



## **Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**

### **CARACTERIZAÇÃO DAS FORMIGAS EPIGEICAS E ARBORÍCOLAS EM FRAGMENTOS DE CERRADO DO SUDESTE GOIANO**

**HELIVELTON WENEDY MAIA ARAÚJO**

**MESTRADO**

**Ipameri-GO  
2022**

HELIVELTON WENEDY MAIA ARAÚJO

**CARACTERIZAÇÃO DAS FORMIGAS EPIGEICAS E ARBORÍCOLAS  
EM FRAGMENTOS DE CERRADO DO SUDESTE GOIANO**

**Orientador:** Prof. Dr. Márcio da Silva Araújo

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri-GO

2022

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

AAR66      ARAÚJO, HELIVELTON WENEDY MAIA  
3cc          CARACTERIZAÇÃO DAS FORMIGAS EPIGEICAS E ARBORÍCOLAS  
EM FRAGMENTOS DE CERRADO DO SUDESTE GOIANO / HELIVELTON  
WENEDY MAIA ARAÚJO; orientador Márcio da Silva Araújo;  
co-orientador Vagner Santiago Vale. -- Ipameri, 2022.  
32 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação  
Mestrado Acadêmico em Produção Vegetal) -- Unidade de  
Ipameri, Universidade Estadual de Goiás, 2022.

1. Fragmentação Florestal. 2. Formigas epigeicas. 3.  
Formigas arborícolas. 4. Guildas de formigas. 5.  
Similaridade. I. Araújo, Márcio da Silva, orient. II.  
Vale, Vagner Santiago, co-orient. III. Título.



### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** "CARACTERIZAÇÃO DAS FORMIGAS EPIGEICAS E ARBORÍCOLAS EM FRAGMENTOS DE CERRADO DO SUDESTE GOIANO"

**AUTOR(A):** Helivelton Wenedy Maia Araújo

**ORIENTADOR(A):** Márcio da Silva Araújo

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE(A) EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:

Prof. Dr. Ednaldo Cândido Rocha

Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária Ipameri-GO

Prof. Dr. Márcio da Silva Araújo (Orientador)

Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária Ipameri-GO

Prof. Dr. André Luis da Silva Castro

Instituto Federal Goiano/ Câmpus Urutai-GO

#### Registro de Declaração

Número: 162

Livro: R-01 Folhas: 03

Data: 20/05/2022

Data da realização: 20 de maio de 2022



*E tudo quanto fizerdes, fazei-o de coração, como ao Senhor, e não aos homens. Cl  
3:23*

*Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime,  
pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar". Js 1:9*

*Bem-aventurado o homem que acha sabedoria, e o homem que adquire  
conhecimento. Pv 3:13*

*Ao Rei eterno, o Deus único, imortal e invisível, sejam honra e glória para todo o  
sempre. Amém. 1 Timóteo 1:17*

*A tua graça me basta. 2 Coríntios 12:9*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus e seu filho, Jesus Cristo, o Deus Vivo, que sejam dele todas as glórias desta importante conquista em minha vida, pois Deus tem me honrando a cada passo que dou em sua presença. Agradeço também a minha família, em especial a meus pais, Marinalva da Conceição Maia e José Reginaldo Araújo, por não medirem esforços e dando tudo de si, para que eu estudasse sempre. Aos meus patrões agradeço por terem me ajudado a me tornar bom profissional nas áreas em que atuei até este momento. Agradeço ao quadro de professores da Universidade Estadual de Goiás- UnU Ipameri, vinculados ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Produção Vegetal, em especial aos professores Marcio da Silva Araújo (orientador), Vagner Santiago do Vale (coorientador) e Ednaldo Cândido Rocha, que diretamente participaram de toda a elaboração deste trabalho. Aqui, também, aproveito para agradecer a todos aqueles que direta e indiretamente participaram de minha formação acadêmica e de vida, desde minha professora do primário, o motorista que me transportava todos os dias para a faculdade, docentes diversos e outros, cujos nomes não citarei aqui, para não cometer a gafe do esquecimento. A todos vocês, fica registrado aqui, meu mais humilde e sincero agradecimento. Com certeza, todos vocês contribuíram para que eu pudesse me tornar, primeiramente, um cidadão temente a Deus. Ressaltando que agora, um profissional Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Estadual de Goiás, outrora vendia picolé na rua para conquistar seu primeiro fruto de trabalho honesto, é filho de um lavrador e de “uma dona do lar”. Portanto, por mais essa batalha vencida, toda a graça e toda a glória sejam dadas ao Deus de Israel.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
5. CONCLUSÕES.....	21
6. REFERÊNCIAS.....	22
7. APÊNDICE.....	26

## RESUMO

Grande parte da vegetação natural do Cerrado brasileiro encontra-se na forma de pequenos fragmentos, perturbados, isolados e, ainda, pouco estudados. Contribuí de forma significativa para esse cenário de fragmentação e consequente degradação desse ambiente na região sudeste de Goiás, a agricultura intensiva com as culturas de soja (safra) e milho (safrinha). A avaliação do grau de antropização de certos ambientes tem sido feita de forma exitosa, com uso de insetos bioindicadores de qualidade ambiental, dentre eles, as formigas. Este trabalho teve como objetivo, caracterizar a comunidade de formigas epigeicas e arborícolas em fragmentos de cerrado da região sudeste de Goiás, margeados pelas culturas anteriormente mencionadas, nas estações seca e chuvosa e, correlacionar essa comunidade de formigas com características estruturais do mesmo fragmento florestal. O método de captura do formicídeos foi o de armadilhas iscadas, que foram distribuídas no chão e no tronco das árvores. Essas armadilhas, que operaram por duas horas consecutivas, eram distribuídas ao longo de transectos, no sentido borda/interior do fragmento florestal. As formigas foram identificadas a nível de morfoespécies. Para os diferentes pontos de coleta (disposição espacial das armadilhas), fragmentos específicos, época de coleta (estação seca e chuvosa) e estratificação (se coletada em solo ou árvore), foi estimada a riqueza e a composição da comunidade de formiga local. A comparação da comunidade de formigas nas diferentes condições climáticas e local de coleta (frequência de captura das morfoespécies ou guildas, representado de conjunto de morfoespécies) foi feita por meio dos índices Estimador Jacknife 1, Similaridade e Dissimilaridade de Jaccard (UPGMA), Análise de Similaridade Fatorial (ANOSIM) e Análise de Correlação Cofenética. Análise de Regressão Linear foi usada para correlacionar as variáveis similaridade da comunidade de formicídeos e distância de borda dos fragmentos de cerrado investigado. Ao todo, foram identificadas 52 morfoespécies de formicídeos nos cinco fragmentos de Cerrado estudados. Não foi verificada diferença significativa de riqueza de formicídeos entre os estratos árvore e solo. No estrato arbóreo, a riqueza de formicídeos foi significativamente maior na estação chuvosa. Em relação às formigas epigeicas, não se verificou diferença significativa na riqueza de formigas entre o período seco e chuvoso. Análise ANOSIM evidencia diferença significativa na composição da comunidade de formigas nos diferentes fragmentos de cerrado, nos estratos arbóreo e solo. Mesma situação se observa na comunidade total de formigas arborícolas e epigéicas. Entretanto, análise adotada não destaca uma visualização clara de grupos específicos. Também, análise UPGA não evidenciou um padrão de similaridade na composição da comunidade de formigas arborícolas e epigéicas em relação ao ponto de captura (efeito de borda). Essa não relação linear significativa entre similaridade da comunidade de formicídeos e a distância de borda dos fragmentos também foi verificada em nosso estudo. Análise de PCA evidenciam que pontos mais ao interior do fragmento apresentaram maiores valores de riqueza de espécies de formigas e maiores portes das árvores (que inferimos pela área basal do tronco das árvores). O *IndVal* sugere duas espécies indicadoras de qualidade ambiental para o estrato solo, as espécies *Pheidole cf. radoszkowskii* (Mayr, 1884) e *Crematogaster cf. stollii* (Forel, 1885) e, não sugere de forma significativa, nenhuma espécie indicadora para o estrato arbóreo. Considerando-se formigas mediadoras de diferentes papéis funcionais, mudanças na estrutura das comunidades locais implicarão em mudanças de processos ecossistêmicos gerais, o que torna esses insetos importantes bioindicadoras de qualidade ambiental.

**Palavras-chave:** Formicidae; Guildas; Riqueza; Estratificação; Similaridade; Antropização.

## ABSTRACT

Part of the natural Brazilian cerrado is found in the form of small fragments, disturbed, isolated and, still, little studied. Intensive agriculture with soybean and corn contribute significantly to fragmentation and consequent degradation of the environment in the southeast region of Goiás. The evaluation of the degree of anthropization of certain environments has been carried out successfully, with the use of bioindicator insects of environmental quality, among them, the ants. The objective of this work is to characterize communities of epigeic and arboreal ants in cerrado fragments of the southeastern region of Goiás, bordered by soybean (main crop) and corn (second crop), in the dry and rainy seasons, and to correlate this community of ants with structural characteristics of the same forest fragment. The method of ants capture was performed with baited pitfall traps, distributed on the soil and on the tree. These traps, which operated for two consecutive hours, were distributed along transects, within of the forest fragment. For the different collection points (spatial disposition of the traps), specific fragments, collection season (dry and rainy) and stratification (whether collected in soil or in trees), richness and composition of the local ant community were estimated. A comparison of the communities of ants in different climatic conditions and local collection (frequency of capture of the morphospecies or guilds, represented as a group of morphospecies) was made by Jackknife Estimator 1, Similarity and Dissimilarity of Jaccard (UPGMA), Analysis of Similarities (ANOSIM) and Cophenetic Correlation Analysis. Linear Regression was used to correlate the similarity of the ant communities and the distance from the edge of the cerrado fragments investigated. Also, in our study we verified some characteristics of the arboreal component (species richness, species density and basal area of tree trunk) and correlated them with ant richness. To investigate the relationship between these functional traits and ant richness, Principal Component Analysis (PCA) was used. The suggestion of indicator species of environmental quality was confirmed by Individual Value of Indication (IndVal). We identified 52 morphospecies of ants in five fragments of cerrados studied. No significant difference in ant richness was verified between the tree and soil strata. In the arboreal strata, the richness of ants was significantly higher in the rainy season. In relation to the epigeic ants, no significant difference was verified in the richness of ants between the dry and rainy periods. Analysis ANOSIM shows significant difference in the composition of the communities of ants in the different fragments of cerrado, in the arboreal strata and soil. The same situation was observed in the total community of arboreal and epigeic ants. However, the analysis adopted does not provide a clear view of specific guilds. Also, the UPGA analysis did not show a pattern of similarity in the composition of the community of arboreal and epigeic ants in relation to the point of capture (edge effect). This non significant linear relationship between the similarity of the ant communities and the distance between the edges of the fragments was also verified in our study. PCA analysis evidenced that points further inside the fragment presented higher values of richness of ant species and larger sizes of the trees (which we inferred from the basal area of the trunk). O IndVal suggested two indicator species of environmental quality for the stratum soil, *Pheidole* cf. *radoszkowskii* (Mayr, 1884) and *Crematogaster* cf. *stollii* (Forel, 1885) and, didn't suggest significantly, no indicator species for the tree stratum. Considering that ants are mediators of different functional roles, changes in the structure of local communities will implicate changes in general ecosystem processes, make these insects important bioindicators of environmental quality.

**Keywords:** Formicidae; Guilds; Richness; Stratification; Similarity; Anthropization.

## 1. INTRODUÇÃO

A fragmentação de habitats é definida por recorrentes intervenções humanas em que uma extensão de área nativa contínua é transformada em uma série de pequenas porções, com sua área total, reduzidas e isoladas entre si por matrizes diferentes do hábitat natural, geralmente moldadas pela agricultura, criação de animais, minas, estradas, linhas de transmissão e lagos de reservatórios (RICKLEFS, 2003; GANEM, 2011).

Estudos direcionados para entender como as florestas se constituem e qual o papel delas no ecossistema são de fundamental importância, uma vez que a partir do conhecimento de sua estrutura, pode-se construir um plano de ação para conservação dos recursos genéticos, a conservação de áreas similares e a recuperação de áreas degradadas e/ou fragmentadas (PRADO JÚNIOR et al., 2010).

Segundo Alho (2008), além do valor intrínseco da biodiversidade (a natureza funcionando como ela é; as espécies são o produto de longa história evolutiva continuada por meio de processos ecológicos e, desse modo, têm também direito à vida), a biodiversidade também desempenha papel fundamental como serviços do ecossistema, na manutenção de processos ecológicos e, na economia de modo geral, pelos vários produtos corriqueiramente usados direta ou indiretamente dela. No Brasil, grande parte dos remanescentes de fragmentos florestais representam as reservas legais das propriedades particulares, portanto, fiscalizadas pelo poder público, conforme lei 12.651 de 2012, estabelecida em novo Código Florestal (INSTITUTO MINERE, 2019). Nessa referida lei, é destacado o papel dessas áreas: “assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa”. Igualmente tratada nessa lei, nas propriedades rurais ou urbanas, poderemos ter os fragmentos de vegetação arbórea nativa designados áreas de preservação permanente, aquelas imperiosamente preservadas da ação humana, em virtude da importância que possuem para a manutenção da biodiversidade.

A redução da diversidade ecológica tem ligação direta a fragmentação de ecossistemas, devido à perda de hábitat, sendo mais bem compreendido os seus efeitos pelo modelo da Teoria de Biogeografia de Ilhas, que diz que áreas maiores, próximas e contínuas, possuem maior riqueza de espécies do que áreas fragmentadas (MACARTHUR e WILSON, 1967; MORAES et al., 2012). A distância entre os remanescentes de habitat, com relação às características do ambiente é a primeira variável a ser relacionada ao isolamento. Obviamente que quanto mais

distante, maior o isolamento e, portanto, menor o fluxo de indivíduos. No entanto, esse não é o único fator que separa ou conecta as populações divididas espacialmente. A forma como áreas florestadas estão dispostas no ambiente também tem importância fundamental para a presença ou não de certas populações, especialmente, quando em proporções baixas do habitat original (ANDRÉN, 1994).

O cerrado brasileiro possui alta riqueza de espécies vegetais e alta heterogeneidade espacial, características que contribuem para sua classificação como a savana tropical mais biodiversidade do mundo (STRASSBURG et al., 2017). A eliminação e a fragmentação desse bioma em decorrência de pouco mais de cinco décadas de ocupação antrópica em larga escala (principalmente para formação de pastagens e cultivos agrícolas) resultaram em um processo de perda de biodiversidade vegetal e animal que ameaça a sua sustentabilidade e limita as oportunidades do futuro econômico e social do mesmo (DIAS, 2008). O ambiente de nosso estudo é o cerrado da região sudeste de Goiás, Brasil. Embora varie o número de fitofisionomias do bioma cerrado brasileiro como um todo, são reconhecidos três grandes grupos de formações: floresta (cerradão e floresta seca), as savanas (cerrado *sensu stricto* e cerrado ralo) e as campestres (campo sujo, campo cerrado e campo limpo) (EITEN, 1994). Segundo comunicação pessoal do Professor Dr. Vagner Santiago do Vale, Universidade Estadual de Goiás, todos os fragmento florestais são de denominação Mata Seca.

Notadamente observada na região centro-oeste, a expansão das fronteiras agrícolas, tem provocado a acelerada fragmentação de áreas florestais, e conseqüente perda de habitats naturais (BAGLIANO, 2013; BERNARDES JÚNIOR et al., 2020). Nessa região, as paisagens apresentam-se, em sua maioria, como mosaicos de agroecossistemas e áreas de vegetação nativa em vários estágios de conservação, formatos e tamanhos. A conservação da biodiversidade em uma área vasta do Brasil é dependente das interações que ocorre entre as áreas de mata nativa fragmentada e a matriz circundante a estas, a qual irá permitir ou não a persistência das espécies em longo prazo nestes ambientes (COUTO et al., 2010 a). A fragmentação de habitats promove significativas alterações abióticas nos ecossistemas florestais (GEHLHAUSEN et al., 2000). Por exemplo, Lima-Ribeiro (2008) relataram significativa variação de temperatura entre borda e interior de fragmentos florestais. Além disso, os fragmentos são mais susceptíveis às turbulências provocadas pelos ventos, que adicionado às elevadas temperatura, acelera as taxas de perda de água por evaporação (DIDHAM e LAWTON, 1999) e reduz a umidade relativa (BRUNA e KRESS, 2002). A redução e a fragmentação do habitat têm alterado a diversidade em escalas local, regional e global (CRIST, 2009), e um aumento do isolamento entre populações, junto com as mudanças ambientais, afetando deste modo, muitos processos ecológicos das populações e comunidades (BERNARDES JUNIOR et al., 2020).

É evidente e bem retratado em literatura, o efeito da matriz de entorno das áreas nativas fragmentadas sobre a biodiversidade (ANTONGIOVANNI e METZGER, 2005; BERNARDES JUNIOR et al., 2020). Dependendo de sua estrutura e composição, essa matriz pode oferecer recursos alimentares. Algumas espécies animais são capazes de explorar uma matriz, ou pelo menos tolerar sua efeitos e, suas populações podem permanecer estáveis ou até mesmo aumentar em abundância durante um processo de fragmentação (JOKIMÄKI e HUHTA, 1996). Espécies que são os mais vulneráveis à fragmentação de habitat são aqueles que não toleram mudanças na estrutura de seu habitat e que raramente usam a matriz. Esse tema é muito explorado em aves (ANTONGIOVANNI e METZGER, 2005). Por exemplo, aves que habitam fragmentos de floresta que são incapazes de explorar a matriz estão sujeitas a declínio populacional ou até mesmo extinção (BERECZKI et al., 2015).

Segundo Holanda et al. (2010), conhecer os processos que decorrem da fragmentação de habitats, como a criação de bordas, é fundamental para a elaboração de estratégias de recuperação de fragmentos florestais, as quais forneceriam subsídios para o desenho de reservas e medidas preventivas que evitem a extinção de espécies. Segundo esses autores, a formação de bordas expõe as espécies adaptadas a determinados fatores abióticos, anteriormente do interior da floresta, a fatores adversos, como: altos índices de temperatura, luminosidade, velocidade dos ventos e baixa umidade relativa do ar. Por conseguinte, irá haver aumento da evapotranspiração, que influenciará o tombamento de plantas de porte maior. A existência de temperaturas do ar e do solo mais elevadas e conseqüentemente menor umidade relativa na borda que no interior dos fragmentos também evidenciam a influência desses efeitos de borda (LIMA-RIBEIRO, 2008). Esse mesmo autor relatou que os interiores dos fragmentos maiores são mais semelhantes entre si quanto à estrutura da vegetação, enquanto as bordas dos fragmentos menores é que se assemelham mais. O decréscimo na densidade de plantas em direção aos fragmentos de maior tamanho corrobora com essa hipótese, indicando que quanto menor o fragmento, maior é a influência dos parâmetros microclimáticos no interior em decorrência da maior proximidade com a borda, favorecendo a instalação e colonização de espécies de plantas pioneiras.

Pesquisas mais recentes propõem que a dinâmica de ecossistemas pode ser mais facilmente entendida através do agrupamento de espécies distintas em grupos ou tipos funcionais (DÍAZ et al., 2003). Também designado traços funcionais, são quaisquer características que influenciem na aptidão de organismos em se desenvolver sob determinada condição ambiental (MOUILLOT et al., 2013). Até mesmo em escala local, espécies arbóreas podem apresentem uma elevada amplitude de suas características funcionais, refletindo um amplo espectro de estratégias ecológicas (MISSIO et al., 2017; SCHLICKMANN et al., 2019).

Em nosso estudo, iremos correlacionar algumas características do componente arbóreo presentes em borda e interior dos fragmentos (efeito de borda) com a mirmecofauna epigeica earborícola.

Conhecer ferramentas de diagnóstico rápido para detecção de grau de antropização nessa fitofisionomia deve ser uma busca constante, principalmente para proposição de medidas de conservação. Bioindicadores podem auxiliam o diagnóstico de forma rápida e na maioria das vezes preciso sobre as condições do ambiente. Nos últimos anos, pesquisas vêm sendo realizadas utilizando esses bioindicadores ambientais, obtendo-se resultados positivos (OLIVEIRA et al., 2014; BERNARDES JÚNIOR et al., 2020).

Insetos são bons bioindicadores de distúrbio antrópico terrestre (OLIVEIRA et al., 2014). Vários estudos têm demonstrado que dentro de uma variedade de *taxa* de insetos, as formigas podem potencialmente ser utilizadas como bioindicadores de qualidade ambiental (SILVESTRE, 2000; COUTO et al., 2010b; RIBAS et al., 2012; CREPALDI et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2014, TIBCHERANI *et al.*, 2018; RODRIGUES et al., 2019; BERNARDES JÚNIOR et al., 2020). Isso, porque as formigas apresentam alta abundância e riqueza de espécies, possuem táxons especializados, apresentam distribuição geográfica ampla, são facilmente amostradas e, com relativa facilidade, são separadas em nível de morfoespécies e, também, por serem sensíveis às mudanças das condições ambientais (SILVA e BRANDÃO, 1999).

## **2. OBJETIVOS**

Caracterizar a estrutura da comunidade de formigas epigeicas e arborícolas presentes em fragmentos de mata seca de cerrado goiano margeada por culturas agrícolas e, associar essa comunidade de formigas com variáveis estruturais do fragmento, em estações climáticas seca e chuvosa, visando seu uso como bioindicadores de qualidade ambiental.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### A área experimental

Neste estudo foram selecionados e investigados cinco fragmentos com de Cerrado (mata seca), fragmentos esses, componentes de reserva legal privadas, localizadas nas zonas rurais dos Municípios Goianos de Ipameri, Goiandira e Campo Alegre de Goiás. Propositamente, apresentavam distâncias entre si suficientes para garantir a independência das amostras. Em todos os fragmentos escolhidos, as matrizes de entorno eram ocupadas simultaneamente com as mesmas culturas (soja em safra e milho em safrinha). O tamanho dos fragmentos e suas respectivas localizações são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Coordenadas geográficas e áreas dos fragmentos de cerrado - Mata Seca, examinados no estudo (Região Sudeste do Estado de Goiás, 2022).

<b>Fragmento</b>	<b>Local</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
1	Goiandira	18°10'15,97"S	48° 7'0,64"O	1.022,08
2	Campo Alegre de Goiás	17°45'47,74"S	48° 2'42,32"O	1.713,04
3	Ipameri	17°39'50,88"S	48° 4'20,57"O	1.018,66
4	Ipameri	17°43'11,08"S	48° 8'9,50"O	1.415,33
5	Ipameri	17°43'46,47"S	48°12'36,89"O	1.322,92

Os fragmentos de Cerrado investigados estão localizados na região sudeste de Goiás. O clima dessa região, segundo Alvares et al. (2014), trata-se de uma savana tropical AW (conforme sistema de classificação de Köppen), com precipitação anual entre 1600 e 1900 mm, temperatura média anual de aproximadamente 23° C, com duas estações bem definidas, uma seca de abril a setembro e, a outra, chuvosa entre outubro e março.

O plantio de culturas das matrizes de entorno de todos os fragmentos de Cerrado foi feito em forma de plantio direto, com safra implantada entre a segunda quinzena de outubro a primeira quinzena de novembro e, colheita de safras entre segunda quinzena de fevereiro até segunda quinzena de março. A safrinha (milho) foi semeada entre última semana de fevereiro até a primeira quinzena de abril de 2021. A colheita de milho só foi efetuada depois da nossa última coleta de formicídios.

#### A amostragem do componente arbóreo dos fragmentos

Correlacionando características estruturais da comunidade de plantas arbóreas com a

comunidade de formigas epigeicas e arborícolas locais, foi realizado o levantamento de plantas arbóreas dos fragmentos florestais. Devido a relativa uniformidade da composição arbórea dos fragmentos de Cerrado estudados (informação pessoal do Prof. Vagner Santiago do Vale, professor da Universidade Estadual de Goiás) e a necessidade de rápida operacionalização do estudo, foi realizado o levantamento das características do componente arbóreo local, somente dos três fragmentos florestais da região de Ipameri.

Nesses fragmentos foram demarcados três transectos contendo 10 parcelas de 10 x 10 m, alocados a partir da borda sentido interior da floresta. (conforme esquema da Figura 1). Portanto, para cada estação climática foram avaliadas 30 parcelas de 10 x 10 m. A identificação das espécies florestais foi feita com auxílio de chaves taxonômica *Angiosperm Phylogeny Group III* (APG, III). Nessas parcelas eram quantificados o número de espécies arbóreas e área basal das mesmas. Ao centro de cada uma dessas parcelas era colocada a armadilha de captura de formigas epigeicas e de solo, conforme esquema descrito na figura 1.

**Figura 1.** Ilustração de um fragmento florestal com a disposição dos três transectos, lançados no sentido borda interior. Em detalhe, a unidade amostral de 10 x 10 m, onde foi realizado o levantamento das espécies arbóreas e, ao centro da mesma, onde foram capturadas com armadilhas iscadas, as formigas arborícolas e epigeicas.



### A amostragem de formicídeos

Ao centro das parcelas descritas anteriormente, ao longo do transecto (sentido borda interior do fragmento), distante entre si por 10 m, foram colocadas uma armadilha de solo e uma outra armadilha na planta de porte arbóreo mais próximo dessa armadilha de solo. Portanto, trinta armadilhas por fragmento, em cada estação do ano investigada.

A armadilha de solo foi constituída de um copo de plástico de 200 mL, preso na superfície do solo com grampo de metal (evitando possível arraste pelo vento), na posição horizontal, contendo em seu fundo, o atrativo alimentar óleo de sardinha, mel e farelos de biscoito. Para a captura dos formicídeos diretamente das árvores, era fixada a armadilha com mesmo atrativo, no tronco das árvores, a uma altura de 1,30 m da superfície do solo. Essas armadilhas operaram por um período de duas horas consecutivas, no período da manhã (entre 8:00h e 10:00 h). Passado esse tempo, as armadilhas recolhidas do campo e levadas ao laboratório de entomologia, onde eram triadas e identificadas. Essa metodologia de coleta e triagem foi a mesma adotada por Bernardes Júnior et al. (2020). A identificação das formigas (morfoespécie) foi feita com uso de chave taxonômica proposta por Fernández (2003) e, por comparação com espécimes de coleção, do Laboratório de Entomologia da UEG, UnU Ipameri. A classificação da comunidade de formigas em grupos funcionais foi baseada nos trabalhos de Silvestre et al. (2003) e Bernardes Júnior et al. (2020).

As coletas de formicídeos no período chuvoso foram realizadas entre os dias 01 e 05 de fevereiro de 2021, quando a matriz de entono do fragmento era cultivada com soja. As coletas de formicídeos em período seco foram realizadas quando as matrizes dos fragmentos ainda eram ocupadas com o milho safrinha, no estágio R5 e R6 (grão farináceo e grão farináceo duro), entre os dias 8 e 13 de julho de 2021.

### **As análises estatísticas**

Foram realizadas estimativas de riqueza de espécies de formigas (considerando a morfoespécie individualmente e da guilda alimentar da qual a morfoespécie é representante), utilizando o estimador Jackknife 1. Essa estimativa de riqueza foi feita para todos os fragmentos de Cerrado investigado, para todos os pontos de captura de formigas ao longo do transecto (objetivando avaliar o eventual efeito de borda), para os dois estratos investigados (solo e árvore) e, para as estações climáticas chuvosa e seca. Considerou-se diferenças significativas, a não coincidência de médias estimadas de riqueza e intervalo de confiança (95% de confiança) de tratamentos em comparação.

Os dados também foram sumarizados utilizando a técnica de ordenação de escalonamentomultidimensional não métrico - NMDS (GOTELLI e HELLISON, 2011), no intuito de ordenar as amostras dos dois estratos e das cinco áreas com base na similaridade em termos de composição e incidência de espécies nas amostras. Para testar se houve diferença significativa na composição de espécies entre os estratos e entre as áreas foi aplicada a análise de similaridade fatorial - ANOSIM (CLARKE, 1993). Além disto, foi utilizada a análise de

agrupamento, pelo método UPGMA, para agrupar os pontos de amostragem com base na dissimilaridade de espécies entre eles. As análises NMDS e de cluster/agrupamento foram realizadas a partir de uma matriz de dissimilaridade de Jaccard construídas com os dados experimentais.

No intuito de avaliar possíveis mudanças na composição de espécies de formigas em função das distâncias dos pontos em relação a borda dos fragmentos foi utilizada a análise de regressão linear simples. Para esta análise, foi utilizada a distância entre cada ponto (armadilha) e a borda dos fragmentos e a similaridade de Jaccard entre o ponto P10 (mais distante da borda) e os demais pontos. O índice de Jaccard evidencia a proporção das espécies que ocorrem nos pontos amostrados assimilando frequência e ausência das espécies entre os pontos.

Para avaliar a influência das variáveis da vegetação (riqueza de espécies de árvores, densidade de árvores e área basal das árvores) e distância da borda na riqueza de espécies de formigas, os dados foram submetidos a Análise de Componentes Principais (PCA), por correlação. O critério do *Broken Stick* foi utilizado para selecionar os eixos.

A averiguação das espécies que apresentam fidelidade ou especificidade com determinado estrato foi feita por meio do *IndVal* da espécie (Valor Indicador Individual), conforme Dufrene e Legendre (1997), medida através da sua percentagem de ocorrência, conforme McGeoch et al. (2011).

As análises estatísticas dos dados foram conduzidas no *software* R versão 4.1.0 (R CORE TEAM, 2021), utilizando os pacotes *vegan* (OKSANEN et al., 2020).

É importante salientar que em nosso estudo apenas a frequência de captura das morfoespécies em cada armadilha foi considerada. Isso, de acordo com Bernardes Júnior et al. (2020), evitaria a superestimação de espécies que têm alta capacidade de recrutamento.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A perda de habitat está entre os mais importantes impulsionadores do declínio da biodiversidade em todo o mundo (NAZARRETA et al., 2020) e, segundo Gibson et al (2011), não há substituto para florestas primárias. Portanto, compreender a dinâmica de populações de plantas e animais de fragmentos florestais naturais é de fundamental importância. Nesse cenário, as formigas que apresentam grande variedade de estratégias alimentares e que são diversas e abundantes em ecossistemas tropicais, desempenham processos ecológicos chaves (HÖLLDOBLER E WILSON, 1990) e, devido a isso, podem ser usadas como indicadores biológicos (BERNARDES JÚNIOR et al., 2020).

Ao todo, foram identificadas 52 morfoespécies de formigas nos cinco fragmentos de Cerrado, essas, distribuídas em 6 subfamílias e 19 gêneros. A subfamília que apresentou o maior número de espécies foi Myrmicinae, com 24 morfoespécies, seguida de Formicinae, com 14. As demais subfamílias, com três ou quatro morfoespécies, conforme apresentado na tabela 2.

Essa prevalência de Myrmicinae tem sido largamente retratada. Segundo Fowler et al. (1991), esse grupo apresenta características de fácil adaptação em variados nichos ecológicos, inclusive, reagindo positivamente em ambientes com diferentes fatores limitantes de alimento e reprodução. Ainda, nesse grupo, o gênero mais frequentemente capturado foi *Pheidole*, com 12 morfoespécies. Juntamente com o gênero *Pheidole*, o gênero mais encontrado em nosso estudo foi o *Camponotus* (Formicinae), com 11 morfoespécies.

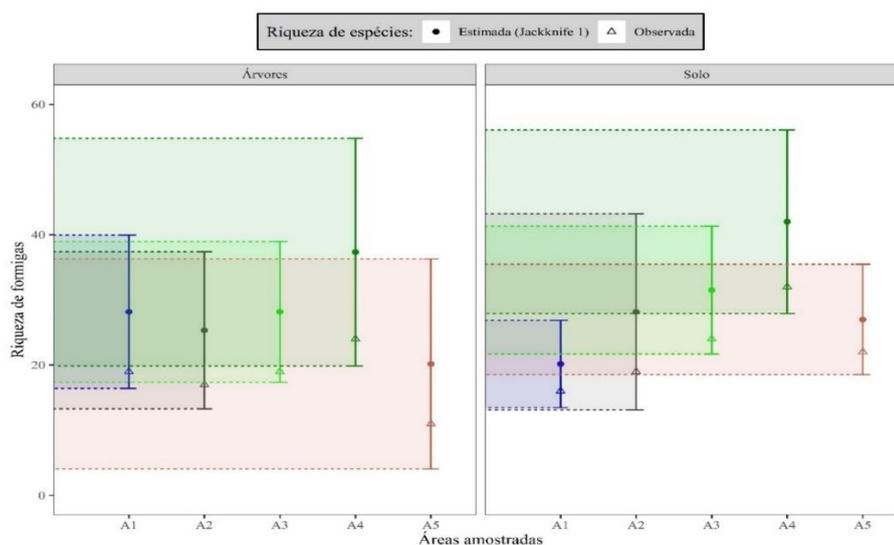
O fenômeno da hiperdiversidade dos dois gêneros mencionados foi mencionado por Wilson (2003). Essas maiores riquezas desses gêneros para a região do nosso estudo já foram relatadas em Rodrigues et al. (2019) e Bernardes Júnior et al. (2020).

Em nosso estudo não foi verificada diferença significativa nas riquezas observada e estimada de formigas totais entre os estratos arbóreos e solo (Jackknife 1,  $p < 0,05$ ) (Figura 2). Geralmente, é relatado maior riqueza de formicídeos em serapilheira no solo quando comparado com formigas coletadas diretamente em árvores (RODRIGUES et al., 2019). Na figura 3 é apresentada a riqueza de formicídeos nos dois estratos, para os fragmentos individuais. A grande amplitude de variação apresentada pelo intervalo de confiança possivelmente contribuiu para a não diferença significativa entre a maioria dos fragmentos, nos dois estratos estudados. Nossos dados experimentais destacam que em termos absolutos, a riqueza estimada de formicídeos arborícolas e de solo foi maior no fragmento 4.

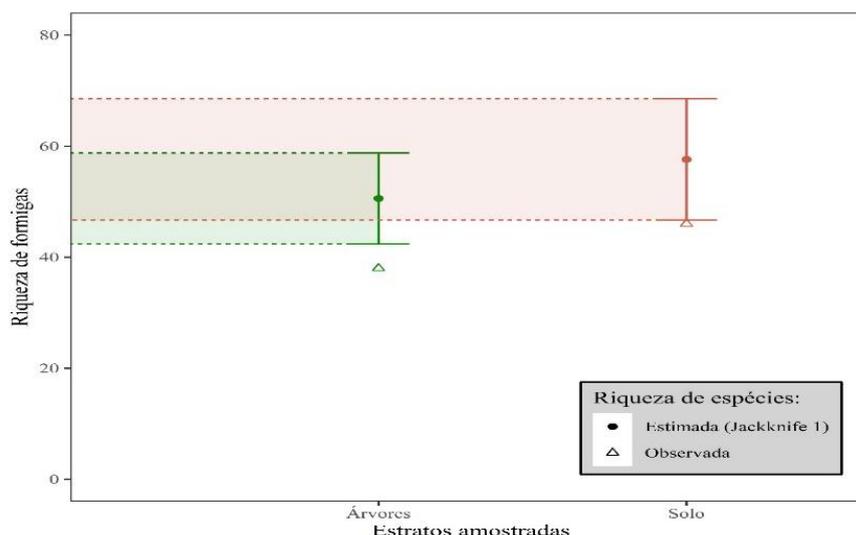
**Tabela 2.** Formicídeos coletados nos fragmentos de Mata Seca, localizados nos municípios de Goiandira, Campo Alegre de Goiás, Ipameri, Goiás, região Sudeste de Goiás, 2021.

Fragmento	Local	Latitude	Longitude	Área (m <sup>2</sup> )
1	Goiandira	18°10'15.97"S	48° 7'0.64"O	1.022,08
2	Campo Alegre de Goiás	17°45'47.74"S	48° 2'42.32"O	1.713,04
3	Ipameri	17°39'50.88"S	48° 4'20.57"O	1.018,66
4	Ipameri	17°43'11.08"S	48° 8'9.50"O	1.415,33
5	Ipameri	17°43'46.47"S	48°12'36.89"O	1.322,92

\*CF: cultivadoras de fungo; DS: dominantes de solo; O: onívoras; DA: dominantes de árvores; PG: predadoras generalistas. Guildas adotados representa modificações de Silvestre et al. (2003) e de Bernardes Júnior et al. (2020).



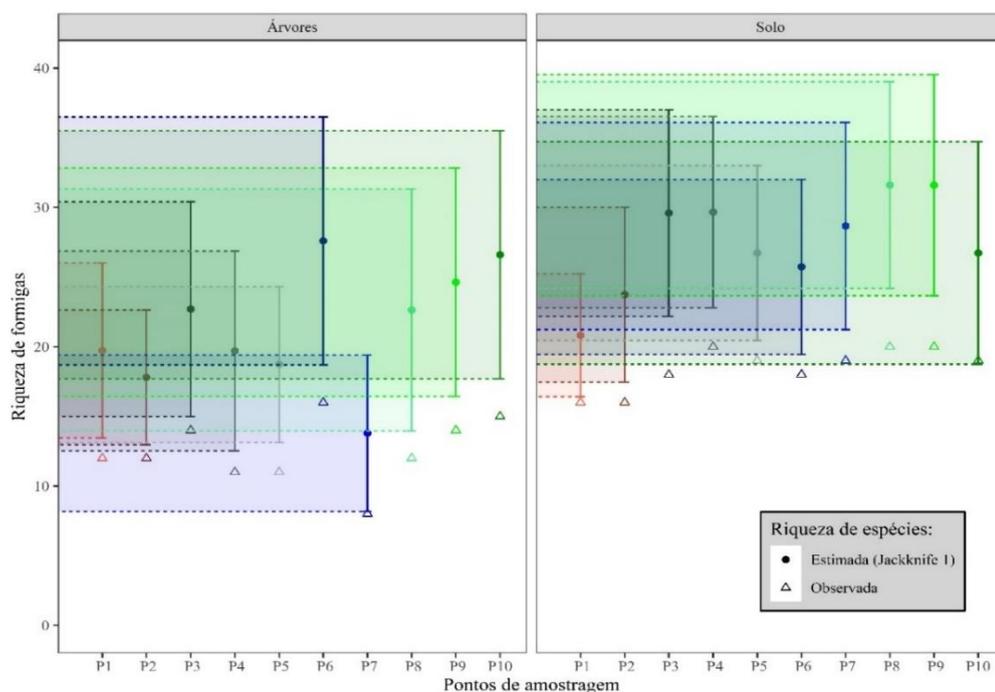
**Figura 2.** Riqueza de morfoespécies de formicídeos coletadas em árvore e em solo em cada um dos fragmentos florestais investigados. (A1) em Goiandira, (A2) em Campo Alegre de Goiás e (A3, A4 e A5) em Ipameri. Estimador utilizado foi o Jackknife 1.



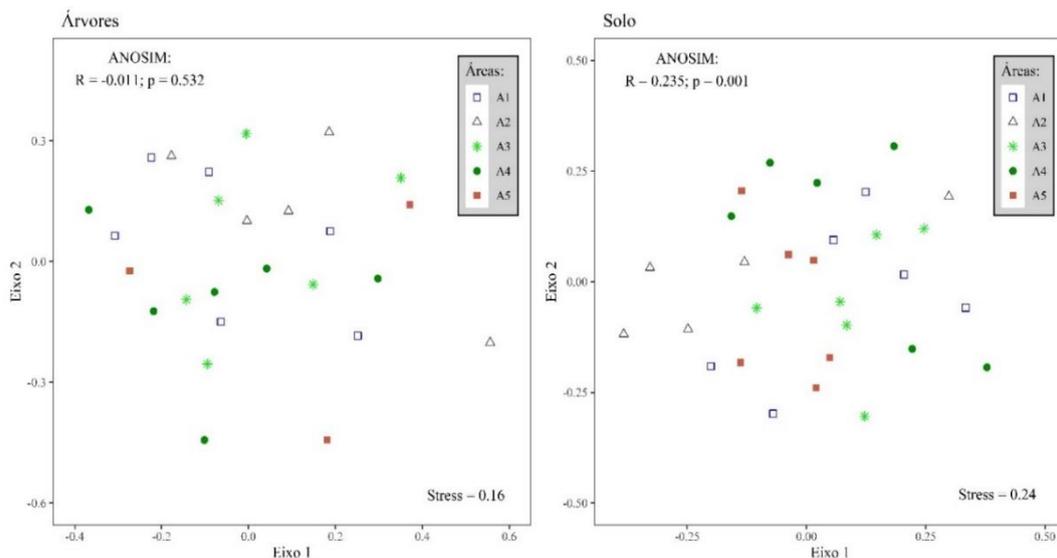
**Figura 3.** Riqueza de morfoespécies de formicídeos coletados em árvore e em solo. Estimador utilizado foi o Jackknife 1. As barras da figura representam o intervalo de confiança adotados pelo estimador, a 95% de confiança. Os fragmentos de cerrado avaliados (5) eram localizados nos municípios do sudeste goiano (Goiandira, Campo Alegre de Goiás e Ipameri). Período avaliado, fevereiro e julho de 2021.

Embora não ilustrada neste trabalho, em imagens de satélite desse fragmento 4, é visível sua forma bastante heterogênea (grande área de bordas com vegetação arbórea menos adensadas e região interna relativamente menor e mais adensada), diferente do demais, que apresentava todo o fragmento florestal coberto com vegetação arbórea mais adensada e uniforme. Esse fato, sugere maior heterogeneidade ambiental e, conseqüentemente, deve ter proporcionado maior riqueza de formigas. De acordo com Oliveira et al., (1995) e Dias et al. (2008), ambientes heterogêneos estão associados à maiores riquezas de espécies.

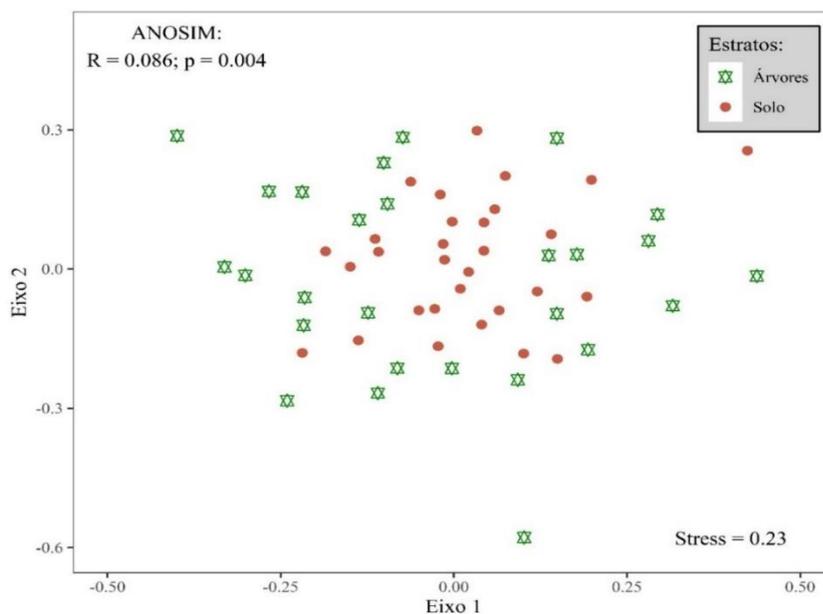
Não se verificou de maneira significativa uma tendência de aumento de riqueza de espécies de formigas arborícolas ou de solo no sentido borda/interior do fragmento florestal (Figura 4). Nossos dados, corroboram dados de Bernardes Júnior et al. (2020) que não relatam maiores riquezas de formigas epigeicas em regiões mais ao interior dos fragmentos florestais quando comparados com a borda. Também, conforme esses autores, verificamos que a composição da comunidade de formigas foi diferente, tanto no estrato arbóreo (ANOSIM:  $R = 0,011$ ;  $p = 0,50$ ) como no solo (ANOSIM;  $R=0,235$ ;  $p = 0,001$ ) (Figura 5). Entretanto, não se verifica nítida separação de grupos de formigas. Tal observação é a mesma quando se compara composição de formigas coletadas em árvore e em solo, no conjunto dos fragmentos (ANOSIM:  $R = 0,086$ ;  $p = 0,004$ ) (Figura 6).



**Figura 4.** Riqueza de morfoespécies de formicídeos capturados em árvore e em solo nos cinco fragmentos de cerrado da região sudeste de Goiás, investigado. P1 a P10 representam os pontos de coleta dos formicídeos no transecto, no sentido borda/interior do fragmento florestal, estando as armadilhas separadas umas das outras por 10,0 m. A armadilha P1 (em solo e em árvore) foi colocada a uma distância de 5,0 m da borda e, conseqüentemente, a armadilha 10 estava a 95,0 m da mesma. O estimador utilizado foi o Jackknife 1.



**Figura 5.** Resumo da análise ANOSIM, representando a composição da comunidade de formigas capturadas em árvores e em árvores, para os cinco fragmentos de cerrado: (A1) em Goiandira, (A2) em Campo Alegre de Goiás e (A3, A4 e A5) em Ipameri.

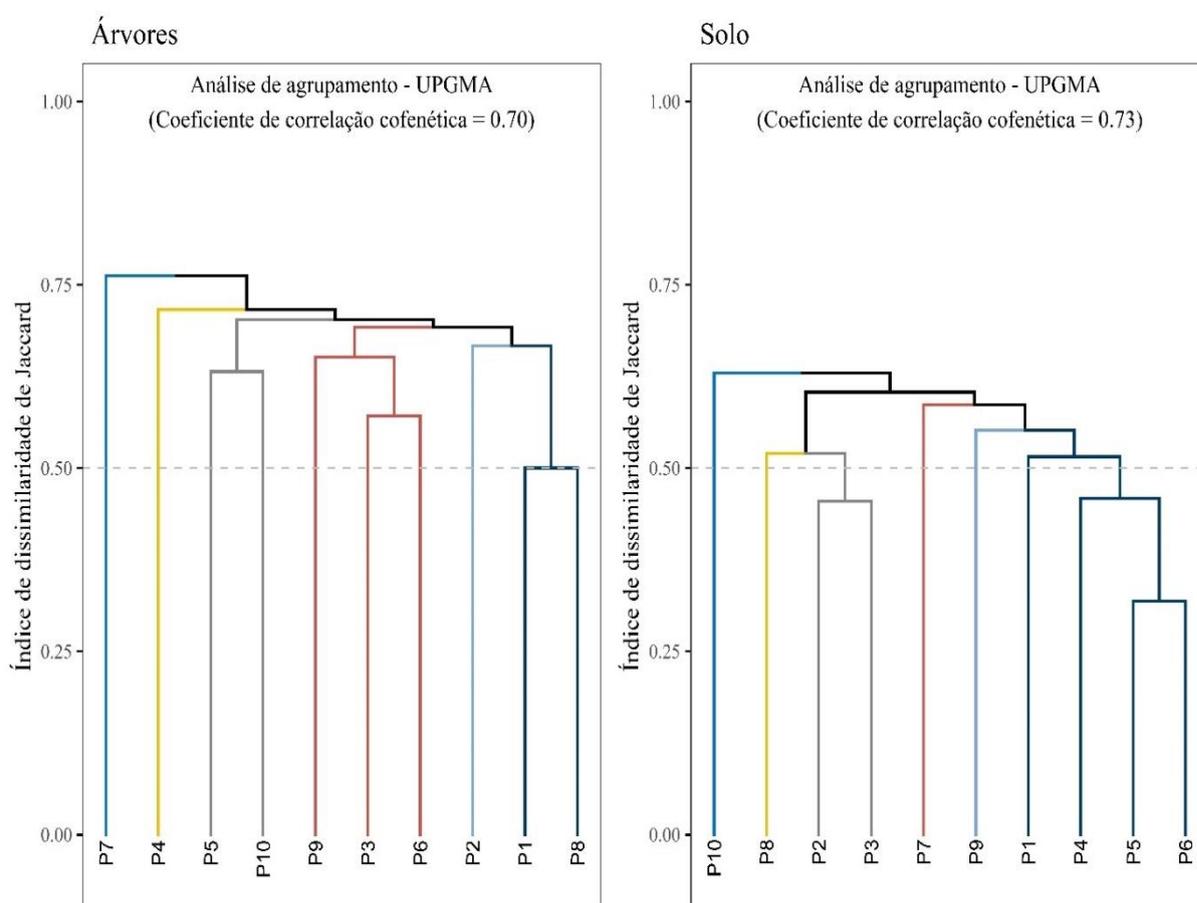


**Figura 6.** Resumo de análise ANOSIM, representando a composição da comunidade de formigas capturadas em árvores e em solo conjuntos dos fragmentos de cerrado estudados em municípios do sudeste goiano.

Na figura 7 é apresentado os resultados de análise UPGMA, que apresenta os grupamentos da composição da comunidade de formicídeos formados a partir do Índice de Dissimilaridade de Jaccard para cada ponto de coleta, ou seja, investigar o efeito borda/interior do fragmento florestal. No estrato arbóreo, não é verificado similaridade na composição da comunidade de formigas, por exemplos, ponto mais a borda do fragmento (P1) apresentando similaridade ao P8, região mais interior do fragmento e, ponto intermediário (P4), similar ao ponto mais interior do fragmento (P10). No estrato solo, a composição da comunidade de formigas na região mais interior ao fragmento (P10) se mostra diferente dos demais, entretanto

pontos também mais ao centro do fragmento, como P9 apresentam maior similaridade, por exemplo, com a comunidade de formicídeos da borda (P1).

Embora não ilustrada neste trabalho, em imagens de satélite desse fragmento 4, é visível sua forma bastante heterogênea (grande área de bordas com vegetação arbórea menos adensadas e região interna relativamente menor e mais adensada), diferente do demais, que apresentava todo o fragmento florestal coberto com vegetação arbórea mais adensada e uniforme. Esse fato, sugere maior heterogeneidade ambiental e, conseqüentemente, deve ter proporcionou maior riqueza de formigas. De acordo com Oliveira et al., (1995) e Dias et al. (2008), ambientes heterogêneos estão associados à maiores riquezas de espécies.

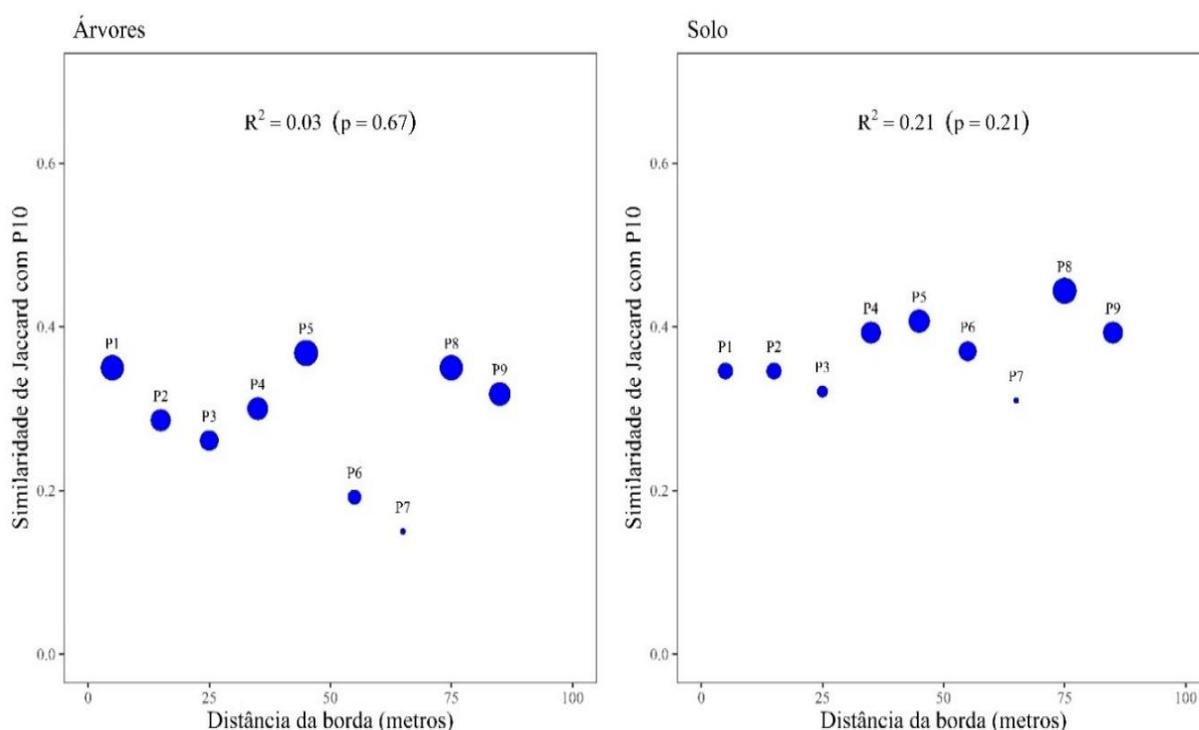


**Figura 7.** Dendrograma do agrupamento hierárquico, baseado no Índice de Dissimilaridade de Jaccard para a comunidade de formicídeos capturados nos estratos arbóreos e solo. P1 a P10 representam os pontos de coleta dos formicídeos no transecto, no sentido borda/interior do fragmento florestal, estando as armadilhas separadas umas das outras por 10,0 m. A armadilha P1 (em solo e em árvore) foi colocada a uma distância de 5,0 m da borda e, conseqüentemente, a armadilha 10 estava a 95,0 m da mesma.

Não se verificou de maneira significativa uma tendência de aumento de riqueza de espécies de formigas arborícolas ou de solo no sentido borda/interior do fragmento florestal (Figura 4). Nossos dados, corroboram dados de Bernardes Júnior et al. (2020) que não relatam maiores riquezas de formigas epigeicas em regiões mais ao interior dos fragmentos florestais

quando comparados com a borda. Também, conforme esses autores, verificamos que a composição da comunidade de formigas foi diferente, tanto no estrato arbóreo (ANOSIM:  $R = 0,011$ ;  $p = 0,50$ ) como no solo (ANOSIM;  $R=0,235$ ;  $p = 0,001$ ) (Figura 5). Entretanto, não se verifica nítida separação de grupos de formigas. Tal observação é a mesma quando se compara composição de formigas coletadas em árvore e em solo, no conjunto dos fragmentos (ANOSIM:  $R = 0,086$ ;  $p = 0,004$ ) (Figura 6).

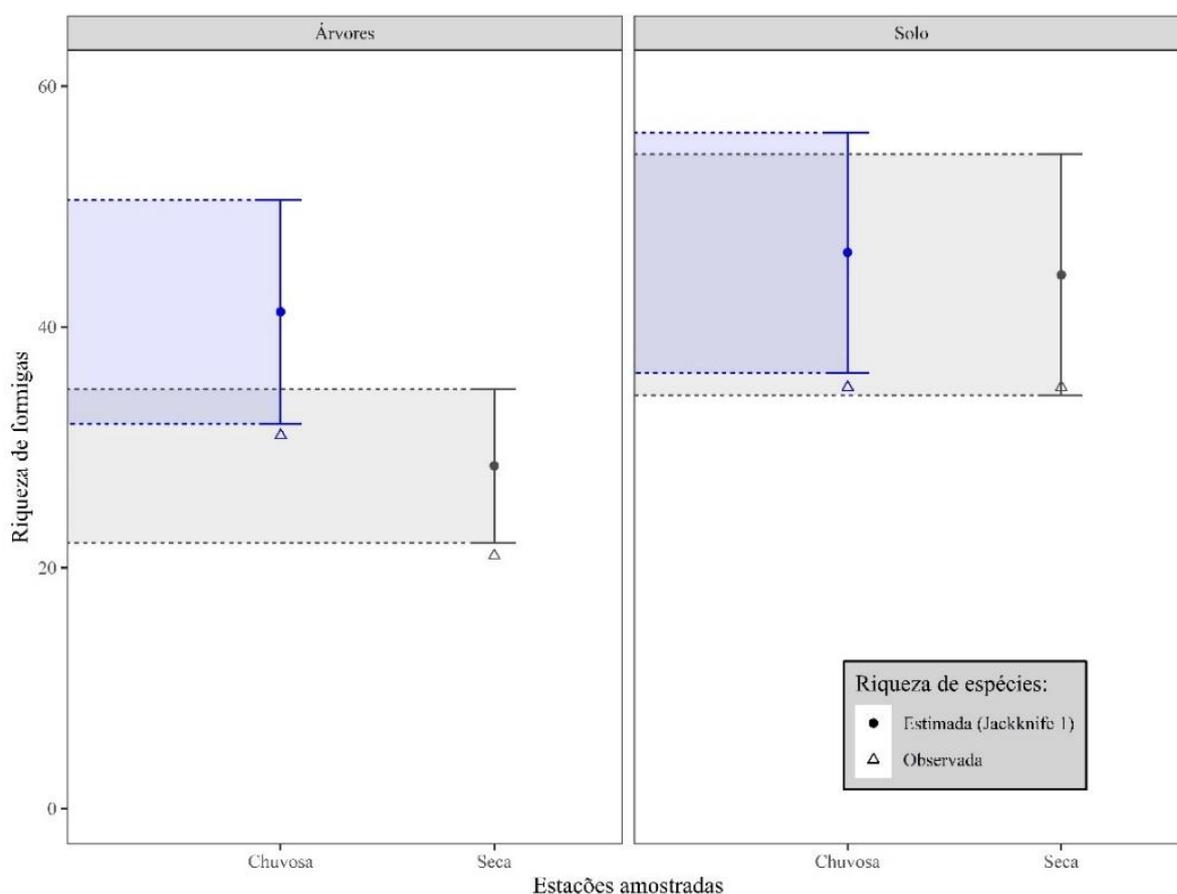
Nosso estudo não mostrou aumento linear significativo de dissimilaridade na comunidade de formicídeos dos estratos árvore e solo, no sentido borda / interior do fragmento (estrato árvore:  $R^2 = 0,03$ ;  $p = 0,67$  e, estrato solo:  $R^2 = 0,21$ ;  $p = 0,21$ ) (Índice de Similaridade de Jaccard, a  $p < 0,05$ ) (Figura 8). Os fragmentos florestais utilizados em nosso estudo eram pequenos e de tamanhos relativamente próximos (ver tabela 1), sendo as armadilhas colocadas até a distância de 95,0 m da sua borda. Possivelmente, essa característica do fragmento tenha influenciado no resultado encontrado.



**Figura 8.** Similaridade da comunidade de formicídeos e sua relação com distância de borda. P1 a P10 representam os pontos de coleta dos formicídeos no transecto, no sentido borda/interior do fragmento florestal, estando as armadilhas separadas umas das outras por 10,0 m. A armadilha P1 (em solo e em árvore) foi colocada a uma distância de 5,0 m da borda e, conseqüentemente, a armadilha 10 estava a 95,0 m da mesma. A comparação de similaridade foi sempre aos pares, o ponto mais ao interior do fragmento com os demais. O índice de similaridade usado foi o de Jaccard, a  $p < 0,05$ .

Na estação chuvosa, comparada com a seca, verificou-se maior riqueza de formicídeos totais coletadas em árvores. Entretanto, essa diferença de riqueza de formicídeos coletados em solo não difere significativamente para a estação seca e chuvosa (Jackknife 1, a  $p < 0,05$ ) (Figura 9). Em se considerando os dois estratos (árvore e solo), a riqueza de formiga foi

significativamente menor para o estrato arbóreo no período seco. Importante destacar que a vegetação em estudo se trata de floresta seca, portanto, no período seco, maioria delas apresentavam significativa perda de folhas, o que certamente reduz recurso alimentar explorado. Araújo et al. (2004) e Costa et al. (2018) relataram a significativa influencia das variáveis climáticas sobre o padrão de forrageamento das formigas, que visitaram as iscas atrativas de captura.

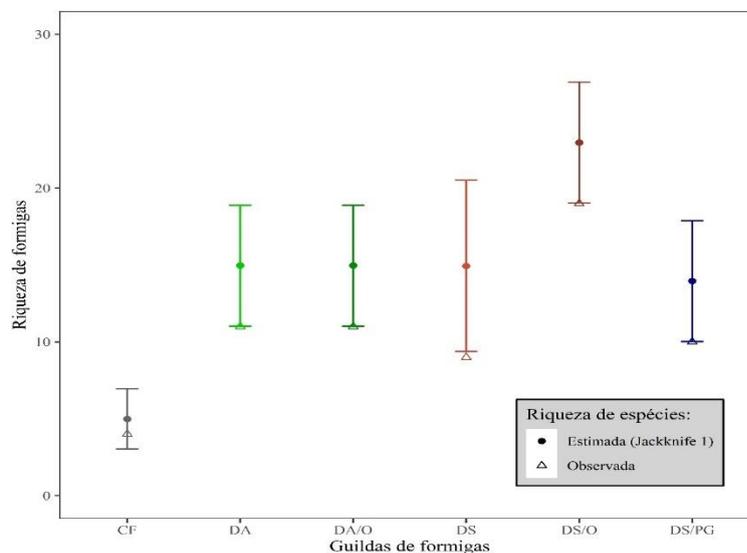


**Figura 9.** Riqueza de morfoespécies de formicídeos capturados em árvore e em solo nos cinco fragmentos de cerrado da região sudeste de Goiás, nas estações seca e chuvosa. O estimador utilizado foi o Jackknife 1. As barras na figura representam o intervalo de confiança adotado pelo estimador usado, a  $p < 0,05$ .

O termo guilda, segundo Terborgh e Robinson (1986) se refere a grupo de espécies que provém sua subsistência pelos mesmos tipos de recurso e que utilizam as mesmas estratégias ocupacionais. Modelos de guilda, como em parte apresentada em nosso estudo já foram sugeridas, por exemplo, como uma forma diferente de representar a estrutura das comunidades de formigas locais em ambientes de cerrado (SILVESTRE, 2000) e de mata atlântica brasileiros (SILVESTRE, 2000). Nosso estudo apresentou a riqueza de formicídeos (gêneros) em suas prováveis guildas, segundo sugestões de Andersen et al. (1995), Delabie et al. (2000), Silvestre et al. (2003) e Bernardes Júnior et al. (2020).

A guilda dominante, que se destacou de forma significativa das demais foi a denominada dominante de solo / onívora (DS/O) e, a menos frequentemente capturada foi a guilda

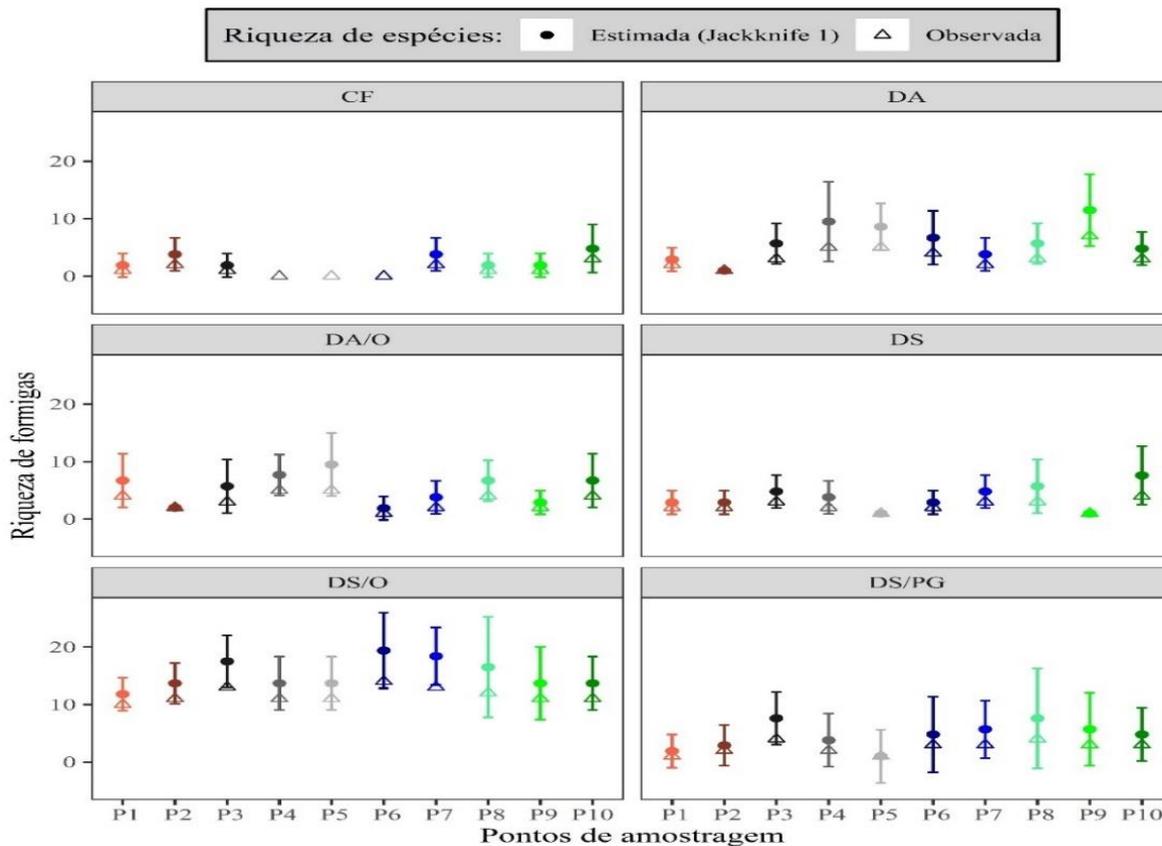
cultivadoras de fungo (CF) (Jackknife 1, a  $p < 0,05$ ) (Figuras 10 e 11).



**Figura 10.** Riqueza de formicídeos para o conjunto dos cinco fragmentos de cerrado investigados na região sudeste de Goiás. As guildas avaliadas foram as seguintes: CF = cultivadoras de fungo, DA = dominantes em árvores, DA/O = dominantes em árvore e onívoras DS = dominante de Solo DS/O = dominante em solo e onívoras DS/PG = dominante em solo e predadoras generalistas. As barras na figura representam o intervalo de confiança adotadas pelo Estimador Jackknife a 95% de confiança.

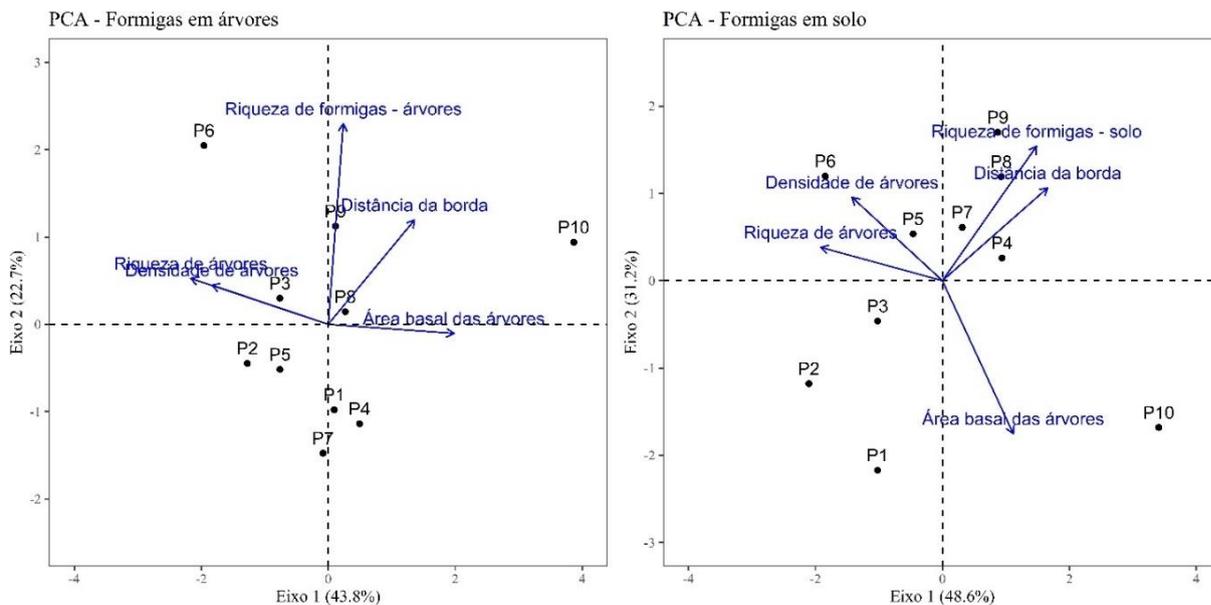
Segundo Delabie e Fowler (1995), 50% da mirmecofauna está associada com a serapilheira presente na superfície do solo em florestas tropicais. Portanto, devido a isso, neste estrato, geralmente se encontra maiores riquezas de formigas. Corroborando com nossos dados, em cerrado goiano, Rodrigues et al. (2019) também verificaram maior riqueza de formigas em solo do que em árvores, mesmo considerando árvores de grande porte. Importante destacar que na guilda DS/O estão incluídas as espécies de *Pheidole*, que foram aquelas representadas pelo maior número de morfoespécies e, as mais frequentemente capturadas nas armadilhas, tanto no estrato arbóreo como em solo. Também, destacar que a guilda CF possa ter tido captura de forma acidental pelas armadilhas iscadas, uma vez que os dois gêneros, *Atta* e *Acromyrmex* são cultivadoras de fungo, portanto, o método de amostragem adotado não ser o adequado, uma vez que exploram folhas frescas de plantas para essa finalidade (ARAÚJO et al., 2004).

Apesar da observação anterior sobre a guilda CF, destacamos a relativa eficiência do nosso rápido método de captura. Os valores referentes a número total de espécies capturados são relativamente próximos ao verificado por Rodrigues et al. (2019) e Bernardes Júnior et al. (2020), que em regiões de cerrado, próxima ao nosso estudo, com armadilhas tipo *Pitfall*, ou iscadas com mesmo atrativo usado em nosso estudo, capturaram 66 e 60 espécies, respectivamente.



**Figura 11.** Riqueza de formicídeos para o conjunto dos cinco fragmentos de cerrado e por ponto de captura (efeito de borda). P1 a P10 representam os pontos de coleta dos formicídeos no transecto, no sentido borda/interior do fragmento florestal, estando as armadilhas separadas umas das outras por 10,0 m. A armadilha P1 (em solo e em árvore) foi colocada a uma distância de 5,0 m da borda e, conseqüentemente, a armadilha 10 estava a 95,0 m da mesma. As guildas avaliadas foram as seguintes: CF = cultivadoras de fungo, DA = dominantes em árvores, DA/O = dominantes em árvore e onívoras DS = dominante de Solo DS/O = dominante em solo e onívoras DS/PG = dominante em solo e predadoras generalistas. As barras na figura representam o intervalo de confiança adotadas pelo Estimador Jackknife a 95% de confiança.

Na figura 12 é sumarizado por meio de análise de componente principal (PCA) a relação riqueza de formicídeos e variáveis estruturais do fragmento florestal: riqueza de espécies de árvores, densidade e área basal das árvores. Também, é sumarizado e relação distância da borda e riqueza de espécies de formigas. Nossos dados apontam que pontos mais ao interior do fragmento, nos dois estratos investigados (árvore e solo) possuem maiores riquezas de espécies de formigas. Em se considerando que o conjunto de espécies foi de forma significativa representada pelas formigas arborícolas que ocorrem quase que exclusivamente em árvores, como por exemplo, os gêneros *Cephalotes* (Myrmicinae) e *Pachycondyla* (Ponerinae), nossos dados sugerem a importância da preservação ou conservação desses fragmentos para garantir proteção desses grupos e outros animais de comportamento similar.



**Figura 12 :** Análise de componente principal (PCA) estabelecendo a relação entre variáveis estruturantes dos fragmentos florestais de cerrado e riqueza de espécies de formicídeos. P1 a P10 representam os pontos de coleta dos formicídeos no transecto, no sentido borda/interior do fragmento florestal, estando as armadilhas separadas umas das outras por 10,0 m. A armadilha P1 (em solo e em árvore) foi colocada a uma distância de 5,0 m da borda e, conseqüentemente, a armadilha 10 estava a 95, 0 m da mesma.

O uso de espécies indicadoras por meio de *IndVal* se trata de uma importante ferramenta de monitoramento para estudos de conservação (NASCIMENTO et al., 2007). O *IndVal* sugeriu duas espécies indicadoras de qualidade ambiental para o estrato solo, as espécies *Pheidole cf. radoszkowskii* (Mayr, 1884) (*IndVal* = 0,595;  $P = 0,020$ ) e *Crematogaster cf. stollii* (Forel, 1885) (*IndVal* = 0,449;  $P = 0,045$ ).

As duas espécies bioindicadoras selecionadas em nosso estudo pertencem a subfamília Myrmicinae, que é dominante em muitos ecossistemas tropicais (HOLLDOBLER e WILSON, 1990; LONGINO, 2003). Particularmente para essas duas espécies, na própria região de entorno do nosso estudo, já foram registradas as suas presenças com significativa frequência de captura, tanto em árvores como em serapilheira. O gênero *Pheidole* tem hábitos alimentares muito diversificados (FOWLER et al., 1991). Operárias de *P. radoszkowskii*, por exemplo, já foram mencionadas como predadoras de larvas de moscas em carcaças de mamíferos e, também, dessa carcaça, recolhendo alimento para suas colônias (necrófagas) (SALES et al., 2016), portanto, o uso de sardinha como atrativo de iscas certamente contribuiu nos dados de frequência de captura. O gênero *Crematogaster* é descrito como arborícola dominante (SILVESTRE et al., 2003). Segundo Longino et al. (2003), *C. stollii* é dominante de árvore e, geralmente nidificam em troncos de árvores vivas. Nosso estudo indicou as operárias dessa formiga forrageando na planta e na serapilheira. Entretanto, as suas frequências de captura nas árvores não apresentaram padrão de distribuição adequado para sua indicação como bioindicadora ambiental (*IndVal* a  $p < 0,05$ ).

Nenhuma espécie verificada em nosso estudo foi significativamente selecionada para

indicadora ambiental no estrato arbóreo. Portanto, considerando a dinâmica dessa comunidade de formicídeos, somente no estrato solo temos indicativo para uso dessas duas espécies para serem monitoradas em programas que visem algum tipo de conservação ou preservação desses fragmentos florestais.

Importante destacar que variados atributos estruturais do fragmento podem ser relativamente fáceis de serem mensurados, mas eles podem não necessariamente capturar as propriedades dinâmicas de um ecossistema que representa sua atual performance (PALMER e FEBRIA, 2012). Nosso estudo, juntamente com outros em escala local poderá servir de fonte de consulta para pesquisas em escala regional para melhor compreender os impactos antrópicos da fragmentação do cerrado.

## 5. CONCLUSÕES

Foram identificadas 52 morfoespécies de formicídeos nos cinco fragmentos de cerrado estudados. Os gêneros com maior frequência de captura foram *Pheidole* e *Camponotus*.

Não foi verificado diferença significativa de riqueza de formicídeos entre os estratos árvore e solo. No estrato arbóreo, a riqueza de formicídeos foi significativamente maior na estação chuvosa. Em relação às formigas epigeicas, não se verificou diferença significativa na riqueza de formigas entre o período seco e chuvoso.

Análise ANOSIM evidencia diferença significativa na composição da comunidade de formigas nos diferentes fragmentos de cerrado, nos estratos arbóreo e solo. Mesma situação se observa na comunidade total de formigas arborícolas e epigeicas. Entretanto, análise adotada não destaca uma visualização clara de grupos específicos. Também, análise UPGA não evidenciou um padrão de similaridade na composição da comunidade de formigas arborícolas e epigéicas em relação ao ponto de captura (efeito de borda). Essa não relação linear significativa entre similaridade da comunidade de formicídeos e a distância de borda dos fragmentos também foi verificada em nosso estudo.

Análise de PCA evidenciam que pontos mais ao interior do fragmento apresentaram maiores valores de riqueza de espécies de formigas e maiores portes das árvores (que inferimos pela área basal do tronco das árvores).

O *IndVal* sugere duas espécies indicadoras de qualidade ambiental para o estrato solo, as espécies *P. radoszkowskii* e *C. stollii* e, não sugere de forma significativa, nenhuma espécie indicadora para o estrato arbóreo.

Considerando-se formigas mediadoras de diferentes papéis funcionais, mudanças na estrutura das comunidades locais implicarão em mudanças de processos ecossistêmicos gerais, o que torna esses insetos importantes bioindicadoras de qualidade ambiental.

## 6. REFERÊNCIAS

- ALHO, C. J. R. The value of biodiversity. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, p. 1115-1118, 2008.
- ALVARES, C. A. et al. Köpen's. Climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22: p. 711-728, 2014.
- ANDERSEN, A. N. 1995. A classification of australian ant communities based on functional groups which parallel plant life forms in relation to stress and disturbance. **Journal Biogeography**, v.22, p. 15–29, 1995.
- ANDRÉN, H., 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. **Oikos**, v. 71, n. 3, p. 355-366, 1994.
- ANTONGIOVANNI, M.; METZGER J. P. Influence of matrix habitats on the occurrence of insectivorous bird species in Amazonian forest fragments. **Biological Conservation**, v. 122, p. 441-451, 2005.
- ARAÚJO, M. S. et al. Efeito da queima da palhada de cana-de-açúcar sobre comunidade de formicídeos. **Ecología Austral**, v. 14, p. 191-200, 2004.
- BAGLIANO, R. V. Fragmentação florestal retratado como perda da biodiversidade sobre os princípios científicos dos códigos florestais brasileiro. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 3, n. 2, p. 67-79, 2013.
- BERECZKI, K. et al. Effects of forest edge on pest control service provided by birds in fragmented temperate forests. **Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae**, v. 6, n.3, p. 289-304, 2015.
- BERNARDES JÚNIOR, E. J. et al. Dry forest fragmentation in Brazilian Cerrado and its effects on communities of ground foraging ants. **Florida Entomologist**, v.103, n. 2, p.384-391, 2020.
- BRUNA, E. M.; KRESS, J. W. 2002. Habitat fragmentation and the demographic structure of an Amazonian understory herb (*Heliconia acuminata*). **Conservation Biology**, v. 16, p. 1256-1266, 2002.
- CLARKE K. R. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. **Australian Journal of Ecology**, v. 14, p. 117-143, 1993.
- COSTA, F. V. et al. Resilience to fire and climate seasonality drive the temporal dynamics of ant-plant interactions in a fire-prone ecosystem. **Ecological Indicators**, v. 93, p. 247-255, 2018.
- COUTO, M. S. D. S. et al. Identificação de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade e paisagens no estado de Goiás: métodos e cenários no contexto da bacia hidrográfica. **Revista Brasileira de Cartografia**. v. 62, n. 2, p. 125-135, 2010a.
- COUTO, P. H. M. et al. Formigas como bioindicadores da qualidade ambiental em diferentes sistemas de cultivo da soja. **Revista Agrotecnologia**, v.1, p. 11-20, 2010b.
- CREPALDI, R. A. et al. Formigas como bioindicadores da qualidade do solo em sistema integrada lavoura pecuária. **Ciência Rural**, v.44, n.5, p.781-787, 2014.
- CRIST, T. O. Biodiversity, species interactions, and functional roles of ants (Hymenoptera: Formicidae) in fragmented landscapes: a review. **Myrmecological News**, v. 12, p. 3-13, 2009.

- DELABIE, J. H. C.; FOWLER, H. G. Soil and litter cryptic ant assemblages of Bahia cocoa plantations. **Pedobiologia**, v. 39, p. 423-433, 1995.
- DIAS N. S. et al. Interação de fragmentos florestais com agroecossistemas adjacentes de café e pastagem: respostas das comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae). **Iheringia**, v. 98, p.136-142, 2008.
- DIDHAM, R. K.; LAWTON, J. H. Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in Tropical Forest fragments. **Biotropica**, v. 31, p. 17-30, 1999.
- DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, v. 67, p. 345-366, 1997.
- EITEN, G. Vegetação do Cerrado. In: PINTO, M. N. (Org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectiva**. Brasília, DF: UnB/ SEMATEC, p. 17-73, 1994.
- FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: Bogotá, 398 p, 2003.
- FOWLER, H. G. et al. Ecologia nutricional de formigas. In: PANIZZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Eds). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. Manole Editora Ltda. São Paulo, SP, pp.131-223, 1991.
- GANEM, R. S. Gestão integrada da biodiversidade: corredores, mosaicos e reservas da biosfera, pp. 385-414, In: GANEM, R.S. [Org.]. **Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas**. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, Centro de Documentação e Informação - Coordenação de Biblioteca, Brasília, 2011.
- GEHLHAUSEN, S. M. et al. Vegetation and microclimatic edge effects in two mixed-mesophytic forest fragments. **Plant Ecology**, v. 147, n. 1, 21-35, 2000.
- GIBSON, L. et al. As Florestas primárias são insubstituíveis para sustentar a biodiversidade tropical. **Nature**, v. 478, p. 8381, 2011.
- GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. **Princípios de estatística em ecologia**. Artmed Porto Alegre, 2011.
- HOLANDA, A. C. et al. Estrutura de espécies arbóreas sob efeito de borda em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Pernambuco. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p. 103-114, 2010.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: Harvard University, 1990. 732p.
- INSTITUTO MINERE. **A reserva legal ambiental no novo código florestal**. Disponível em: <https://institutominere.com.br/blog/a-reserva-legal-ambiental-novocodigoflorestal>.
- JOKIMÄKI, J.; HUHTA, E. Effects of landscape matrix and habitat structure on a bird community in northern Finland: a multi-scale approach. **Ornis Fennica**, v. 73, p. 97-113, 1996.
- LIMA-RIBEIRO, M. S. Efeitos de borda sobre a vegetação e estruturação populacional em fragmentos de Cerradão no Sudoeste Goiano, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 22. n. 2, p. 535-545, 2008.
- LONGINO, J. T. The *Crematogaster* (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) of Costa Rica. **Zootaxa**, v. 151, p. 1-150, 2003.
- MACARTHUR, R.H.; WILSON, E.O. **The theory of island biogeography**. Princeton

University, Princeton, 1967, 215p.

MCGEOCH, M. A. et al. Conservation and monitoring of invertebrates in terrestrial protected areas. **Koedoe**, v. 53, p. 1-13, 2011.

MISSIO, F. F. et al. Atributos funcionais de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages, SC. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 215-224, 2017.

MORAES, M. E. B. et al. Análise da paisagem da bacia hidrográfica do rio Almada (BA) com base na fragmentação da vegetação. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 41, p. 159-169, 2012.

MOUILLOT, D. et al. A functional approach reveals community responses to disturbances. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 28, p. 167-177, 2003.

NASCIMENTO, I. C. et al. Testando o índice “valor indicador individual” de Dufrêne & Legendre sobre uma grande série de dados de formigas da serapilheira do sudeste da Bahia. **Biológico**, v. 69 (Suplemento 2), p. 49-52, 2007.

NAZARRETA, R. et al. Rainforest conversion to smallholder plantations of rubber or oil palm leads to species loss and community shifts in canopy ants (Hymenoptera: Formicidae). **Myrmecological News**, v. 30, p. 175-186, 2020.

OLIVEIRA, M. A. et al. A fauna de formigas em povoados de eucalipto e mata nativa no Estado do Amapá. **Acta Amazônica** v. 25, p. 117–126, 1995.

OLIVEIRA, M.A. et al. Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. **Revista Ceres**, v. 61, Suplemento, p. 800-807, 2014.

PALMER, M. A.; FEBRIA, C. M. The heartbeat of ecosystems. **Science**, v. 336, p. 1393-1394, 2012.

PRADO JÚNIOR, J. A. et al. Estrutura da comunidade arbórea em um fragmento de Floresta estacional Semidecidual localizada na reserva legal da fazenda Iara, Uberlândia, MG. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 4, p. 638-647, 2010.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: Language and environment for statistical computing**, Version 3.2. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, 2021.

RIBAS, C. R. et al. Ants as indicators in Brazil: a review with suggestions to improve the use of ants in environmental monitoring programs. **Psyche**, v.1, p. 1-23, 2012.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**, 6 ed., Guanabara Kooga, Barueri, 2003, 536p.

RODRIGUES, C. A. et al. Vertical stratification of ant assemblage in Brazilian Savanna phytophysionomies. **Bosque**, v. 40, n.3, p. 379-385, 2019.

SALES, T.A. et al. Necrophagous or predators? The role of *Pheidole radoszkowskii* Mayr (Hymenoptera: Formicidae) on *Rattus norvegicus* (Berkenhout) carcasses (Rodentia: Muridae). **Journal of Natural History**, v. 50, p. 971-974, 2016.

SANTOS, J. T.; J. S. CARDOSO. Guildas de formigas associadas à serapilheira no distrito de Brejinho das Ametistas, Caetité, BA. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.11, p. 104889-104902, 2021.

SCHLICKMANN, M. B. et al. Traços funcionais e performance de espécies arbóreas em uma floresta ombrófila mista no planalto sul-catarinense. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 4, p. 1592-1600, 2019.

SILVA, R. R.; BRANDÃO, C. R. F. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores

da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. **Biotemas**, v. 12, n. 2, p. 55-73, 1999.

SILVESTRE, R. **Estrutura de comunidades de formigas do cerrado**. Tese (Doutorado), Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, 2000.

SILVESTRE, R. et al. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los grêmios del Cerrado, pp. 113-144, In: FERNÁNDEZ, F. [ed.], **Introducción a las hormigas de la Región Neotropical**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 2003.

STRASSBURG, B. B. N. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, p. 1-3, 2017.

TERBORGH, J.; ROBINSON, S. Guilds and their utility in ecology. In: KIKKAWA, J. E., ANDERSON, D. (Eds.) **Community ecology: pattern and process**. Blackwell, Londres. pp. 65-90, 1986.

TIBCHERANI, M. et al. Review of ants (Hymenoptera: Formicidae) as bioindicators in the Brazilian Savanna. **Sociobiology**, v. 65, n. 2, p. 112-129, 2018.

WILSON E. O. La hiperdiversidad como fenómeno real: el caso de Pheidole. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.) **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Instituto Humboldt, Bogotá, p. 363-370, 2003

## 7. APÊNDICE

**Anexo 1.** Composição da comunidade arbórea dos fragmentos de cerrado localizados nos municípios de Goiandira e Campo Alegre de Goiás. Ver localização das áreas em tabela 1 do texto.

Goiandira (área 1)	Campo Alegre de Goiás (área 2)
<i>Myrcia rostrata</i>	<i>Machaerium opacum</i>
<i>Maytenus floribunda</i>	<i>Xilopia aromatica</i>
<i>Erythroxylum daphnites</i>	<i>Qualea parviflora</i>
<i>Schefflera macrocarpa</i>	<i>Qualea grandiflora</i>
<i>Qualea grandiflora</i>	<i>Pera glabrata</i>
<i>Rapanea ferruginea</i>	<i>Matayba guianensis</i>
<i>Pera glabrata</i>	<i>Siparuna guianensis</i>
<i>Plathymenia reticulata</i>	<i>Sclerolobium paniculatum</i>
<i>Siparuna guianensi</i>	<i>Magonia pubescens</i>
<i>Machaerium acutifolium</i>	<i>Myracrodruon urundeuva</i>
<i>Eriotheca pentaphylla</i>	<i>Terminalia glabrescens</i>
<i>Acosmium dasycarpum</i>	<i>Myrsine gardneriana</i>
<i>Rudgea viburnoides</i>	<i>Diospyros brasiliensis</i>
<i>Dipteryx alata</i>	<i>Anadenanthera peregrina</i>
<i>Annona crassiflora</i>	Não identificada
<i>Luehea divaricata</i>	<i>Alibertia edulis</i>
<i>Pterodon emarginatus</i>	<i>Terminalia argentea</i>
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	<i>Tabebuia roseoalba</i>
<i>Matayba guianensis</i>	<i>Lithraea molleoides</i>
<i>Roupala montana</i>	<i>Aspidosperma discolor</i>
<i>Solanum sanctaecatharinae</i>	<i>Cordia sessilis</i>
<i>Anadenanthera colubrina</i>	<i>Dimorphandra mollis</i>
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	<i>Coccoloba mollis</i>
<i>Sclerolobium aureum</i>	<i>Guettarda viburnoides</i>
<i>Tabebuia aurea</i>	<i>Maytenus floribunda</i>
<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Emmotum nitens</i>
<i>Pseudobombax tomentosum</i>	<i>Aspidosperma cuspa</i>
<i>Solanum lycocarpum</i>	<i>Diospyros hispida</i>
<i>Celtis iguanea</i>	<i>Kielmeyera coriacea</i>
<i>Tapirira guianensis</i>	<i>Luehea grandiflora</i>
<i>Agonandra brasiliensis</i>	<i>Curatella americana</i>
<i>Psidium guajava</i>	<i>Platypodium elegans</i>
<i>Casearia rupestris</i>	<i>Astronium fraxinifolium</i>
<i>Crysophyllum marginatum</i>	<i>Tapirira guianensis</i>
<i>Cordia sessilis</i>	<i>Sclerolobium aureum</i>
<i>Apuleia leiocarpa</i>	<i>Agonandra brasiliensis</i>
<i>Myrcia splendens</i>	<i>Aspidosperma subincanum</i>
<i>Luehea grandiflora</i>	<i>Cupania vernalis</i>
Herbaceae	<i>Ixora brevifolia</i>
<i>Hirtella gracilipes</i>	<i>Pseudobombax tomentosum</i>
<i>Hirtella glandulosa</i>	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>
<i>Cerca viva</i>	<i>Myrcia splendens</i>
<i>Tapirira obtusa</i>	<i>Chrysophyllum splendens</i>
<i>Aspidosperma camporum</i>	<i>Virola sebifera</i>
<i>Coccoloba mollis</i>	<i>Roupala montana</i>
<i>Dilodendrum dipinata</i>	<i>Inga cylindrica</i>

*Myrsine umbellata*  
 Tronco de goiaba  
 Cipó  
*Diospyros hispida*

*Dilodendron bipinnatum*  
*Cheiloclinium cognatum*  
*Cecropia pachystachya*  
*Hirtella glandulosa*  
*Licania apetala*  
*Schefflera morototoni*  
*Lamanonia ternata*  
*Ocotea corymbosa*  
*Guazuma ulmifolia*  
*Tapirira obtusa*  
*Rudgea viburnoides*  
*Styrax ferrugineus*  
*Hymenaea stigonocarpa*  
*Bowdichia virgilioides*  
*Cecropia pachystachya*  
*Annona crassiflora*  
*Symplocos nitens*  
*Eugenia myrcianthes*  
*Erythroxylum daphnites*  
*Eugenia dysenterica*  
*Diospyros burchellii*  
*Byrsonima pachyphylla*  
*Cordia sessilis*

---

Número de indivíduos se refere à quantidade total coletado ao longo dos três transectostrados.

**Anexo 2.** Composição da comunidade arbórea dos fragmentos de cerrado localizados nos municípios de Ipameri. Ver localização das áreas em tabela 1 do texto.

ÁREA 3	ÁREA 4
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	<i>Byrsonima pachyphylla</i>
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	<i>Cecropia pachystachya</i>
<i>Diospyros hispida</i>	<i>Annona coriacea</i>
<i>Coccoloba mollis</i>	<i>Xilopia aromatica</i>
<i>Maprounea guianensis</i>	<i>Roupala montana</i>
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	<i>Sclerolobium paniculatum</i>
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	<i>Qualea grandiflora</i>
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	<i>Qualea parviflora</i>
<i>Dimorphandra mollis</i>	<i>Diospyros hispida</i>
<i>Bauhinia forficata</i>	<i>Myracrodruon urundeuva</i>
<i>Myrsine gardneriana</i>	<i>Caryocar brasiliense</i>
<i>Myrsine coriacea</i>	<i>Maprounea guianensis</i>
<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Plathymenia reticulata</i>
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	<i>Kielmeyera coriacea</i>
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	<i>Terminalia argentea</i>
<i>Cordia sessilis</i>	<i>Connarus suberosus</i>
<i>Xylopia aromatica</i>	<i>Aegiphilla verticilata</i>
<i>Tapirira guianensis</i>	<i>Leptolobium dasycarpum</i>
<i>Siparuna guianensis</i>	<i>Aspidosperma tomentosum</i>

*Guettarda viburnoides*  
*Aspidosperma pyriformium*  
*Matayba elaeagnoides*  
*Ocotea corymbosa*  
*Não identificada*  
*Leandra dasytricha*  
*Ficus elastica*  
*Pera glabrata*  
*Magnolia ovata*  
*Tapirira obtusa*  
*Piper arboreum*  
*Dicksonia sellowiana*  
*Xylopia emarginata*  
*Calophyllum brasiliense*  
*Euterpe edulis*  
*Protium heptaphyllum*  
*Licania apetala*  
*Hymenaea stigonocarpa*  
*Magonia pubescens*  
*Qualea grandiflora*  
*Miconia*  
*Pterodon pubescens*  
*Virola urbaniana*  
*Symplocos nitens*  
*Myrcia splendens*  
*Curatella americana*  
*Erythroxylum daphnites*  
*Terminalia glabrescens*  
*Tabebuia roseoalba*  
*Aspidosperma discolor A. DC.*  
*Coussarea hydrangeifolia*  
*Styrax oblongus*  
*Emmotum nitens*  
*Machaerium villosum*  
*Psidium rufum*  
*Pouteria rivicoa*  
*Ormosia arborea*  
*Lauraceae sp*  
*Guatteria australis*  
*Aspidosperma ramiflorum*  
*Unonopsis guatterioides*  
*Vatairea macrocarpa (B*  
  
*Virola sebifera*  
*Pterodon emarginatus Vogel*  
*Myrcia splendens*

*Lafoensia pacari*  
*Virola sebifera*  
*Tapirira guianensis*  
*Chrysophyllum gonocarpum*  
*Dalbergia miscolobium*  
*Não identificada*  
*Myrcia splendens*  
*Machaerium acutifolium*  
*Matayba elaeagnoides*  
*Vatairea macrocarpa*  
*Hirtella gracilipes*  
*Copaifera langsdorffii*  
*Emmotum nitens*  
*Coccoloba mollis*  
*Hirtella glandulosa*  
*Erythroxylum daphnites*  
*Qualea multiflora*  
*Siparuna guianensis*  
*Vochysia rufa*  
*Diospyros burchellii*  
*Annona crassiflora*  
*Bowdichia virgilioides*  
*Piptocarpha rotundifolia*  
*Byrsonima spectabilis*  
*Machaerium brasiliensis*  
*Alibertia edulis*  
*Cordia sessilis*  
*Byrsonima laxiflora*  
*Casearia rupestris*  
*Lithraea molleoides*  
*Anadenanthera colubrina*  
*Cordia macrophylla*  
*Anadenanthera peregrina*  
*Dimorphandra mollis*  
*Astronium fraxinifolium*  
*Platypodium elegans*  
*Chrysophyllum marginatum*  
*Symplocos nitens*  
*Sclerolobium aureum*  
*Rudgea viburnoides*  
*Callisthene major*  
*Matayba guianensis*  
*Diospyros brasiliensis*

**ÁREA 5**

---

*Terminalia glabrescens*  
*Myracrodruon urundeuva*  
*Inga edulis*  
*Piptadenia gonoacantha*  
*Tapirira obtusa*  
*Chrysophyllum emarginatum*  
*Licania apetala*  
*Cardiopetalum calophyllum*  
*Siparuna guianensis*  
*Licania kunthiana*  
*Xylopia aromatica*  
*Virola sebifera*  
*Coussarea hydrangaefolia*  
*Bauhinia rufa*  
*Anadenanthera macrocarpa*  
*Aspidosperma discolor*  
*Terminalia argentea*  
*Eriotheca pentaphylla*  
*Matayba elaeagnoides*  
*Hirtella gardneri*  
*Myrcia tomentosa*  
*Emmotum nitens*  
*Tapirira guianensis*  
*Guazuma ulmifolia*  
*Cupania vernalis*  
*Anadenanthera peregrina*  
*Dilodendron bipinnatum*  
*Ocotea aciphylla*  
*Cariniana estrellensis*  
*Hirtella glandulosa*  
*Guatteria australis*  
*Eriotheca candolleana*  
*Tapura amazonica* cf.  
*Pouteria speciosa*  
*Alibertia sessilis*  
*Styrax camporum*  
*Maytenus floribunda*  
*Cordia macrophylla*  
*Nectandra membranacea*  
*Diospyros hispida*  
*Aspidosperma subincanum*  
*Matayba guianensis*  
*Amaioua edulis*  
*Luehea grandiflora*  
*Copaifera langsdorffii*  
*Ouratea castaneifolia*  
*Piptadenia rigida*  
*Cheiloclinium cognatum*  
*Unonopsis guatterioides*  
*Hymenaea courbaril*  
*Pouteria torta*  
*Roupala montana*  
*Metrodorea stipularis*  
*Myrcia multiflora*

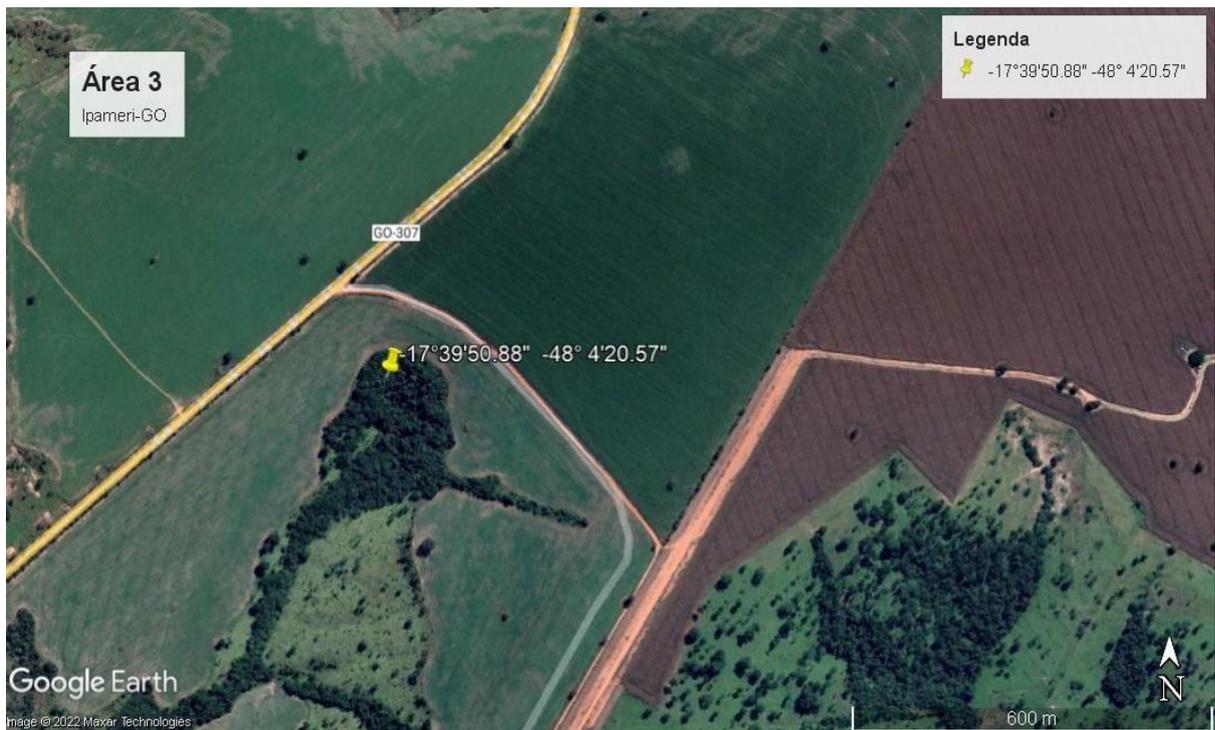
*Ocotea spanantha*  
*Protium spruceanum*  
*Ocotea spixiana*  
*Anadenanthera colubrina*  
*Bocageopsis mattogrossensis*  
*Aspidosperma parvifolium*  
*Maprounea guianensis*  
*Nectandra lanceolata*  
*Cecropia hololeuca*  
*Pterodon pubescens*  
*Myrtaceae spp.*  
*Roupala brasiliensis*  
*Pseudobombax endecaphyllum*  
*Apuleia leiocarpa*  
*Senna macranthera*  
*Magnolia ovata*  
*Ocotea velutina*  
*Ixora breviflora*  
*Aspidosperma cylindrocarpon*  
*Ormosia arborea*  
*Trichilia silvatica*  
*Vochysia divergens*  
*Ocotea pulchella*  
*Schefferella pubicarpa*

**Anexo 4.** Área basal média e total amostragem florística das áreas. Fragmentos (A3, A4 e A5), localizados em Ipameri, GO.

ÁREAS	Nº DE INDIVÍDUOS	DISTÂNCIA DA BORDA (m)	ÁREA BASAL MÉDIA (m <sup>2</sup> )	ÁREA BASAL TOTAL (m <sup>2</sup> )
Área 3	14	5	195,4706906	2736,589669
Área 3	13	15	66,37373261	862,858524
Área 3	10	25	277,4707278	2774,707278
Área 3	12	35	419,751268	5037,015216
Área 3	8	45	196,5563547	1572,450838
Área 3	11	55	173,3945679	1907,340246
Área 3	11	65	530,2536302	5832,789932
Área 3	11	75	70,52734274	775,8007701
Área 3	0	85	0	0
Área 3	0	95	0	0
Área 3	15	5	223,8726481	3358,089722
Área 3	11	15	135,7519321	1493,271254
Área 3	5	25	96,57521947	482,8760973
Área 3	11	35	138,0741474	1518,815622
Área 3	13	45	83,02572589	1079,334437
Área 3	17	55	230,8729691	3924,840474
Área 3	17	65	253,3758397	4307,389274
Área 3	8	75	144,8707869	1158,966296
Área 3	0	85	0	0
Área 3	0	95	0	0
Área 3	21	5	287,2670935	6032,608963
Área 3	22	15	246,4957396	5422,90627

Área 3	10	25	161,0727602	1610,727602
Área 3	14	35	179,2425706	2509,395988
Área 3	10	45	225,6100896	2256,100896
Área 3	19	55	162,8444086	3094,043764
Área 3	10	65	245,7417927	2457,417927
Área 3	15	75	216,6369339	3249,554008
Área 3	14	85	98,53739303	1379,523502
Área 3	5	95	394,9628857	1974,814428
Área 4	11	5	195,3536498	2148,890147
Área 4	9	15	356,1047642	3204,942878
Área 4	14	25	59,19284959	828,6998943
Área 4	14	35	72,72528284	1018,15396
Área 4	17	45	217,8491796	3703,436054
Área 4	18	55	88,45725634	1592,230614
Área 4	12	65	116,699301	1400,391612
Área 4	14	75	210,5904102	2948,265743
Área 4	13	85	76,87795886	999,4134651
Área 4	23	95	155,0411338	3565,946077
Área 4	12	5	259,8602333	3118,3228
Área 4	26	15	133,8493071	3480,081986
Área 4	19	25	113,150788	2149,864971
Área 4	21	35	91,46861944	1920,841008
Área 4	10	45	286,4311511	2864,311511
Área 4	24	55	84,9754767	2039,411441
Área 4	17	65	104,2558498	1772,349446
Área 4	20	75	130,2921942	2605,843883
Área 4	12	85	179,7655082	2157,186099
Área 4	5	95	390,7413008	1953,706504
Área 4	14	5	112,9477158	1581,268022
Área 4	21	15	72,89967118	1530,893095
Área 4	10	25	161,2074052	161,2074052
Área 4	21	35	44,64515939	937,5483472
Área 4	18	45	92,519421	1665,349578
Área 4	4	55	134,1477227	536,5908906
Área 4	10	65	120,2017708	1202,017708
Área 4	12	75	96,97178053	1163,661366
Área 4	19	85	146,6905981	2787,121363
Área 4	12	95	144,772973	1737,275676
Área 5	26	5	140,5368754	3653,958761
Área 5	10	15	359,8891151	3598,891151
Área 5	17	25	171,6813733	2918,583346
Área 5	9	35	203,4000173	1830,600155
Área 5	24	45	235,4763698	5651,432874
Área 5	13	55	402,5395791	5233,014529
Área 5	18	65	217,4056523	3913,301741
Área 5	12	75	538,86548	6466,38576
Área 5	14	85	469,228561	6569,199854
Área 5	13	95	844,1823035	10974,36995
Área 5	21	5	462,5383693	9713,305754
Área 5	16	15	405,6411876	6490,259002
Área 5	14	25	304,3383558	4260,736982
Área 5	15	35	160,3539103	2405,308655
Área 5	19	45	469,2683497	8916,098644
Área 5	22	55	436,0519897	9593,143772
Área 5	27	65	355,8675054	9608,422647

Área 5	22	75	309,7155193	6813,741424
Área 5	19	85	288,3049911	5477,794831
Área 5	16	95	702,3806054	11238,08969
Área 5	11	5	506,6697613	5573,367375
Área 5	8	15	611,2544533	4890,035626
Área 5	13	25	596,5616975	7755,302067
Área 5	9	35	468,8439365	4219,595429



**Anexo 5.** Imagem aérea de parte de um dos fragmentos de cerrado avaliados em nosso estudo. Entorno dele, a matriz, onde foram cultivadas com soja (safra) e milho (safrinha). Ipameri, GO; área 3.

