



**LETÍCIA GOMES DE SOUZA**

**MANEJO DE CAFÉ E DISTÂNCIA PARA A FLORESTA NÃO  
INFLUENCIA NA DIVERSIDADE DE FORMIGAS**

**LAVRAS-MG  
2023**

**LETICIA GOMES DE SOUZA**

**MANEJO DE CAFÉ E DISTÂNCIA PARA A FLORESTA NÃO INFLUENCIA NA  
DIVERSIDADE DE FORMIGAS**

Monografia apresentada à Universidade  
Federal de Lavras, como parte das exigências  
do Curso de Ciências Biológicas, para a  
obtenção do título de Bacharel.

Profa. Dra. Carla Rodrigues Ribas  
Orientadora

M.e. Icaro Wilker Gonzaga de Carvalho  
Coorientador

**LAVRAS-MG  
2023**

**LETICIA GOMES DE SOUZA**

**MANEJO DE CAFÉ E DISTÂNCIA PARA A FLORESTA NÃO INFLUENCIA NA  
DIVERSIDADE DE FORMIGAS**

Monografia apresentada à Universidade  
Federal de Lavras, como parte das exigências  
do Curso de Ciências Biológicas, para a  
obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 21 de Julho de 2023.  
Prof. Dr. Marcelo Passamani UFLA  
M.a Laís Furtado Oliveira UFLA

Profa. Dra. Carla Rodrigues Ribas  
Orientadora

M.e. Icaro Wilker Gonzaga de Carvalho  
Coorientador

**LAVRAS-MG  
2023**

*A minha mãe Helenice, meu maior exemplo. Sem o seu amor e apoio em todas as etapas da  
minha vida nada disso seria possível.  
Dedico.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao financiamento da CAPES, Projeto BIODIVERSIDADE DO SOLO PARA O AUMENTO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA E FLORESTAL SUSTENTÁVEL - Fapemig CAG – RED -00330-16 e ao Departamento de Ecologia e Conservação.

A minha mãe Helenice, que mesmo de longe, sempre me apoiou, ajudou, escutou e encorajou de todas as formas possíveis nesses cinco anos. Amo a senhora, muito obrigada!

A todos do Laboratório de Ecologia de Formigas (LEF): Marília, Luane, Guilherme, Camila e principalmente a Dara, que me ajudou nos meus momentos de desespero com prazos, escrita, provas, seminários e me acalmava com seus doces comentários. Ao meu coorientador Ícaro, sem você esse trabalho não seria possível, agradeço todas as correções por menor que fosse o prazo, por escutar minhas várias dúvidas, pegar na minha mão e me ensinar com muita paciência. A minha Orientadora Carla por toda a ajuda desde quando entrei no Laboratório.

A República Mulherama, considero vocês minha família aqui em Lavras, obrigada por todo o apoio, quando chegava em prantos ou muito feliz em todos esses anos, vocês sempre estavam lá para chorar ou comemorar comigo. Ao Kadu, que esteve comigo durante todo esse tempo, escutando minhas muitas reclamações, sempre preocupado, me colocando pra cima.

A todos que não mencionei aqui, mas que de alguma forma contribuíram para a minha formação, muito obrigada!

## **RESUMO**

Cerca de metade das áreas naturais do Cerrado converteram-se em áreas agrícolas e pecuárias, e em Minas Gerais o café é amplamente produzido. O manejo mais utilizado é o convencional com baixa diversidade biológica devido ao uso intensivo de agroquímicos. Há também o sistema orgânico, que utiliza métodos naturais no solo. Cafés próximos a fragmentos florestais desempenham um papel importante como zonas de transição, preservando a riqueza de espécies de formigas. Este estudo tem como objetivo avaliar a influência dos manejos nos cultivos convencional e orgânico sobre a diversidade alfa e beta, composição de espécies e verificar se a distância entre o cerradão e os cultivos afetam a diversidade de formigas. Nossas hipóteses são que o manejo orgânico apresenta maior diversidade alfa e beta e altera a composição de formigas. Para o efeito da distância do cerradão, hipotetizamos que áreas próximas ao cerradão tem maiores diversidades. Identificamos 35 morfoespécies de formigas, sendo 80% delas generalistas. Contrariando as hipóteses, as diversidades alfa e beta nas áreas de café convencional e orgânico e a composição dos manejos foi semelhante e a distância do cerrado não afetou as diversidades alfa e beta, provavelmente devido à alta capacidade de dispersão das formigas generalistas amostradas. Ambientes antropizados têm menos espécies, e a diversidade de formigas tende a aumentar com vegetação diversificada, assim estudos comparativos são importantes.

Palavras-chave: café, formigas, diversidade, composição, cerrado

## **ABSTRACT**

Roughly half of the natural areas in the Cerrado have been converted into agricultural and livestock areas, and in Minas Gerais, coffee is widely produced. The most common practice is conventional management with low biological diversity due to intensive use of agrochemicals. There is also the organic system, which employs natural methods in the soil. Coffee plantations near forest fragments play an important role as transition zones, preserving ant species richness. This study aims to evaluate the influence of conventional and organic cultivation practices on alpha and beta diversity, species composition, and to assess whether the distance between cerrado (savanna) and coffee plantations affects ant diversity. Our hypotheses are that organic management leads to higher alpha and beta diversity and alters ant composition. Regarding the effect of cerrado distance, we hypothesize that areas close to the cerrado have higher diversities. We identified 35 ant morphospecies, with 80% of them being generalists. Contrary to the hypotheses, alpha and beta diversities in conventional and organic coffee areas, as well as the composition of management practices, were similar, and the distance from the cerrado did not affect alpha and beta diversities, probably due to the high dispersal capacity of the sampled generalist ants. Anthropized environments have fewer species, and ant diversity tends to increase with diversified vegetation, making comparative studies important.

Keywords: coffee, ants, diversity, composition, cerrado

<b>1.INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2.OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
<b>3.METODOLOGIA.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2DESENHO EXPERIMENTAL E AMOSTRAGEM DE FORMIGAS.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3MORFOESPECIAÇÃO DAS FORMIGAS.....</b>	<b>11</b>
<b>3.4MEDIDAS DE DIVERSIDADE.....</b>	<b>11</b>
<b>3.5ANÁLISE DE DADOS.....</b>	<b>12</b>
<b>4.RESULTADOS.....</b>	<b>12</b>
<b>5.DISSCUSSÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>17</b>
<b>Material suplementar.....</b>	<b>21</b>

## INTRODUÇÃO

Vários biomas distribuídos pelo mundo sofreram uma redução drástica de área devido à atividade e exploração humana (RATTER, 1997; PERFECTO e SNELLING, 1995). Com a intensificação da exploração nesses sistemas, áreas naturais são muitas vezes convertidas em extensas áreas de monocultura, o que leva a uma simplificação do habitat e consequente homogeneização da paisagem (ALTIERI, 2004).

O Cerrado constitui a segunda maior formação vegetal brasileira em extensão, representando 22% do território brasileiro (MEIRA-NETO et al., 2002). Reconhecido como um *hotspot* global de biodiversidade, destaca-se pela abundância de espécies endêmicas, e é uma das regiões de savana tropical mais ricas do mundo em biodiversidade, que vem sofrendo com a degradação, elevando o risco de extinção de muitas espécies (ALMEIDA, 2004). Desde 1988, cerca de 50% das áreas naturais de Cerrado foram modificadas para áreas de agricultura, pecuária e outros usos do solo (RATTER, 1997; SILVA et al., 2005).

A região onde está inserido o Cerrado destaca-se mundialmente pela sua alta produtividade de café (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB). A cafeicultura brasileira apresenta uma rica diversidade de modelos de produção, devido à diversidade das áreas de cultivo (VILAS BOAS, 2020). O sistema convencional possui baixo nível de diversidade biológica (GUIMARÃES et al., 2015) pela utilização de agroquímicos como inseticidas, adubação sintética e correção química do solo (GUSMÃO, 2009). Já o sistema orgânico adota tecnologias que otimizam o uso dos recursos naturais que favorecem a diversidade, em que os produtores utilizam métodos naturais para controle de pragas e adubação (GONÇALVES, 2022). Por fim, o sistema agroflorestal é caracterizado pela alta diversidade biológica, sendo um sistema de produção que contém espécies florestais cultivadas na mesma área do café (FILHO et al., 2010).

Entre os organismos que podem ser afetados pelos sistemas de produção de café, os insetos podem ser afetados pelo tipo e pela quantidade de recursos disponíveis (PERFECTO & SNELLING, 1995). Dentre os invertebrados, as formigas se destacam como as mais abundantes e além de serem sensíveis a impactos, possuem alta diversidade de espécies e de biomassa na maioria dos habitats terrestres, representando um modelo importante em estudos de biodiversidade (ALONSO e AGOSTI, 2000; ANDERSEN e MAJER, 2004, TEIXEIRA et al., 2014). Dessa forma, as formigas têm sido utilizadas como eficientes organismos bioindicadores de impactos antrópicos (ANDERSEN e MAJER, 2004), além de serem úteis na avaliação do estado de conservação desses ambientes (SILVESTRE 2000).

Práticas agrícolas (intensivas) interferem no número de espécies e composição das comunidades de formigas e são provavelmente responsáveis por certa homogeneização da fauna nas áreas de agricultura (DIAS et al., 2008). Culturas orgânicas possuem maior diversidade do que convencionais, por receberem baixas quantidades de pesticidas e fertilizantes (MASONI et al., 2017). A composição de formigas especialistas é maior em cultivos orgânicos pela sua complexidade estrutural gerada pelas práticas que protegem a diversidade biológica (ESTRADA et al., 2023). Manejos cafeeiros mantêm a riqueza de espécies de formigas quando estão próximas a fragmentos florestais, tendo uma maior diversidade e formando zonas de transição bastante importantes com esses ecossistema pois a diversidade de formigas tende a aumentar à medida que os ambientes exibem uma vegetação mais diversificada (GOMES et al. 2013). Observa-se também uma drástica redução da diversidade de formigas da serapilheira em cultivos de café muito distantes de áreas de mata nativa (ARMBRECHT & PERFECTO, 2003; PERFECTO e VANDERMEER (2002; DIAS et al, 2008). Sistemas de café com falta de sombreamento diminuem a diversidade em razão da alta incidência luminosa e pouca serrapilheira ( ALTIERI, 2004).

Além disso, grupos com hábitos generalistas são favorecidos pela antropização (SILVESTRE & SILVA, 2001), mas podem ocasionar redução de espécies especialistas (RIBAS et al., 2012) pelo fato das generalistas poderem ser espécies dominantes em ambientes antropizados, como cultivo de café (MANSONI et al., 2017). As generalistas adaptam-se às diferentes condições ecológicas, constituindo um dos grupos de formigas mais diversificados em relação aos hábitos de alimentação e de nidificação (BACCARO et al., 2015; MORINI, 2007; FOWLER et al., 1991). Por fim, fragmentos florestais próximos a sistemas cafeeiros são mais relevantes para a produtividade do que os fatores relacionados ao uso de pesticidas, irrigação e manejo, pois tem um maior acúmulo de serapilheira, demonstrando um ambiente favorável aos organismos do solo, além de sustentar a provisão de serviços ecossistêmicos (SILVA et al., 2012; GONZALEZ-CHAVES et al., 2022; GUIMARÃES et al., 2016).

O sistema cafeeiro pode conter uma diversidade elevada de formigas quando comparado por exemplo com o plantio de eucalipto ou pastagens, o que deve-se a serapilheira existente na área, disponibilizando recursos alimentares, bem como a estrutura do micro-habitat gerado, possibilitando, dessa forma, melhores condições e recursos para o desenvolvimento das formigas (LADINO e FEITOSA, 2021). Devido a possibilidade de conservar mais espécies nesses tipos de cultivo, mais atenção deveria ser focalizada nessas áreas e as formigas, como bioindicadoras, podem ser um ótimo modelo para avaliação disso

(MUSCHLER, 2000). Além disso, a maior parte da área original do Cerrado foi transformada em pastagens plantadas, culturas anuais e outros tipos de uso, o que implica em lixiviação, fragmentação de habitats e a perda de biodiversidade. O Cerrado mineiro tem como característica marcante a alta produtividade de seus cafeeiros convencionais, devido a características específicas da região, que empobrecem o solo e a biodiversidade (RABELO, 2019). Para soluções alternativas está ocorrendo uma transição do modelo de agricultura convencional para estilos de agricultura agroecológica, a exemplo da cafeicultura orgânica como uma opção para a otimização da eficiência no uso dos já escassos recursos naturais, que enfatiza o uso de práticas de manejo em oposição ao uso de elementos estranhos ao meio rural (THEODORO, 2006; ARAÚJO, 2004; CERVellini, 1994). Pouca atenção tem sido dada às mudanças na biodiversidade relacionadas a transição de sistemas cafeeiros convencionais para orgânicos, embora haja alguma indicação de que certos ecossistemas perturbados ou manejados podem manter um alto grau de biodiversidade (DUFFY, 2002).

## **OBJETIVOS**

O nosso objetivo foi avaliar a diversidade de formigas em diferentes tipos de cultivo de café e a influência da matriz de floresta mais próxima. Nossos objetivos específicos foram: (i) avaliar se o tipo de cultivo, convencional ou orgânico, influencia a diversidade de formigas, propondo a hipótese de que se tem uma maior diversidade alfa ( $\alpha$ ) e beta ( $\beta$ ) de formigas em áreas de café orgânico comparado ao convencional; (ii) avaliar também se há diferença na composição de espécies entre os cafés, propondo a hipótese de que se tem uma diferença nas composições do café convencional e orgânico; e por último, (iii) avaliar a diversidade alfa ( $\alpha$ ) e beta ( $\beta$ ) de formigas na cultura de café orgânico e convencional, propondo a hipótese de quanto mais próximo o cultivo do café está do cerradão, maior a diversidade alfa ( $\alpha$ ) e beta ( $\beta$ ) das formigas.

## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo**

Realizamos as coletas no município de Patrocínio, Minas Gerais, Brasil (18°, 56', 39" S, 46°, 59', 33" O) que possui o clima subtropical de altitude, (Cwb, KÖPPEN) localizado no Cerrado (SÁ JÚNIOR, 2009). Coletamos em janeiro, que é uma época chuvosa, em seis áreas

de café convencional (N = 6) e seis áreas de café orgânico (N = 6) totalizando 12 áreas (N = 12).

Consideramos como cafeicultura orgânica um sistema de produção que não utiliza agrotóxicos e adubos minerais sintéticos de alta concentração e solubilidade contendo mais de 40% de nutrientes, fundamentando-se em princípios agroecológicos sem o auxílio de organismos geneticamente modificados (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 1998). Já o café convencional se utiliza de correção de solo, mudas geneticamente modificadas e adubagem com vários nutrientes sintéticos (MESQUITA, 2016) por exemplo o 2,4 D, comumente utilizado e classificado como classe I (classificação toxicológica máxima). As matrizes florestais da área de estudo contêm uma vegetação constituída por cerrado (SILVA e MALVINO, 2005).

### **Desenho experimental e amostragem de formigas**

Cada área amostral continha cinco pontos amostrais espaçados entre si por 50 metros. As armadilhas de solo utilizadas foram do tipo *pitfall*, que são especialmente voltadas para insetos que forrageiam sobre o solo (ARAÚJO et al., 2010). Em cada ponto amostral foi instalada uma armadilha do tipo *pitfall* no nível do solo (FREIRE et al., 2011). As armadilhas formadas por recipientes plásticos, enterrados no solo até a borda, capturam pequenos vertebrados e invertebrados que estejam andando na superfície (SANTOS et al., 2019). Dentro das armadilhas continha uma solução de água, sal para conservação da amostra evitando que formigas inchem por osmose e detergente para diminuir a tensão superficial da água permitindo assim que as formigas afundem, permanecendo no campo por 48 horas.

A distância do café para o cerrado foi obtida através da média da distância dos cinco pontos amostrais do transecto do café com a borda da floresta mais próxima, através da régua do Google Earth, com banco de imagens datado de junho de 2021.

### **Morfoespeciação das formigas**

As formigas coletadas foram levadas ao Laboratório de Ecologia de Formigas (LEF) localizado na Universidade Federal de Lavras, onde separamos as formigas, com o auxílio de um estereomicroscópio, dos demais bichos coletados. Após a triagem, as formigas foram montadas individualmente em papel atóxico de gramatura 200g/m<sup>2</sup> de formato triangular, espetado em alfinetes entomológicos. Classificamos à nível de gênero com o auxílio da chave

para gêneros BACCARO et al. (2015) e morfoespeciamos de acordo com as estruturas morfológicas das formigas.

### **Medidas de diversidade**

Consideramos como diversidade  $\alpha$  o número de espécies de formigas por transecto. A diversidade  $\beta$  calculamos através da dissimilaridade de Sørensen, usando o pacote do R betapart (BASELGA, 2010). Essa medida varia de zero a um, sendo que zero são comunidades similares e um são comunidades dissimilares. A diversidade  $\beta$  foi calculada por transecto, comparando a diferença de diversidade entre os pontos amostrais dele. Dessa forma, cada transecto (cada área), teve um valor de diversidade  $\alpha$  e diversidade  $\beta$ .

### **Análise de dados**

Para avaliar se o tipo do café (orgânico e convencional) e a distância do cerradão afetam a diversidade de formigas, fizemos dois modelos lineares generalizados (GLMs). Em cada um, as variáveis preditoras foram distância do cerradão (m) e categoria de café (orgânico e convencional). Para o primeiro modelo, a variável resposta foi a diversidade  $\alpha$  de formigas, onde usamos a família Poisson devido aos dados serem de contagem de morfoespécies. Para o segundo modelo, a variável resposta foi a diversidade  $\beta$ , onde usamos a família quase-Binomial devido aos dados variarem entre zero e um.

Para avaliar a hipótese de se ter composições diferentes entre as áreas de café, fizemos um escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) e uma análise de similaridades (ANOSIM) para comparar os conjuntos de amostras. Utilizamos o índice de Jaccard devido aos dados serem de presença e ausência, com 1000 permutações, através do pacote Vegan no R versão 4.1.2. (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2021).

## **RESULTADOS**

Encontramos 35 morfoespécies divididas em quatro subfamílias sendo elas: Dolichoderinae, Ectatomminae, Formicinae e Myrmicinae. Myrmicinae foi a subfamília com maior número de gêneros (N =5), e *Pheidole* o gênero com maior número de incidências (N =16, TABELA 1).

Ao contrário das nossas hipóteses nós não encontramos efeito do tipo de manejo do café para diversidade  $\alpha$  (graus de liberdade = 10;  $F_{2,10} = 1,355$ ;  $p = 0,244$ ; FIGURA 1), nem para a diversidade  $\beta$  (graus de liberdade = 10;  $F_{2,10} = 0,072$ ;  $p = 0,793$ ; FIGURA 2). Nós não

encontramos diferença da composição de espécies entre as comunidades das áreas de café convencional e café orgânico (ANOSIM statistic R: -0,05; p = 0,618; FIGURA 3). Nós também não encontramos efeito da distância do cerradão na diversidade  $\alpha$  (graus de liberdade = 9; F3,9 = 1,122; p = 0,289; FIGURA 1), nem efeito da distância do cerradão na diversidade  $\beta$  (graus de liberdade = 9; F3,9 = 0,279; p = 0,609; FIGURA 2). A menor distância do cerradão foi de 26,41 metros e a maior distância foi de 866,57 metros.

Figura 1- Análise da diversidade alfa

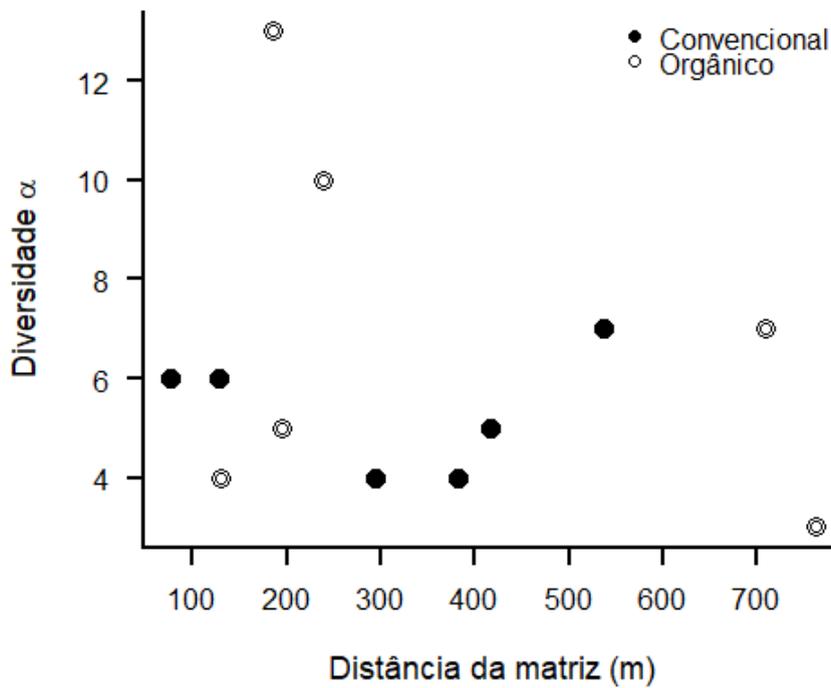


Figura 1: Riqueza de morfoespécies ( $\alpha$ ) coletadas em café convencional e orgânico conforme a distância das áreas de cerradão mais próximas. A riqueza não difere em relação ao tipo de café (convencional e orgânico), nem com a distância do cerradão  
 Fonte: Do autor (2023)

Figura 2- Análise da diversidade beta

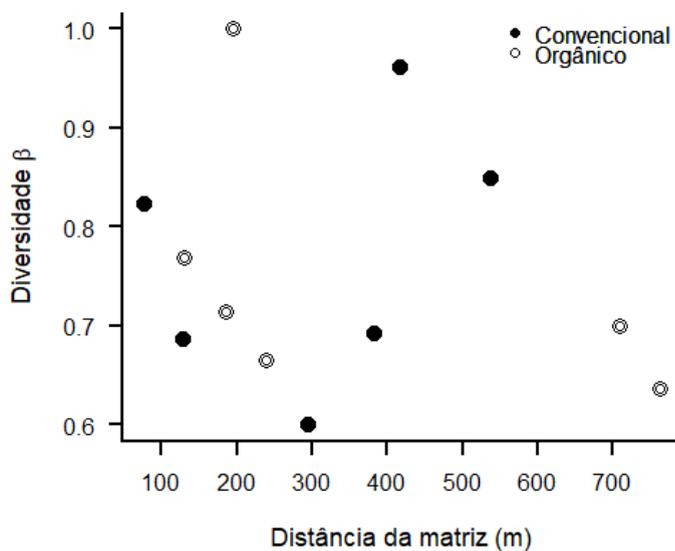


Figura 2: Diversidade  $\beta$  de morfoespécies coletadas em café convencional e orgânico conforme a distância do cerradão mais próximo. Não há diferenças na diversidade de morfoespécies entre as áreas de café (convencional e orgânico) em relação à distância do cerradão

Fonte: Do autor (2023)

Figura 3- Composição de espécies

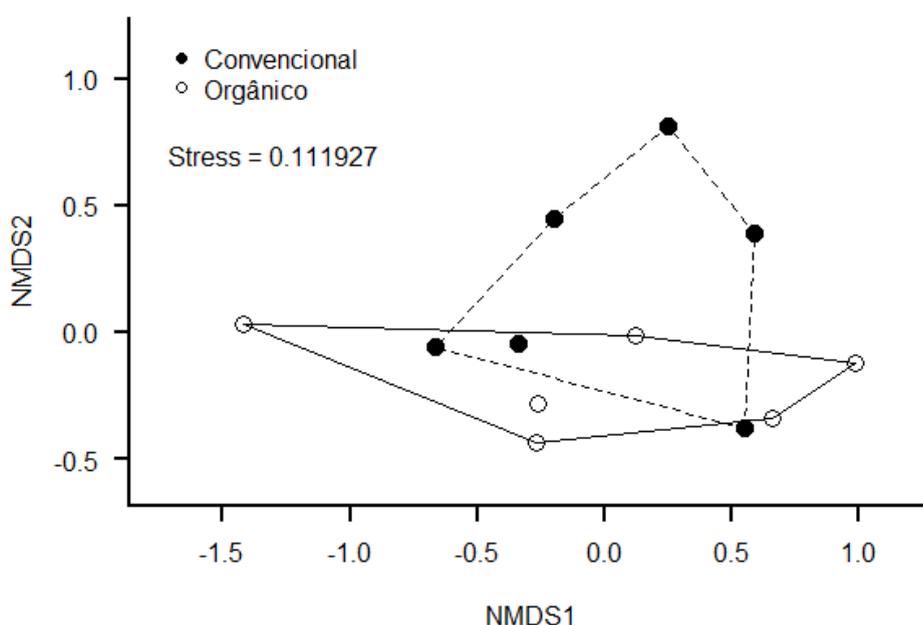


Figura 3: Comparação de presença e ausência (nMDS) entre a composição de morfoespécies de formigas amostradas nas áreas de café convencional e orgânico. A composição de morfoespécies não foi diferente entre os diferentes tipos de café, demonstrando que a composição de morfoespécies entre café convencional e orgânico são similares.

Fonte: Do autor (2023)

## DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Observamos que os tipos de manejo de café convencional e orgânico não afetam a diversidade  $\alpha$  nem a diversidade  $\beta$  de formigas, além da composição de espécies dos sistemas de manejo orgânico e convencional. A distância do cerradão mais próximo em relação às áreas de cultivo café convencional e orgânico não exerce influência nas diversidades  $\alpha$  e  $\beta$ .

Diferente da hipótese proposta, observamos uma similaridade  $\alpha$  e  $\beta$  elevada entre as comunidades de formigas que habitam as áreas de cafezal com manejo convencional e

orgânico, mostrando que o manejo teria pouca influência na composição das espécies. Isto pode ser explicado pois nos manejos convencional e orgânico pode ter recursos e condições parecidos (SEVERINO ET AL., 2009), resultando em um conjunto de espécies também parecidas, não diferenciando a composição e a diversidade (DIAS ET AL., 2008; ANGOTTI, 2018). Formigas generalistas foram as mais encontradas com seis gêneros (*Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Linepithema*, *Nylanderia*, *Pheidole*; SILVA e BRANDÃO, 2014) e *Cardyoncondila*; SEIFERT, 2003.). Seguido de predadoras médias epigeicas com dois gêneros (*Gnamptogenys* e *Pheidole*; SILVA e BRANDÃO, 2014) e cultivadoras de fungo com dois gêneros (*Atta*; CHERRET e CHERRET, 1975. e *Mycocepurus*; SILVA e BRANDÃO, 2014). E tivemos um gênero generalista hipogeico pequeno (*Solenopsis*; SILVA e BRANDÃO, 2014). Dessa forma, das 35 morfoespécies encontradas, 10 são generalistas e 18 são predadoras médias epigeicas (que também são formigas consideradas generalistas e resistentes a impactos antrópicos; WILKER et al., 2023; GIBB et al., 2018) representando juntas 80% das morfoespécies encontradas. Os gêneros *Pheidole* e *Solenopsis* foram os mais encontrados com 16 e 7 morfoespécies respectivamente, distribuídos nos dois tipos de manejo do café (Tabela 1). Esses gêneros são considerados generalistas devido a sua resistência a impactos antrópicos (SILVA e BRANDÃO, 2014; WILKER et al., 2023; GIBB et al., 2018), e são da subfamília Myrmicinae que se destaca por ocupar variados habitats, apresentar espécies que exploram vasta gama de alimentos e recursos de nidificação (BACCARO et al., 2015) e predominam em ambientes degradados (SILVA et al. 2012). Os outros gêneros também são considerados generalistas, e suas morfoespécies estão predominantemente presentes em ambientes perturbados (SILVESTRE et al., 2003; SILVA e BRANDÃO, 2014; WILKER et al., 2023; GIBB et al., 2018; CHERRET e CHERRET, 1975.). Dessa forma, tanto o manejo orgânico quanto o convencional, selecionam principalmente as formigas generalistas e resistentes, não havendo diferenças de composição e diversidade entre os manejos. Sistemas de café com falta de sombreamento diminuem a diversidade em razão da alta incidência luminosa e pouca serrapilheira (ALTIERI, 2004).

A distância do cerradão também não afetou a diversidade  $\alpha$  nem a diversidade  $\beta$ , não corroborando com a nossa hipótese. Em um estudo similar de PERFECTO e VANDERMEER (2002), o mesmo aconteceu, e isso pode ter sido causado pelos efeitos de espécies florestais movendo ninhos da floresta para a borda da floresta. Alternadamente, algumas colônias estabelecidas nas matrizes cafeeiras podem migrar para as bordas da floresta, onde as condições de microclima podem ser mais favoráveis, reduzindo os obstáculos para formigas amostradas que são quase em sua totalidade generalistas,

conseguindo se locomover entre pequenas ou longas distâncias, pela sua adaptação, sendo encontradas tanto em áreas florestais como em manejos de café, tendo uma dieta variada, podendo passar por longos períodos de escassez de alimento, se dispersando mais facilmente, mantendo a diversidade alfa e beta iguais nas matrizes.(DELABIE E FOWLER., 1995; PACHECO et al., 2009; SILVESTRE e SILVA., 2001).

Nosso trabalho indica que os manejos de café orgânico e convencional não influenciam as diversidades  $\alpha$  e  $\beta$  das formigas provavelmente porque 80% de todas as morfoespécies encontradas são generalistas, que predominam em locais antropizados. Destaca-se que a fauna de formigas é um grupo de organismos adequado para estudos que visam avaliar a variabilidade da biodiversidade em áreas com diferentes manejos pela alta quantidade de espécies, vasta distribuição e sensibilidade a mudanças do ambiente (ALONSO e AGOSTI, 2000; ANDERSEN e MAJER, 2004, TEIXEIRA et al., 2014) . Devemos pensar em estratégias de conservação diversificadas e em estudos futuros comparar essas áreas de manejo com o sistema agroflorestal, já que ele é considerado pelas pesquisas como a área com maior diversidade biológica ( FILHO et al., 2010; MUSCHLER, 2000). Nosso estudo também aponta que a distância do cerradão não afeta a diversidade de espécies, indicando que isso pode ser influenciado pela capacidade das espécies generalistas se locomover e nidificar em vários locais, aguentando impactos por longos períodos. Ambientes naturais são muito importantes para a manutenção das espécies já que habitats heterogêneos possuem condições ideais para o estabelecimento das espécies de formigas, tal como maior variedade de sítios para nidificação, de alimentos, microclimas e interações interespecíficas (HÖLLDOBLER;WILSON, 1990), indicando que a diversidade de espécies de formigas tende a aumentar na medida que os ambientes apresentam uma vegetação mais diversificada como mostrado no estudo de Gomes et al. (2013). Assim, estudos comparando áreas de cerradão não degradadas com os manejos seria importante para avaliar essas mudanças de diversidade.

Pode-se mudar esse cenário melhorando a qualidade da matriz em que os fragmentos estão localizados, aumentando a diversidade de árvores e utilizando um manejo com áreas cafeiras sombreadas, como o sistema agroflorestal, fornecendo assim recursos para a sobrevivência de uma variedade maior de espécies especialistas de formigas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adrian David González-Chaves et al. Evidence of time-lag in the provision of ecosystem services by tropical regenerating forests to coffee yields. 2023 Environ. Res. Lett. 18 025002

Agosti, Donat Majer, Jonathan Alonso, Leeanne Schultz, Ted 2000/01/01 Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Smithsonian Institution Press, Washington DOI - 10.5281/zenodo.11736.

Alberto Masoni, Filippo Frizzi, Carsten Brühl, Niccolò Zocchi, Enrico Palchetti, Guido Chelazzi, Giacomo Santini, Management matters: A comparison of ant assemblages in organic and conventional vineyards, Agriculture, Ecosystems & Environment, Volume 246, 2017, Pages 175-183, ISSN 0167-8809, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.05.036>.

ALBUQUERQUE, Emília Zoppas de., DIEHL, Elena. Análise faunística das formigas epígeas (Hymenoptera, Formicidae) em campo nativo no Planalto das Araucárias, Rio Grande do Sul, Revista Brasileira de Entomologia 53(3): 398–403, setembro 2009.

ALMEIDA, Jalcione. O campo da pesquisa e das ações sobre o meio ambiente. Porto Alegre: PGDR/UFRGS, 2004.

ALTIERI, M. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 4.ed., Porto Alegre : Editora da UFRGS, 2004.

ANDERSEN, A.N., MAJER, J.D., 2004. Ants show the way Down Under: invertebrates as bioindicators in land management. Front. Ecol. Environ. 2, 291-298. <https://doi.org/10.2307/3868404>.

Angotti, M. A., Rabello, A., Santiago, G., & Ribas, C. (2018). Seed removal by ants in Brazilian savanna: optimizing fieldwork. *Sociobiology*, 65(2), 155–161. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v65i2.1938>.

ARAÚJO, C.C. et al. Comparação da abundância de invertebrados de solo por meio da estimação intervalar encontrados em diferentes ambientes na cidade de Ituiutaba – MG. Bioscience Journal, v. 26, n. 5, p.817-823, 2010.

ARAÚJO, J.B.S. Composto orgânico e biofertilizante na nutrição do cafeeiro em formação no sistema orgânico. 2004. 79p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Armbrecht I, Perfecto I (2003) Litter-twig dwelling ant species richness and predation potential within a forest fragment and neighboring coffee plantations of contrasting habitat quality in México. *Agric Ecosyst Environ* 97: 107-115.

BACCARO, F. B., FEITOSA, R. M., FERNÁNDEZ, F., FERNANDES, I. O., IZZO, T. J., SOUZA, J. L. P., & SOLAR, R. Guia para os gêneros de formigas do Brasil. Manaus: Editora INPA, 2015.

BASELGA, A. (2010). Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global ecology and biogeography*, 19(1), 134-143.

Brandão, C.R.F.; Silva, R.R. & Feitosa, R.M. 2012. Cerrado ground-dwelling ants (Hymenoptera: Formicidae) as indicators of edge effects. *Zoologia*, 28(3): 379-387.

CERVELLINI, G.S.; IGUE, T. Adubação mineral e orgânica do cafeeiro. *Bragantia*, Campinas, v.53, n.1, p.83-93, 1994.

CONAB- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira Café. V. 6 - SAFRA 2019 - n.1 - Primeiro levantamento. JANEIRO 2019.

Del Toro, I.; Pacheco, J. A.; MacKay, W. P. 2009. Revision of the ant genus *Liometopum* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 53:299-369.

DIAS Nívia S. , ZANETTI Ronald; SANTOS Mônica S., LOUZADA Júlio & DELABIE Jacques Interação de fragmentos florestais com agroecossistemas adjacentes de café e pastagem: respostas das comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae). *Iheringia, Sér. Zool.*, Porto Alegre, 98(1):136-142, 30 de março de 2008

DUFFY, J. E. (2002). Biodiversity and ecosystem function: the consumer connection. *Oikos*, 99(2), 201–219. doi:10.1034/j.1600-0706.2002.990201.x

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA, agrobiologia: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/37/sistema-organico-de-producao-de-cafe>.

FOLGARAIT, P. F. 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity and Conservation* 7(9):1221-1244.

Fowler, H. G.; Delabie, J. H. C. 1995b. Resource partitioning among epigeic and hypogaeic ants (Hymenoptera: Formicidae) of a Brazilian cocoa plantation. *Ecología Austral* 5:117-124.

FOWLER, H. G.; FORTI, L. C.; BRANDÃO, C. R. F.; DELABIE, J. H. C. & VASCONCELOS, H. L. 1991. Ecologia nutricional de formigas. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. eds. *Ecologia nutricional de insetos São Paulo*, Manole. p.131-223.

FREIRE, E.S. et al. Eficácia de armadilhas pitfall no controle de *Neocurtilla* sp. (Orthoptera: Grillotalpidae) em hortas orgânicas. V.6, n.2, p. 1-4, 2011. Trabalho apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 7., 2011, Fortaleza. Resumos.

Freitas Severino., L. (2009). Avaliação do Impacto de Sistemas de Cultivo Agrícola na Diversidade de Formigas. *Revista Brasileira De Agroecologia*, 4(2). Recuperado de <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/9576>.

GIBB. Donoso, D.A. et al. (2018) Habitat disturbance selects against both small and large species across varying climates. *Ecography*, 41, 1184–1193.

GONÇALVES, Débora. A biodiversidade nos sistemas agroflorestais no assentamento Sepé Tiaraju. Jaboticabal – 2022

GUIMARÃES, N. de F. et al. Fauna invertebrada epigéica associada a diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro. *Coffee Science*, Lavras, v. 11, n. 4, p. 484 - 494 out./dez. 2016.

GUIMARÃES, Nathalia de França ; GALLO, Anderson de Souza ; SOUZA, Maicon Douglas Bispo de ; AGOSTINHO, Patricia Rochefeler ; GOMES, Michele da Silva ; SILVA, Rogério Ferreira da. Influência de sistemas de produção de café orgânico arborizado sobre a diversidade da fauna invertebrada epigéica: *Coffee Science*, Lavras, v. 10, n. 3, p. 280 - 288, jul./set. 2015.

GUSMÃO, Marcus Vinicius Abreu G982 Café convencional x café orgânico: análise comparativa de sistemas de produção familiar, Ibicoara-BA/ Marcus Vinicius Abreu Gusmão - Salvador, 2009.

I Wilker, CJ Lasmar, FA Schmidt, MMS da Costa, DF Almeida, DBS Dutra, AL Alves, LL Silva, CR Ribas. Land-use change in the Amazon decreases ant diversity but increases ant-mediated predation. *Insect Conservation and Diversity*, 2023. DOI: 10.1111/icad.12632

J. M. CHERRETT and F. J. CHERRETT A BIBLIOGRAPHY OF THE LEAF-CUTTING ANTS, ATTA SPP. AND ACROMYRMEX SPP., UP TO 1975. School of Biological Sciences, University College of North Wales, Bangor, Gwynedd LL57 2UW, UK.

KAMURA, C.M., MORINI, M.S.C., FIGUEIREDO, C.J., BUENO, O.C. and CAMPOS-FARINHA, A.E.C., 2007. Ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in an urban ecosystem near the Atlantic Rainforest. *Brazilian Journal of Biology = Revista Brasileira de Biologia*, vol. 67, no. 4, pp. 635-641. [http:// dx.doi.org/10.1590/S1519-69842007000400007](http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842007000400007). PMID:18278314.

Köppen, W., & Geiger, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes

LADINO e FEITOSA. Ants (Hymenoptera: Formicidae) of the Parque Estadual São Camilo, an isolated Atlantic Forest remnant in western Paraná, Brazil. *Zoologia (Curitiba)* 39 • 2022 <https://doi.org/10.1590/S1984-4689.v39.e22001>

MEIRA NETO, J.A. & SAPORETTI JÚNIOR, A.W. Parâmetros fitossociológicos de um cerrado no Parque Nacional Da Serra Do Cipó, MG R. *Árvore*, Viçosa-MG, v.26, n.5, p.645-648, 2002.

MESQUITA, Carlos Magno de et al. Manual do café: implantação de cafezais *Coffea arábica* L. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 50 p. il.

MUSCHLER, R.G. Árboles en cafetales. Turrialba: Catie/GTZ 2000. 139p

Perfecto & Vandermeer. Quality of Agroecological Matrix in a Tropical Montane Landscape: Ants in Coffee Plantations in Southern Mexico. *Conservation biology*, Volume 6 issue 1 Pages 174-182, 2002. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.99536.x>.

PERFECTO, I., & SNELLING, R. (1995). Biodiversity and the Transformation of a Tropical Agroecosystem: Ants in Coffee Plantations. *Ecological Applications*, 5(4), 1084–1097. doi:10.2307/2269356

Queiroz, A. C., Marques, T. G., Ribas, C. R., Cornelissen, T. G., Nogueira, A., Schmidt, F. A., ... & Diehl-Fleig, E. (2023). Ant diversity decreases during the dry season: A meta-analysis of the effects of seasonality on ant richness and abundance. *Biotropica*, 55(1), 29-39.

R Core Team 4.1.2. (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Available in: <<https://www.R-project.org>>

- RABELO, Welber de Oliveira, 1995- A construção da “marca” Café do Cerrado Mineiro [recurso eletrônico] : inovações tecnológicas e estrutura de governança / Welber de Oliveira Rabelo. - 2019.
- RAMOS FILHO, L. O., SZMRECSÁNYI, T., & PELLEGRINI, J. (2010). Biodiversidade reforma agrária: uma experiência agroecológica na região canavieira de Ribeirão Preto, Brasil. Embrapa Meio Ambiente.
- RATTER, J. (1997). The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity. *Annals of Botany*, 80(3), 223–230. doi:10.1006/anbo.1997.0469.  
Resumos.
- RIBAS, C. R.; CAMPOS, R. B. F.; SCHMIDT, F. A.; SOLAR, R. R. C. Ants as Indicators in Brazil: a Review with Suggestions to Improve the Use of Ants in Environmental Monitoring Programs. *Psyche: A Journal of Entomology*, v.2012, Article ID 636749, p.1-23, 2012.
- SÁ JÚNIOR, Arinaldo de. Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do estado de Minas Gerais. 2009. 101p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, Engenharia de Água e Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- SANTOS, R. S.; DE SOUZA, C. S.; RUFINO, C. P. B. Escarabeídeos (Coleoptera: Scarabaeidae) coletados em armadilhas pitfall em um remanescente florestal no município de Plácido de Castro, AC. Embrapa Acre-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2019.
- Seifert, B. 2003a. The ant genus *Cardiocondyla* (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) - a taxonomic revision of the *C. elegans*, *C. bulgarica*, *C. batesii*, *C. nuda*, *C. shuckardi*, *C. stambuloffii*, *C. wroughtonii*, *C. emeryi*, and *C. minutior* species groups. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien. B, Botanik, Zoologie* 104:203-338.
- Silva, T. S. R.; Brandão, C. R. F. 2014. Further ergatoid gyne records in the ant tribe Dacetini (Formicidae: Myrmicinae). *Neotropical Entomology* 43:161-171. 10.1007/s13744-013-0192-7
- SILVA, Emerson.; MALVINO, Stefânia Sant’ Ana Borges. Caminhos de Geografia 10 (16) 93 - 108, out/2005. <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html> ISSN 1678-6343.
- Silvestre, R. 2000. A fauna de formigas capturadas em iscas numa área de cerrado em regeneração no Município de Cajuru, Estado de São Paulo.
- Silvestre, R.; Brandão, C. R. F.; Silva, R. R. da 2003. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del cerrado. Pp. 113-148 in: Fernández, F. (ed.) 2003. Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, xxvi + 424 pp.
- SILVESTRE, R.; SILVA, R. R. Guildas de formigas da Estação Ecológica Jataí, Luiz Antônio (SP) - sugestões para aplicação do modelo de guildas como bioindicadores ambientais. *Biotemas*, v.14, n.1, p. 37-69, 2001.
- TEIXEIRA, A. F. R.; SILVA, V. M.; MENDONÇA, E. S. Fauna edáfica em sistemas arborizados de café conilon em solo de tabuleiros costeiros. *Coffee Science*, v. 9, n. 3, p. 385-393, 2014.
- Theodoro, Vanessa Cristina de Almeida Transição do manejo de lavoura cafeeira do sistema convencional para o orgânico / Vanessa Cristina de Almeida Theodoro. -- Lavras : UFLA, 2006. 142 p.:il.

TORCHOTE, Pitinan., SITTHICHAROENCHAI, Duangkhae., CHAISUEKUL, Chatchawan. Ant species diversity and community composition in three different habitats: mixed deciduous forest, teak plantation and fruit orchard. *Tropical Natural History* 10(1): 37-51, April 2010.

VILAS BOAS, G. A cafeicultura na região de planejamento sul de minas e no município de nepomuceno, Minas Gerais. *Geosaberes Revista de Estudos Geoeducacionais*, v. 11, p. 656-673, 2020. <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v11i0.972>.

Material complementar

Tabela 1- Lista de presença (1) e ausência (0) de morfoespécies de formigas em café orgânico e convencional.

Morfoespécie	Café orgânico	Café convencional
Subfamilia Dolichoderinae		
<i>Linepthema</i> sp. 1	1	1
<i>Linepthema</i> sp. 2	1	1
Subfamilia Ectatomminae		
<i>Gnamptogenys</i> sp. 1	0	1
<i>Gnamptogenys</i> sp. 2	0	1
Subfamilia Formicinae		
<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	1	1
<i>Camponotus</i> sp. 1	1	0
<i>Camponotus</i> sp. 2	1	0
<i>Nylanderia</i> sp. 1	1	0
Subfamilia Myrmicinae		
<i>Atta</i> sp. 1	1	0
<i>Cardiocondyla</i> sp. 1	0	1
<i>Mycocepurus</i> sp. 1 (alada)	0	1
<i>Pheidole</i> alada (sp. 1)	1	0
<i>Pheidole</i> sp. 1	1	1
<i>Pheidole</i> sp. 2	1	0
<i>Pheidole</i> sp. 3	1	0
<i>Pheidole</i> sp. 4	1	1
<i>Pheidole</i> sp. 5	1	1
<i>Pheidole</i> sp. 6	1	1
<i>Pheidole</i> sp. 7	1	1
<i>Pheidole</i> sp. 8	1	0
<i>Pheidole</i> sp. 9	1	0

<i>Pheidole</i> sp. 10	1	0
<i>Pheidole</i> sp. 11	1	0
<i>Pheidole</i> sp. 12	1	0
<i>Pheidole</i> sp. 13	1	0
<i>Pheidole</i> sp. 14	0	1
<i>Pheidole</i> sp. 15	0	1
<i>Pheidole</i> sp. 16	0	1
<i>Solenopsis</i> alada	0	1
<i>Solenopsis</i> sp. 2	1	0
<i>Solenopsis</i> sp. 3	1	0
<i>Solenopsis</i> sp. 4	1	1
<i>Solenopsis</i> sp. 5	1	0
<i>Solenopsis</i> sp. 7	0	1
<i>Solenopsis</i> sp. 8	0	1

---

Fonte: Do autor (2023)