas é um dos grandes motivos pela perda na biodiversidade das espécies. O Cerrado é um dos biomas que mais vem sofrendo pressão antrópica e considerável perda da sua vegetação natural. Esse trabalho comparou a diversidade de formigas existentes em seis usos do solo, sendo dois naturais (savana e floresta) e quatro antrópicos (silvicultura, pastagem, lavoura e urbano). Os resultados obtidos mostram que há diferença considerável entre os ambientes experimentados. Além disso, os diferentes usos do solo também contribuíram para a composição de espécies encontrada.

No trabalho foi amostrado um total de 194 espécies em 30 áreas do Cerrado, sendo estes naturais e antrópicas. Quando analisado outros biomas, como na Amazônia, especificadamente na região denominada “Ecorregião das Savanas das Guianas” foi coletado um menor número de espécies quando comparados a esse trabalho (PEIXOTO, 2010). Para o bioma Cerrado, esse valor encontrado também é maior do que quando confrontado com outros estudos que utilizaram metodologias de coleta do tipo *pitfall* (PEREIRA 2006; RODRIGUES 2014; SANTOS FILHO, 2017). A riqueza encontrada corresponde a quase metade das espécies listadas no estudo de Vasconcelos et al. (2018) que utilizou 5 vezes mais armadilhas e mais da metade das espécies coletadas por Frizzo (2016) com 8 vezes mais armadilhas.

Na área urbana, foi encontrado um número expressivo de espécies (89), por se tratar de uma área antropizada, corroborando com o trabalho de Nascimento et al. (2005) que encontrou 143 espécies em praças e parques e reservas urbanas. Esse número maior, quando comparado com estudos de levantamento em residências e hospitais, pode ser explicado pela presença das áreas verdes na cidade, mostrando a importância da preservação desses locais mesmo em ambientes antropizados. Já nas áreas de monocultura, nota-se que tanto os defensivos agrícolas, a gradação e aração do solo podem ser o principal motivo pela atenuação da riqueza de espécies. Frizzo (2016) compara agricultura convencional com agricultura orgânica e é possível ver diferença considerável entre os dois tratamentos. Em contrapartida, uma possível explicação para o maior número de espécies nas pastagens em relação à monocultura pode ser devido ao pouco tempo destinado ao manejo daquela área, porém ainda é um número baixo com relação às áreas nativas, devido à ocupação de gramíneas exóticas (BARTON et al., 2016).

Foi visto que os ambientes naturais apresentam maior riqueza que os ambientes antrópicos. A savana foi o local que apresentou maior riqueza por área. Esse resultado pode

estar ligado a alta complexidade dos ambientes naturais em detrimento dos antrópicos. Uma vez que ambientes perturbados são mais simplificados, com alta densidade de gramíneas e poucas espécies naturais vegetais, oferecendo assim menos recursos para as diferentes espécies que ocupam variados nichos. Com isso, a antropização mostra um padrão na perda de diversidade das espécies de formigas.

As áreas de vegetação nativa apresentaram 14% de espécies exclusivas daquele local. A presença de espécies do gênero *pseudomyrmex*, em sua maioria encontrada nas áreas naturais e nidificando em árvores, pode indicar que o ambiente apresenta maior complexidade estrutural. Já que esse gênero tem a sua história natural ligada aos ambientes mais complexos e com maior densidade de árvores (BACCARO et. al, 2015). Já as espécies coletadas nos sistemas de monocultura de soja e milho se caracterizam por serem espécies genéricas e muito tolerantes as adversidades do ambiente, com hábitos generalistas e/ou oportunistas, resistência a altas temperaturas, comportamento dominante e alta taxa de recrutamento, como no caso dos gêneros *Pheidole*, *Solenopsis*, *Dorymyrmex* e *Linepithema* (FARJII-BRENER et al. 2002; CUEZZO, 2012). A complexidade de estrutura do habitat usualmente leva a um simultâneo aumento na diversidade de espécies de formigas (RIBAS et al., 2003). Dessa forma, árvores maiores possuem estruturas mais complexas que outras vegetações, possibilitando que uma fauna mais rica de formigas aproveite dos recursos ofertados por elas como serapilheira e recursos alimentares (CAMPOS et al., 2008). Com isso, a riqueza de espécies mais alta em ambientes naturais como floresta e savana pode estar relacionada com a maior complexidade desses ambientes.

Os resultados do estudo mostraram que para a diversidade de formigas, ambientes naturais são muito importantes para a manutenção das espécies e foram os que mais contribuíram para a diversidade gama. Além disso, dentre os ambientes antropizados a lavoura foi a área que menos contribuiu para a riqueza total, mostrando que o uso de defensivos agrícolas e o sistema de monocultura como um todo são extremamente prejudiciais até para formigas generalistas e resistentes. O que, em contra partida, Frizzo (2016) mostra a possibilidade de manter índices de biodiversidade mais elevados com agriculturas alternativas. Outro ponto importante é que nas cidades onde foram feitas as coletas, todas possuíam canteiros arborizados e com gramíneas, o que juntamente com o trabalho de NASCIMENTOS et al. (2005) ressalta a importância da manutenção das áreas verdes em ambientes urbanos.

Dentre os ambientes antrópicos e naturais é notória a diferença na diversidade de formigas e conseqüentemente a importância da conservação dessas áreas. Nos ambientes

antrópicos, apesar da perturbação nas cidades, foi o ambiente com maior número de espécies, provavelmente devido aos espaços verdes que precisam ter a devida importância. Entretanto, apesar da similaridade na riqueza, existem espécies que só foram encontradas nos ambientes conservados. A lavoura foi o local com menor diversidade, portanto há a necessidade de repensar o modo como as produções agrícolas podem reduzir esse impacto.

5. REFERÊNCIAS

- AGOSTI, Donat et al. Standard methods for measuring and monitoring biodiversity. **Smithsonian Institution, Washington DC**, n. 9, p. 280, 2000.
- ANDERSEN, Alan N. et al. Use of terrestrial invertebrates for biodiversity monitoring in Australian rangelands, with particular reference to ants. **Austral ecology**, v. 29, n. 1, p. 87-92, 2004.
- ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BACCARO, F. B. et al. Guia para gêneros de formigas no Brasil. **Editora Inpa, Manaus, 382p**, 2015.
- BARTON, Philip S. et al. Effects of environmental variation and livestock grazing on ant community structure in temperate eucalypt woodlands. **Insect Conservation and Diversity**, v. 9, n. 2, p. 124-134, 2016.
- BROWN, Keith S.; GIFFORD, David R. 11. Lepidoptera in the Cerrado Landscape and the Conservation of Vegetation, Soil, and Topographical Mosaics. In: **The cerrados of Brazil**. Columbia University Press, 2002. p. 201-222.
- BUCKLEY, Lauren B.; JETZ, Walter. Lizard community structure along environmental gradients. **Journal of Animal Ecology**, v. 79, n. 2, p. 358-365, 2010.
- CAMPOS, Ricardo I. et al. 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.
- CANTARELLI, Edison Bisognin et al. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serrapilheira em diferentes sistemas de uso do solo. **Ciência Florestal**, v. 25, p. 607-616, 2015.

CUEZZO, F. Subfamilia Dolichoderinae cap. 20. **F. Fernández, Introducción a las hormigas de la región neotropical**, p. 89-96, 2003.

CUEZZO, Fabiana; GUERRERO, Roberto J. The ant genus *Dorymyrmex* Mayr (Hymenoptera: Formicidae: Dolichoderinae) in Colombia. **Psyche**, v. 2012, 2012.

DE OLIVEIRA, Charles Martins; RESK, Dimas Vital Siqueira; FRIZZAS, Marina Regina. Artrópodes Epígeos: dinâmica populacional e influência do sistema de preparo do solo e rotação de culturas. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF**, 2010.

DE SOUZA DIAS, Braulio Ferreira. Conservação da Biodiversidade no Bioma Cerrado: histórico dos impactos antrópicos no Bioma Cerrado. IX Simpósio sobre o Cerrado, **EMBRAPA, Brasília, DF**, 2008.

DINIZ FILHO, José Alexandre Felizola et al. Macroecologia, biogeografia e áreas prioritárias para conservação no cerrado. 2009.

FARJI-BRENER, Alejandro G.; CORLEY, J. C.; BETTINELLI, J. The effects of fire on ant communities in north-western Patagonia: the importance of habitat structure and regional context. **Diversity and distributions**, v. 8, n. 4, p. 235-243, 2002.

FISHER, Brian L.; BOLTON, Barry. **Ants of Africa and Madagascar: a guide to the genera**. Univ of California Press, 2016.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecología nutricional de insectos e suas implicacoes no manejo de pragas**. Malone/CNPq, 1991.

FRIZZO, Tiago Luiz Massochini. Mudanças do uso da terra sobre a comunidade de formigas e a retenção dos serviços ecossistêmicos no Cerrado. 2016.

GONTHIER, David J. et al. Biodiversity conservation in agriculture requires a multi-scale approach. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 281, n. 1791, p. 20141358, 2014.

GOTELLI, Nicholas J. et al. Counting ants (Hymenoptera: Formicidae): biodiversity sampling and statistical analysis for myrmecologists. 2011.

GRAHAM, John H. et al. Species richness, equitability, and abundance of ants in disturbed landscapes. **Ecological Indicators**, v. 9, n. 5, p. 866-877, 2009.

GREENSLADE, P. J. M. Sampling ants with pitfall traps: digging-in effects. **Insectes Sociaux**, v. 20, n. 4, p. 343-353, 1973.

HOFFMANN, Benjamin D.; ANDERSEN, Alan N. Responses of ants to disturbance in Australia, with particular reference to functional groups. **Austral Ecology**, v. 28, n. 4, p. 444-464, 2003.

HÖLLDOBLER, Bert et al. Host tree selection by the Neotropical ant *Paraponera clavata* (Hymenoptera: Formicidae). *Biotropica*, v. 22, n. 2, p. 213-214, 1990.

LONGINO, John T.; FERNÁNDEZ, Fernando. Taxonomic review of the genus *Wasmannia*. **Memoirs of the American Entomological Institute**, v. 80, p. 271-289, 2007.

MAJER, Jonathan D. Ant recolonization of rehabilitated bauxite mines at Trombetas, Pará, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 12, n. 2, p. 257-273, 1996.

MYERS, Norman et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

NASCIMENTO, Renata Pacheco do et al. Conservação de invertebrados em áreas urbanas: um estudo de caso com formigas no Cerrado Brasileiro. 2005.

PACHECO, Renata et al. The importance of remnants of natural vegetation for maintaining ant diversity in Brazilian agricultural landscapes. **Biodiversity and conservation**, v. 22, n. 4, p. 983-997, 2013.

PEIXOTO, Tatiana Soares et al. Composição e riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em savana e ambientes associados de Roraima. *Revista Agro@mbiente On-line*, v. 4, n. 1, p. 1-10, 2010.

PEREIRA, Tatiane Andrade et al. Diversidade de formigas no solo do cerrado: uma análise da variação temporal e entre distintas fisionomias da vegetação. 2006.

PUGNAIRE, Michele P.; FISCHER, Melissa A. Establishing and Teaching Elective Courses. In: *An Introduction to Medical Teaching*. Springer, Dordrecht, 2014. p. 173-186.

REIS, Tiago et al. Climate challenges and opportunities in the Brazilian Cerrado. **IPAM, COP23**, 2017.

RIBAS, Carla R. et al. Tree heterogeneity, resource availability, and larger scale processes regulating arboreal ant species richness. **Austral Ecology**, v. 28, n. 3, p. 305-314, 2003.

RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. Fitofisionomias do bioma Cerrado. **Embrapa Cerrados-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 1998.

RODRIGUES, Camila Alves. Riqueza de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em duas fitofisionomias de cerrado no município de Ipameri, GO, Brasil. 2014.

SANTOS FILHO, Antonio Jorge dos. Comunidades de formigas (hymenoptera: formicidae) em monoculturas e fragmentos florestais, a leste do Estado do Maranhão, Brasil. 2017. Tese de Doutorado. UEMA.

SCOTT, Dawn M. et al. The impacts of forest clearance on lizard, small mammal and bird communities in the arid spiny forest, southern Madagascar. **Biological conservation**, v. 127, n. 1, p. 72-87, 2006.

SYSTAT. 2007. *Systat for Windows: Graphics*. Version 12, 5th edition. Systat Software Inc., San Jose.

SOARES, Stela de Almeida; ANTONIALLI-JUNIOR, William Fernando; LIMA-JUNIOR, Sidnei Eduardo. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em dois ambientes no Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, p. 76-81, 2010.

VASCONCELOS, Heraldo L. et al. Evaluating sampling sufficiency and the use of surrogates for assessing ant diversity in a Neotropical biodiversity hotspot. **Ecological Indicators**, v. 46, p. 286-292, 2014.

VASCONCELOS, Heraldo L. et al. Neotropical savanna ants show a reversed latitudinal gradient of species richness, with climatic drivers reflecting the forest origin of the fauna. **Journal of Biogeography**, v. 45, n. 1, p. 248-258, 2018.

6. ANEXOS

Ponto	Município	Tratamento	Zona	Coordenadas sul	Coordenadas oeste
1	Uberlândia	Floresta	22	773886,95	7877175,29
2	Uberlândia	Savana	22	773696,36	7877702,34
3	Uberlândia	Lavoura	22	773500,47	7876594,90
4	Uberlândia	Pastagem	22	772383,91	7877339,54
5	Uberlândia	Silvicultura	22	770236,00	7875440,00
6	Uberlândia	Lavoura	22	777643,87	7886775,61
7	Araguari	Lavoura	22	800748,59	7932549,52
8	Araguari	Silvicultura	22	800858,47	7936467,44
9	Araguari	Savana	22	800460,38	7936686,85
10	Araguari	Área urbana	22	797874,60	7937400,74
11	Araguari	Área urbana	22	795919,66	7936594,54
12	Araguari	Área urbana	22	796817,00	7935316,00
13	Uberlândia	Savana	22	783726,00	7884662,00
14	Uberlândia	Pastagem	22	793525,87	7903537,38
15	Uberlândia	Área urbana	22	783881,77	7904381,08
16	Uberlândia	Área urbana	22	789089,25	7906769,04
17	Catalão	Floresta	23	182741,33	7994304,67
18	Catalão	Savana	22	816921,09	8003715,95
19	Cumari	Pastagem	22	805497,72	7965575,08
20	Cumari	Floresta	22	804456,71	7965800,43
21	Cumari	Silvicultura	22	804105,82	7969013,59
22	Cumari	Savana	22	810594,77	7979179,92
23	Goiandira	Pastagem	22	800156,88	7982078,65
24	Goiandira	Floresta	22	789551,00	7989860,00
25	Cumari	Lavoura	22	813689,00	7989860,00
26	Araguari	Floresta	22	772911,29	7948920,44
27	Araguari	Lavoura	22	772364,49	7949860,05
28	Araguari	Pastagem	22	786825,33	7940105,77
29	Catalão	Silvicultura	23	196421,96	7990974,54
30	Uberlândia	Silvicultura	22	792972,00	7914605,00