

UFRRJ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA
SAÚDE - ICBS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
FITOSSANIDADE E BIOTECNOLOGIA APLICADA

DISSERTAÇÃO

COMUNIDADES DE FORMIGAS EM ÁREAS CULTIVADAS
NO MUNICÍPIO DE SAPUCAIA, RJ

FRANCISMARA MAMEDE MENDES

2026



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - ICBS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE E
BIOTECNOLOGIA APLICADA**

**COMUNIDADES DE FORMIGAS EM ÁREAS CULTIVADAS NO
MUNICÍPIO DE SAPUCAIA, RJ**

FRANCISMARA MAMEDE MENDES

Sob a Orientação do Professor
Dr. Fábio Souto de Almeida

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, Área de Concentração em Fitossanidade.

Seropédica, RJ
Março de 2026

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M538c Mendes, Francismara Mamede, 1998-
 Comunidades de formigas em áreas cultivadas no
 município de Sapucaia, RJ / Francismara Mamede Mendes.
 - Seropédica, 2026.
 88 f.: il.

 Orientador: Fábio Souto de Almeida.
 Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural
 do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em
 Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, 2026.

 1. Agroecossistemas. 2. Diversidade funcional. 3.
 Mirmecofauna. 4. Formicidae. 5. Biodiversidade. I.
 Almeida, Fábio Souto de, 1982-, orient. II
 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
 Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade e
 Biotecnologia Aplicada III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - ICBS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE E BIOTECNOLOGIA
APLICADA**

FRANCISMARA MAMEDE MENDES

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, Área de Concentração em Fitossanidade.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 19/03/2026



Documento assinado digitalmente
FABIO SOUTO DE ALMEIDA
Data: 19/03/2026 18:00:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Fábio Souto de Almeida. Prof. Dr. UFRRJ
(Orientador)



Documento assinado digitalmente
ANDRE BARBOSA VARGAS
Data: 19/03/2026 23:03:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

André Barbosa Vargas. Dr. UniFOA



Paulo Sergio Torres Brioso. Dr. UFRRJ

Dedico este trabalho à
minha família, pelo amor, apoio e
incentivo incondicionais ao longo
de toda a minha trajetória

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus e aos meus pais, que são minha base, meu exemplo e minha maior força. Obrigada por cada gesto de amor, por cada palavra de incentivo e por acreditarem em mim até mesmo quando eu duvidei. Todo o esforço, as renúncias e o apoio incondicional de vocês foram o alicerce que sustentou cada passo dessa caminhada. Se hoje realizo mais esse sonho, é porque sempre tive o amor e a confiança de vocês me guiando.

À minha família e aos meus amigos, que sempre estiveram presentes, oferecendo apoio emocional, compreensão e palavras de incentivo nos momentos mais desafiadores.

À minha namorada, meu amor e porto seguro, pelo carinho que me acalma, pela paciência que me fortalece e pelo apoio incondicional em cada etapa dessa jornada. Obrigada por segurar minha mão nos dias difíceis, por celebrar comigo cada pequena conquista e por transformar o peso dos desafios em leveza com o seu amor. Sem você, essa caminhada não teria sido tão bonita, tão significativa e tão cheia de luz.

A todos que contribuíram diretamente para a elaboração desta dissertação, meu sincero agradecimento. Em especial, ao meu pai e a Euller, pelo apoio e companheirismo durante as atividades de campo; à Gabi, pela valiosa ajuda em casa e no laboratório; e à Bia Ramalho, que também contribuiu de forma fundamental com seu auxílio no laboratório.

Aos meus amigos de curso, Pedro e Thamires, pelo apoio, companheirismo e troca de experiências ao longo dessa jornada acadêmica.

Ao meu orientador, Fabio Souto, pela orientação, dedicação, disponibilidade e contribuições fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos, que possibilitou a realização desta pesquisa.

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

RESUMO GERAL

MENDES, FRANCISMARA MAMEDE. **Comunidades de formigas em áreas cultivadas no município de Sapucaia, RJ. 2026.** 77 p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada). Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde - ICBS, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2026.

A mirmecofauna representa um elemento fundamental da biodiversidade de agroecossistemas, com as suas atividades incluindo desde a predação de pragas até causar danos econômicos às culturas. Este trabalho avaliou o efeito de fatores intrínsecos e extrínsecos aos agroecossistemas sobre a riqueza, a diversidade e a composição taxonômica e funcional (guildas) de formigas no município de Sapucaia, RJ. A coleta foi realizada em sete áreas cultivadas em 2025, utilizando 15 armadilhas de solo (*pitfall*) por área. Os agroecossistemas foram classificados quanto ao tipo de cultivo (ciclo curto ou longo), sendo também mensuradas a profundidade da cobertura morta, a distância média para fragmentos florestais e a temperatura do ar. Foram registradas 54 espécies distribuídas em 24 gêneros, com predominância das subfamílias Myrmicinae e Formicinae. A riqueza de espécies foi influenciada principalmente pelo tipo de cultivo, sendo maior em áreas de ciclo longo. O modelo matemático com o tipo de cultivo e a cobertura morta explicou 85,97% da variação na riqueza, enquanto que para a diversidade (Índice de Shannon), o modelo com todas as variáveis independentes explicou 99,62% da variação. A composição da mirmecofauna foi estruturada principalmente pela distância para os fragmentos florestais, evidenciando a importância da matriz florestal. As formigas foram classificadas em oito guildas, com destaque para as onívoras e detritívoras de serapilheira (21 espécies). Cultivos de ciclo longo favoreceram maior riqueza e abundância de guildas, além da ocorrência exclusiva de formigas arborícolas onívoras. Assim, manejos que aumentam a estabilidade e mantêm a cobertura morta promovem maior diversidade e sustentabilidade aos agroecossistemas, com a proximidade de fragmentos florestais também sendo um fator relevante.

Palavras-chave: agroecossistemas, diversidade funcional, Formicidae.

GENERAL ABSTRACT

MENDES, FRANCISMARA MAMEDE. **Ant communities in cultivated areas in the municipality of Sapucaia, RJ. 2026.** 77 p. Dissertation (Master Science in Phytosanitary and Applied Biotechnology). Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde - ICBS, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2026.

Ant fauna represents a fundamental element of agroecosystem biodiversity, with their activities ranging from pest predation to causing economic damage to crops. This study evaluated the effect of intrinsic and extrinsic factors on the richness, diversity, and taxonomic and functional composition (guilds) of ants in the municipality of Sapucaia, Rio de Janeiro State, Brazil. Collection was carried out on seven cultivated areas in 2025, using 15 pitfall traps per area. The agroecosystems were classified according to the type of cultivation (short-cycle or long-cycle), and the leaf litter depth, the average distance to forest fragments, and air temperature were also measured. Fifty-four species distributed across 24 genera were recorded, with a predominance of the subfamilies Myrmicinae and Formicinae. Species richness was mainly influenced by the type of cultivation, being higher in long-cycle areas. The mathematical model considering crop type and leaf litter depth explained 85.97% of the variation in richness, while for diversity (Shannon Index), the model with all independent variables explained 99.62% of the variation. The composition of the ant fauna was mainly structured by the distance to forest fragments, highlighting the importance of the forest matrix. Ants were classified into eight guilds, with the guild litter omnivores and scavengers standing out (21 species). Long-cycle crops favored greater richness and abundance of guilds, in addition to the exclusive occurrence of omnivorous arboreal ants. Thus, management practices that increase stability and maintain leaf litter promote greater diversity and sustainability in agroecosystems, with proximity to forest fragments also being a relevant factor.

Key Word: agroecosystems, functional diversity, Formicidae.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Subfamílias e espécies de formigas coletadas em áreas cultivadas no município de Sapucaia, Estado do Rio de Janeiro. Nota: CC – cultivo de ciclo curto; CL – cultivo de ciclo longo.	30
Tabela 2. Regressão linear passo-a-passo (<i>Stepwise</i>) entre a riqueza de espécies de formigas (variável dependente) e as seguintes variáveis independentes: tipo de cultivo (C - cultivo de ciclo curto ou longo); profundidade da cobertura morta (CM); distância da área cultivada para fragmentos florestais (D); e temperatura do ar próxima ao solo (T).	34
Tabela 3. Regressão linear passo-a-passo (<i>Stepwise</i>) entre a diversidade de espécies de formigas (Índice de Diversidade de Shannon - variável dependente) e as seguintes variáveis independentes: tipo de cultivo (C - cultivo de ciclo curto ou longo); profundidade da cobertura morta (CM); distância da área cultivada para fragmentos florestais (D); e temperatura do ar próxima ao solo (T).	36
Tabela 4. Guildas e espécies de formigas em áreas cultivadas no município de Sapucaia, Estado do Rio de Janeiro.	59
Tabela 5. Riqueza de espécies nas guildas de formigas e riqueza de guildas em áreas com cultivo de ciclo curto (CC) e de ciclo longo (CL) no município de Sapucaia, Estado do Rio de Janeiro.....	61
Tabela 6. Regressão linear passo-a-passo (<i>Stepwise</i>) entre a riqueza de guildas de formigas (variável dependente), no município de Sapucaia-RJ, e as seguintes variáveis independentes: tipo de cultivo (C - cultivo de ciclo curto ou longo); profundidade da cobertura morta (CM); distância da área cultivada para fragmentos florestais (D); e temperatura do ar próxima ao solo (T).	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Delimitação do Município de Sapucaia no Estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	16
Figura 2. Localização das propriedades rurais e respectivas áreas de cultivo estudadas no município de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.	18
Figura 3. Vista geral do sistema de cultivo orgânico do Sítio Filadélfia (P1), com destaque para a cultura de <i>Coffea canephora</i> (café conilon), principal fonte de renda da propriedade, consorciada ao limão taiti (<i>Citrus latifolia</i>).....	19
Figura 4. Área de cultivo do Sítio União (P2) conduzida sob sistema de manejo convencional, com cultivo monoespecífico de <i>Sechium edule</i> (chuchu), base produtiva da propriedade.	21
Figura 5. Área de cultivo da unidade P3 do Sítio União, conduzida sob sistema convencional, com exploração de <i>Citrus reticulata</i> (tangerina ponkan) em sistema de sequeiro.....	22
Figura 6. Área de cultivo do Sítio Três Irmãos (P4), conduzida sob sistema convencional, com produção irrigada de <i>Sechium edule</i> (chuchu).....	23
Figura 7. Área de cultivo da unidade P5 do Sítio Três Irmãos, conduzida sob sistema convencional, com produção irrigada de <i>Cucurbita moschata</i> (abobrinha brasileira).....	24
Figura 8. Área de cultivo do Sítio Recanto (P7), conduzida sob sistema convencional, com cultivo diversificado de <i>Citrus reticulata</i> (tangerina ponkan), <i>Citrus sinensis</i> (laranja) e <i>Psidium guajava</i> (goiaba), em sistema de sequeiro.....	26
Figura 9. Área de cultivo do Sítio Três Marias (P7), conduzida sob sistema de manejo orgânico, com produção diversificada em policultura, incluindo citros, manga, jabuticaba e mandioca, em sistema de sequeiro.....	27
Figura 10. Relação entre a riqueza de espécies de formigas e a profundidade da cobertura morta, a distância da área cultivada para fragmentos florestais e a temperatura do ar próxima ao solo, no município de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.....	35
Figura 11. Relação entre a diversidade de espécies de formigas (Índice de Diversidade de Shannon) e a profundidade da cobertura morta, a distância da área cultivada para fragmentos	

florestais e a temperatura do ar próxima ao solo, no município de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.....37

Figura 12. Ordenamento Multidimensional Não-Métrico com o índice de Bray-Curtis para a mirmecofauna de áreas cultivadas com cultivos de ciclo curto (CC) e de ciclo longo (CL) e situadas a diferentes distâncias médias de fragmentos florestais. Nota: CM - profundidade de cobertura morta.....38

Figura 13. Relação entre a riqueza de guildas de formigas e a profundidade da cobertura morta, a distância da área cultivada para fragmentos florestais e a temperatura do ar próxima ao solo, no município de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.64

Figura 14. Abundância (média $\pm$ erro padrão) de formigas nas diferentes guildas em áreas com cultivo de ciclo curto (cor azul) e de ciclo longo (cor laranja) no município de Sapucaia, Estado do Rio de Janeiro.65

Figura 15. Análise de Componentes Principais (*Principal Component Analysis* - PCA) para a abundância das guildas de formigas em áreas de cultivo de ciclo curto (círculo azul) e de ciclo longo (círculo preto), no município de Sapucaia, Estado do Rio de Janeiro. Nota: Arborícolas onívoras (AO); Cultivadoras de fungos (exceto cortadeiras) (CF); Cortadeiras (CO); Dominantes de solo ou serapilheira (DSS); Generalistas Agressivas (GA); Onívoras e detritívoras de serapilheira (ODS); Predadoras generalistas de serapilheira (PGS); Onívoras verdadeiras dominantes de solo ou serapilheira (OVD).....66

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
CAPÍTULO I	10
RIQUEZA, DIVERSIDADE E COMPOSIÇÃO DA MIRMECOFAUNA EM AGROECOSSISTEMAS NO MUNICÍPIO DE SAPUCAIA-RJ.....	10
RESUMO.....	11
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
2.1 Área de Estudo	16
2.2 Características das propriedades e das áreas cultivadas	18
2.2.1 Propriedade Sítio Filadélfia (P1).....	18
2.2.2 Propriedade Sítio União (P2)	19
2.2.3 Propriedade Sítio União (P3)	21
2.2.4 Propriedade Sítio Três Irmãos (P4)	22
2.2.5 Propriedade Sítio Três Irmãos (P5)	23
2.2.6 Propriedade Sítio Recanto (P6)	25
2.2.7 Propriedade Sítio Três Marias (P7)	26
2.3 Procedimentos Metodológicos	27
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4. CONCLUSÕES	40
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
CAPÍTULO II.....	50
GUILDAS DE FORMIGAS EM ÁREAS CULTIVADAS NO MUNICÍPIO DE SAPUCAIA-RJ.....	50
RESUMO.....	51

ABSTRACT	52
1. INTRODUÇÃO.....	53
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	56
2.1 Área de Estudo	56
2.2 Procedimentos Metodológicos	56
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
4. CONCLUSÕES	68
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
CONCLUSÕES GERAIS.....	76

INTRODUÇÃO GERAL

A produção agrícola brasileira figura entre as maiores do mundo, tendo atingido o montante recorde de 350,2 milhões de toneladas na safra 2024/2025 (MAPA, 2025). O Brasil teve produção agrícola de valor estimado em R\$783,2 bilhões em 2024 (IBGE, 2025). Assim, a agricultura nacional apresenta relevância para o PIB brasileiro, gera empregos, renda e está fortemente entrelaçada com a cultura das diferentes regiões brasileiras (MATTEI, 2014; SILVA et al., 2025).

Contudo, o avanço da fronteira agropecuária é apontado como importante gerador de perda de biodiversidade nativa, por provocar a redução das florestas e demais formas de vegetação nativas (ROSSONI; MORAES, 2020; CERQUEIRA; GOMES, 2023). Além disso, muitas práticas agrícolas são bastante criticadas por serem danosas à diversidade biológica, como a adoção de monoculturas e o uso de pesticidas químicos sintéticos (ESTRADA et al., 2019; ALMEIDA, 2020).

A perda de biodiversidade, incluindo a redução da diversidade genética, se traduz em sérias ameaças à humanidade, pois inúmeras espécies são utilizadas para a alimentação, produção de bens e serviços e como fonte de energia (ALMEIDA; VARGAS, 2017). Também podem ser citados como serviços ambientais a polinização, o controle biológico de pragas, a purificação do ar e da água, a redução da erosão do solo, a manutenção da fertilidade do solo, a regulação da quantidade e qualidade da água, além de serviços culturais, dentre outros (FERREIRA, 2024; SILVA et al., 2024). Os serviços ambientais proporcionados pela biodiversidade incluem aqueles gerados por cada espécie individualmente e também os ocasionados pelos ecossistemas como um todo, que é composto e determinado por um conjunto de espécies (FERREIRA, 2024).

Além dos serviços ecossistêmicos diretos, a manutenção da biodiversidade funcional nos agroecossistemas atua como um mecanismo de resiliência frente às mudanças climáticas globais, além de outras mudanças ambientais adversas provocadas pelo ser humano (VILANOVA et al., 2023). Ecossistemas agrícolas mais complexos e biodiversos possuem maior capacidade de autorregulação e resiliência, inclusive mitigando os efeitos de secas prolongadas, a ação de organismos prejudiciais, os picos de temperatura, dentre outros, que impactam a produtividade (VILANOVA et al., 2023; VÁZQUEZ, 2024). Inclusive, a integração de agroecossistemas com remanescentes florestais não apenas protege a fauna local,

mas garante a estabilidade dos fluxos biogeoquímicos essenciais para a capacidade produtiva do solo e outros serviços ecossistêmicos como a polinização, reduzindo a vulnerabilidade do produtor rural diante de instabilidades ambientais (GOMES, 2024).

Práticas agrícolas alinhadas com a proposta da agroecologia e que visem harmonizar a relação entre produção de alimentos e matéria prima com a conservação da adequada qualidade ambiental podem proporcionar que as áreas cultivadas mantenham relevante número de espécies e sirvam de área de passagem para a fauna, reduzindo as adversidades da fragmentação de habitats (ESTRADA et al., 2019; PEREIRA; ALMEIDA, 2023). Os agroecossistemas possuem biodiversidade nativa associada, que pode incluir espécies de microrganismos, plantas, répteis, anfíbios, aves, mamíferos e inúmeras espécies de artrópodes, principalmente insetos. Nas áreas cultivadas são encontradas espécies de insetos benéficos à produção, como as polinizadoras, predadoras e parasitoides, assim como ocorrem insetos fitófagos, que se alimentam das plantas cultivadas e podem inclusive transmitir patógenos (GALLO et al., 2002).

A redundância de funções ecológicas gerada pelo aumento da biodiversidade em policultivos está atrelada à sustentabilidade produtiva dos agroecossistemas, devido aos serviços ambientais benéficos acarretados pelas espécies, como os já citados manutenção da fertilidade do solo, polinização e controle biológico de pragas e, por outro lado, nas monoculturas observa-se maior dependência de agrotóxicos e, consequentemente, menor sustentabilidade (PEREIRA, 2021). Os tratos culturais utilizados nos agroecossistemas, as características da sua estrutura e a sua estabilidade, além de variados fatores ambientais, afetam a diversidade taxonômica e funcional, com consequências na sustentabilidade produtiva e na dependência de insumos externos (ESTRADA et al., 2019; PEREIRA, 2021; ESTRADA et al., 2023).

É provável que mais da metade das espécies do planeta pertença à Classe Insecta (LEWINSOHN & PRADO, 2005), com essa elevada diversidade taxonômica proporcionando uma relevante diversidade comportamental (PINTO, 2010). As formigas (Hymenoptera: Formicidae) estão entre os insetos mais abundantes em áreas cultivadas e exercem diferentes funções ecológicas (ESTRADA et al., 2019; PEREIRA, 2021). Cabe ressaltar que a composição de espécies de insetos, incluindo da mirmecofauna, é influenciada pelas características das áreas cultivadas, estando inclusive associada às espécies de plantas (AMARAL, 2018).

As formigas são frequentemente utilizadas como bioindicadores de qualidade ambiental devido à sua sensibilidade a distúrbios no seu habitat, facilidade de amostragem e, especificamente em agroecossistemas, apresentam resposta a mudanças na estrutura da área cultivada e nas práticas de manejo (AMARAL et al. 2019; ESTRADA et al., 2019; PEREIRA; ALMEIDA, 2023). Por ocuparem diversos níveis tróficos, atuando como predadoras, herbívoras, detritívoras e fungívoras, apresentarem ampla gama de locais de nidificação e participarem de diversas interações ecológicas, a estrutura de suas comunidades reflete diretamente o estado de conservação e a complexidade estrutural do agroecossistema (AMARAL et al. 2019; ESTRADA et al., 2019; PEREIRA; ALMEIDA, 2023). Portanto, o estudo da mirmecofauna transcende a identificação taxonômica, permitindo diagnosticar a saúde ecológica da paisagem agrícola (ESTRADA et al., 2019; PEREIRA, 2021).

A agricultura na Microrregião de Três Rios, englobando os municípios de Areal, Três Rios, Sapucaia, Comendador Levy Gasparian e Paraíba do Sul, desempenha um papel fundamental na sustentabilidade econômica e social local. Contudo, o manejo de insetos, inclusive as formigas, emerge como um desafio significativo para os agricultores (TROMBINI, 2019). Este trabalho se propôs a investigar os fatores que influenciam as comunidades de formigas em áreas cultivadas do município de Sapucaia, analisando não apenas a riqueza taxonômica, mas também a funcional. Como as formigas são indicadoras de diversidade biológica (LOBO et al., 2023), pode-se afirmar que ao avaliar a mirmecofauna este trabalho obteve informações sobre quais fatores afetam a biodiversidade de insetos associados aos agroecossistemas. Além disso, proporcionou obter resultados úteis para a compreensão dos atributos ambientais que podem afetar os papéis exercidos pela mirmecofauna nas áreas cultivadas, contribuindo para o planejamento de agroecossistemas que tenham autorregulação, sendo mais similares aos ecossistemas naturais, o que promove a menor dependência de insumos externos.

Na transição para modelos agrícolas mais sustentáveis, o entendimento da ecologia de comunidades em escala de paisagem torna-se crucial, com a configuração do entorno das propriedades, como a presença de fragmentos de florestas nativas, podendo influenciar o fluxo de espécies entre áreas naturais e cultivadas, promovendo o movimento de polinizadores e inimigos naturais para as áreas cultivadas (BOESING et al., 2018; SOUZA, 2023). Assim, a análise da biodiversidade na Microrregião de Três Rios não atende apenas a um propósito

científico, mas a uma demanda latente por segurança alimentar e redução da dependência de insumos externos, alinhando a produção local às metas globais de desenvolvimento sustentável.

Neste trabalho são apresentados resultados relativos aos efeitos de características de áreas cultivadas e de seu entorno, além das práticas agrícolas adotadas, sobre a riqueza, a diversidade e também a composição taxonômica da mirmecofauna. Além disto, foi avaliada a riqueza e a composição de guildas de formigas, com o objetivo de analisar os efeitos das variáveis supracitadas sobre a diversidade funcional, incluindo grupos de formigas danosas à produção agrícola e, por outro lado, também espécies que são importantes predadoras e podem ser úteis no controle de pragas agrícolas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.S. (Org.) **Impactos Ambientais de grandes empreendimentos no Brasil**. 1. ed., Rio de Janeiro: Editora Autografia, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/343080685_Impactos_Ambientais_de_grandes_emp_reendimentos_no_Brasil. Acesso em: 19 fev. 2026.

ALMEIDA, F.S.; VARGAS, A.B. Bases para a gestão da biodiversidade e o papel do Gestor Ambiental. **Diversidade e Gestão**, v. 1, p. 10-32, 2017. Disponível em: http://www.itr.ufrj.br/diversidadeegestao/wp-content/uploads/2017/07/02-Bases-para-a-gestao-da-biodiversidade-e-o-papel-do-Gestor-Ambiental_rev_DC.pdf. Acesso em: 19 fev. 2026.

AMARAL, G. C.; VARGAS, A. B.; ALMEIDA, F.S. Efeitos de atributos ambientais na biodiversidade de formigas sob diferentes usos do solo. **Ciência Florestal**, v.29, n.2, p.660-672, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/qYT6m4cmdbFhdQzgxcCvQMC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 fev. 2026.

AMARAL, G.C. **Diversidade e interações ecológicas da fauna de formigas em áreas de cultivo orgânico**. 2018. 55 f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2018. Disponível em: <https://rima.ufrj.br/jspui/handle/20.500.14407/13565>. Acesso em: 19 fev. 2026.

BOESING AL, NICHOLS E, METZGER JP. Land use type, forest cover and forest edges modulate avian cross-habitat spillover. **Journal of Applied Ecology**, v.55, p.1252–1264, 2018. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13032>. Acesso em: 19 fev. 2026.

CERQUEIRA, E.B.; GOMES, J.MA. Expansão agropecuária e dinâmicas de uso e cobertura do solo no Piauí. **Geo UERJ**, n. 42, p. e69241, 2023. <https://doi.org/10.12957/geouerj.2023.69241>. Acesso em: 19 fev. 2026.

ESTRADA, M.A.; ALMEIDA, A.A.; VARGAS, A.B.; ALMEIDA, F.S. Diversidade, riqueza e abundância da mirmecofauna em áreas sob cultivo orgânico e convencional. **Acta Biológica Catarinense**, v. 6, p. 87-103, 2019. <https://doi.org/10.21726/abc.v6i2.223>. Acesso em: 19 fev. 2026.

ESTRADA, M.A.; PEREIRA, J.R.; ALMEIDA, Â.A.; VARGAS, A.B.; ALMEIDA, F.S. Ant functional groups and their effects on other insects in organic and conventional cropping areas. **Entomobrasilis**, v. 16, p. e1018, 2023. <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v16.e1018>. Acesso em: 19 fev. 2026.

FERREIRA, V. Serviços ecossistêmicos. **Revista de Ciência Elementar**, v. 12, n. 1, 2024. Disponível em <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2024/005/>. Acesso em: 19 fev. 2026.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p. Disponível em: <https://ocondedemontecristo.files.wordpress.com/2013/07/livro-entomologia-agrc3adcola-jonathans.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2026.

GOMES, M.V.C A biodiversidade em áreas agrícolas. **Revista Tópicos**, v. 2, n. 15, 2024. Disponível em: <https://revistatopicos.com.br/artigos/a-biodiversidade-em-areas-agricolas>. Acesso em: 19 fev. 2026.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PAM 2024**: Com queda nos preços e na safra de grãos, valor da produção agrícola cai pelo segundo ano seguido. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/44465-pam-2024-com-queda-nos-precos-e-na-safra-de-graos-valor-da-producao-agricola-cai-pelo-segundo-ano-seguido>. Acesso em: 19 fev. 2026.

LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. Quantas espécies há no Brasil? Megadiversidade, v.1, n.1, p.36-42, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Thomas->

[Lewinsohn/publication/271644747 Quantas especies ha no Brasil/links/5995adb0a6fdcc66b4366758/Quantas-especies-ha-no-Brasil.pdf](https://www.researchgate.net/publication/271644747_Quantas_especies_ha_no_Brasil/links/5995adb0a6fdcc66b4366758/Quantas-especies-ha-no-Brasil.pdf) Acesso em: 21 fev. 2026.

LOBO, N.C.R.; RIBEIRO, L.M.; PEREIRA, J.R.; ALMEIDA, A.A.; ALMEIDA, F.S. Efeitos de fatores ambientais sobre as assembleias de formigas arborícolas e epigéicas na Floresta Estacional Semidecidual. **Ciência Florestal**, v. 33, p. e67579-24, 2023. <https://doi.org/10.5902/1980509867579>. Acesso em: 19 fev. 2026.

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária. **Produção de grãos 24/25 atinge recorde histórico de 350,2 milhões de toneladas**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/producao-de-graos-24-25-atinge-recorde-historico-de-350-2-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 19 fev. 2026.

MARINHO, C.M.; FREITAS, H.R.; OLIVEIRA, L.M.S.R.; OLIVEIRA, L.S. (Orgs.) **Transição agroecológica e territorialidades: concepções, experiências e desafios**. Ponta Grossa: Atena, 2023. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.033230509>. Acesso em: 19 fev. 2026.

MATTEI, L. O papel e a importância da agricultura familiar no desenvolvimento rural brasileiro contemporâneo. **Revista Econômica do Nordeste**, p. 83-92, 2014. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/ren/article/view/500> Acesso em: 19 fev. 2026.

PEREIRA, J.R. **Diversidade, composição e guildas de formigas epigéicas e arborícolas em áreas cultivadas no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais**. 2021. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2021. Disponível em: <https://rima.ufrj.br/jspui/handle/20.500.14407/13582> Acesso em: 19 fev. 2026.

PEREIRA, J.R.; ALMEIDA, F.S. Influência da heterogeneidade ambiental sobre a mirmecofauna em diferentes usos do solo no município de Bom Despacho, estado de Minas Gerais. **Ciência Florestal**, v. 33, p. e64534-25, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/zpmG9M44dtMfjsdPmskbSVK/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 fev. 2026.

PINTO, C.S.C. **Estudo da fauna de Doryctinae (Hymenoptera: Braconidae) em áreas de Cerrado no estado de São Paulo, Brasil**. 2010. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/SCAR_c383ae1a8c181de13761b7b4e0fb3212. Acesso em: 19 fev. 2026.

ROSSONI, R.A.; MORAES, M.L. Agropecuária e desmatamento na Amazônia legal brasileira: uma análise espacial entre 2007 e 2017. **Geografia em Questão**, v. 13, n. 3, 2020. Disponível em: <https://saber.unioeste.br/index.php/geoemquestao/article/view/23536>. Acesso em: 19 fev. 2026.

SILVA, E. C. P.; RODRIGUES, C. C.; VIEIRA, L. B.; MORINO, D. M.; ÁVILA, M. F. P. Relevância das culturas agropecuárias para o produto interno bruto de Minas Gerais. **RAGC**, v.18, p.78–97, 2025. Disponível em: <https://www.revistas.fucamp.edu.br/index.php/ragc/article/view/3717>. Acesso em: 19 fev. 2026.

SILVA, M.S.F.; MAGNANI, E.; SOBRINHO, F.L.A. Serviços ecossistêmicos (des) conhecidos no Parque Nacional de Brasília. **Revista Geografar**, v. 19, n. 1, p. 201-225, 2024. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/geografar/article/download/93883/52360>. Acesso em: 19 fev. 2026.

SOUZA, N.O. **A influência da paisagem na disponibilidade de visitantes florais para o maxixe (*Cucumis anguria* L.): impacto nos polinizadores e na percepção dos produtores agrícolas**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba João Pessoa, 2023. 149 f. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/36299/1/NatachaOliveiraDeSouza_Dissert.pdf. Acesso em: 19 fev. 2026.

TROMBINI, F. **Extensão Rural Agroecológica - ERA, e as Demandas do Movimento Agroecológico Feirinha da Rural em Três Rios, RJ**. 2019. 96 p. Monografia (Graduação em

Gestão Ambiental) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Três Rios, 2019. Disponível Em: https://itr.ufrrj.br/portal/wp-content/uploads/2020/03/FTrombini_Corrigido.pdf. Acesso em: 19 fev. 2026.

VÁZQUEZ, L.L. Functional biodiversity and agroecological self-regulation for sustainable food. **Journal of Applied Biotechnology and Bioengineering**, v.11, n.2, p.24–28, 2024. DOI: 10.15406/jabb.2024.11.00355. Acesso em: 19 fev. 2026.

VILANOVA, C.; SIQUEIRA FILHO, J.A.; OLIVEIRA, L.M.S.R.; OLIVEIRA, L.S.; FREITAS, H.R. **Agroecologia e resiliência às mudanças climáticas: fundamentos e práticas o desenvolvimento territorial do semiárido brasileiro.** p. 45-67. DOI:10.22533/at.ed.0332305093. Acesso em: 19 fev. 2026.

CAPÍTULO I

RIQUEZA, DIVERSIDADE E COMPOSIÇÃO DA MIRMECOFAUNA EM AGROECOSSISTEMAS NO MUNICÍPIO DE SAPUCAIA-RJ

RESUMO

A fauna de formigas é geralmente diversificada em agroecossistemas, podendo ser influenciada por diversos fatores ambientais e de manejo. Neste capítulo, o objetivo foi avaliar o efeito de variáveis intrínsecas e extrínsecas aos agroecossistemas sobre a riqueza, a diversidade e a composição de espécies em áreas cultivadas no município de Sapucaia, RJ. Foram utilizadas 15 armadilhas *pitfall* em sete agroecossistemas, sendo três de ciclo curto e quatro de ciclo longo. As formigas foram identificadas ao nível de gênero e categorizadas em morfoespécies, com a identificação das espécies sendo executada quando foi viável. A Regressão Linear *Stepwise* foi utilizada para analisar a relação da riqueza e da diversidade com o tipo de cultivo (ciclo curto ou ciclo longo), a profundidade de cobertura morta, a distância para fragmentos florestais e a temperatura do ar. Foram registradas 54 espécies, com predominância de Myrmicinae (30) e Formicinae (10), evidenciando a representatividade amostral do estudo. A riqueza de espécies de formigas foi influenciada principalmente pelo tipo de cultivo ($R^2 = 85,94\%$), sendo maior em cultivos de ciclo longo. O modelo matemático com o tipo de cultivo e a cobertura morta explicou 85,97% da variação na riqueza, enquanto o modelo com todas as variáveis independentes explicou 99,62% da variação da diversidade de espécies. Não houve diferença significativa na estrutura da comunidade entre os tipos de cultivo (ANOSIM; $R = -0,056$; $p = 0,56$), porém a distância para os fragmentos florestais foi relevante para a composição da mirmecofauna. A presença de árvores e a manutenção da cobertura morta aumentam a heterogeneidade ambiental, favorecendo a diversidade de formigas, assim como a maior estabilidade do ambiente ao longo do tempo.

Palavras-chave: agroecossistema, biodiversidade, Formicidae.

ABSTRACT

Ant fauna is generally diverse in agroecosystems and can be influenced by various environmental and management factors. This chapter aimed to evaluate the effect of intrinsic and extrinsic variables on the richness, diversity, and species composition of ants in cultivated areas in the municipality of Sapucaia, State of Rio de Janeiro. Fifteen pitfall traps were used in seven agroecosystems, three with short-cycle and four with long-cycle. Ants were identified to the genus level and categorized into morphospecies, with species identification performed when feasible. Stepwise linear regression was used to analyze the relationship between richness and diversity with crop type (short-cycle or long-cycle), leaf litter depth, distance to forest fragments, and air temperature. Fifty-four species were recorded, predominantly Myrmicinae (30) and Formicinae (10), highlighting the representativeness of the study sample. Ant species richness was primarily influenced by crop type ($R^2 = 85.94\%$), being higher in long-cycle crops. The mathematical model with crop type and leaf litter depth explained 85.97% of the variation in richness, while the model with all independent variables explained 99.62% of the variation in species diversity. There was no significant difference in community structure between crop types (ANOSIM; $R = -0.056$; $p = 0.56$), however, the distance to forest fragments was relevant to the composition of the ant fauna. The presence of trees and the maintenance of leaf litter increase environmental heterogeneity, favoring ant diversity, as well as greater environmental stability over time.

Key Word: agroecosystem, biodiversity, Formicidae.

1. INTRODUÇÃO

A extinção de espécies, de variados grupos taxonômicos, é um dos mais sérios e preocupantes problemas que a humanidade tem enfrentado no último século, devido às consequentes adversidades decorrentes da redução da biodiversidade (ALMEIDA; VARGAS, 2017). A poluição, a introdução de espécies exóticas, a superexploração e a fragmentação e redução da área ocupada por habitats naturais estão entre os fatores determinantes para a perda de diversidade biológica (ROOS, 2021; ALMEIDA; VARGAS, 2017). Dentre os problemas derivados da perda de biodiversidade estão a ameaça aos serviços de polinização de plantas cultivadas, de controle biológico, de criação de biotecnologias e de ciclagem de nutrientes do solo (STEWART et al., 2014). Desse modo, é uma questão relacionada com a sustentabilidade da produção agrícola. Destaca-se que, por possuir expressiva diversidade biológica (MMA, 2025) e ser uma potência agrícola global (MAPA, 2025), a conservação da biodiversidade torna-se um tema especialmente relevante para o Brasil.

As monoculturas são ambientes simplificados, onde constata-se limitada diversidade de nichos ecológicos e, consequentemente, limitado número de espécies (AMARAL et al., 2019; ESTRADA et al., 2019). Além disso, determinados tratamentos culturais como a remoção e queima da cobertura morta, também chamada de serapilheira, e a utilização de agrotóxicos, incluindo inseticidas químicos sintéticos, também reduzem a biodiversidade associada às áreas cultivadas (ESTRADA et al., 2019; PEREIRA; ALMEIDA, 2023). Entretanto, policultivos com espécies perenes e nos quais sejam usados tratamentos culturais menos agressivos à biodiversidade podem manter considerável riqueza de espécies (AMARAL et al., 2019; ESTRADA et al., 2019). Este acréscimo de diversidade biológica se traduz em benefício para a produção agrícola, visto que amplia a redundância de funções ecológicas nos agroecossistemas, incluindo dos serviços ecossistêmicos benéficos para a sustentabilidade produtiva (PEREIRA, 2021; PEREIRA; ALMEIDA, 2023). Assim, é interessante que as áreas cultivadas tenham expressiva biodiversidade associada visando a sustentabilidade (ALTIERI, 2004).

A heterogeneidade ambiental dos policultivos favorece o estabelecimento de comunidades de espécies com diferentes requisitos funcionais, promovendo o que se denomina complementaridade de nicho (SANTOS 2020). Ao contrário das monoculturas e cultivos de ciclo curto, que tendem a selecionar espécies generalistas e muitas vezes sinantrópicas, os sistemas diversificados e de ciclo longo permitem a coexistência de especialistas que

desempenham papéis críticos na regulação de populações de herbívoros, reduzindo a necessidade de intervenções químicas e favorecendo a transição para modelos de agricultura de base ecológica (PEREIRA, 2021). A perda de biodiversidade em paisagens agrícolas pode comprometer a produção de alimentos (GOMES, 2024). Além disso, no cenário atual de crise climática, agroecossistemas que preservam elevada biodiversidade e estabilidade ao longo do tempo podem ser ferramentas relevantes para o enfrentamento das mudanças ambientais e socioeconômicas, inclusive por apresentarem maior resiliência que áreas cultivadas mais homogêneas (CANARIO, 2029).

Os agroecossistemas, principalmente os constituídos como policultivos com expressiva heterogeneidade estrutural e com culturas perenes, podem contribuir com a proteção de parcela da diversidade biológica e assim usufruir dos benefícios prestados por esta biodiversidade (LOPES, 2014; ESTRADA et al., 2019; PEREIRA; ALMEIDA, 2023). As áreas cultivadas podem manter especialmente espécies de pequeno porte, que podem ser abundantes nestas áreas e assim apresentar populações com expressiva diversidade genética, com as espécies de insetos estando entre as que são encontradas nos agroecossistemas (CAMARGO, 2001; ALMEIDA et al., 2007).

A família Formicidae destaca-se entre os grupos da Classe Insecta nas áreas cultivadas, em função da expressiva riqueza de espécies, abundância e relevância (ALMEIDA et al., 2007; GOMES et al., 2013). A importância da mirmecofauna para os agroecossistemas é ambígua, pois existem espécies predadoras, polinizadoras e as que participam da ciclagem de nutrientes do solo, mas também se encontram as formigas cortadeiras, que cortam folhas e ramos e assim podem causar danos econômicos (ESTRADA et al., 2019; PEREIRA 2021). Desse modo, conhecer a mirmecofauna de áreas cultivadas é importante para o seu manejo visando maximizar a produção agrícola (ESTRADA et al., 2019; PEREIRA 2021). Além disso, é relevante para contribuir para a conservação de parte da biodiversidade nativa, cabendo destacar que a mirmecofauna é indicadora de biodiversidade e locais onde ocorre maior riqueza de espécies de formigas geralmente constata-se maior biodiversidade em geral (ESTRADA et al. 2014; LOBO et al., 2023).

Além de sua função como bioindicadoras, as formigas são reconhecidas como "engenheiras do ecossistema", pois suas atividades de nidificação e forrageamento alteram as características do solo, influenciando a porosidade, a densidade, a concentração de nutrientes utilizados pelas plantas, a infiltração de água no solo e alteram a distribuição de sementes e

plantas (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; ALMEIDA; QUEIROZ, 2015; ALMEIDA et al., 2019).

Estudos sobre comunidades de formigas em áreas cultivadas têm investigado os efeitos de variáveis ambientais e dos tratos culturais sobre a riqueza, a diversidade e a composição de espécies de formigas (ALMEIDA et al., 2007; AMARAL et al., 2019; ESTRADA et al., 2019; PEREIRA; ALMEIDA, 2023). Em tais pesquisas foi possível verificar que fatores como a profundidade de cobertura morta, o número de espécies cultivadas e a temperatura do ar podem influenciar a mirmecofauna (ALMEIDA et al., 2007; AMARAL et al., 2019; ESTRADA et al., 2019; PEREIRA; ALMEIDA, 2023). Além disso, tratos culturais podem ser bastante relevantes para as comunidades de formigas (ESTRADA et al., 2019). Os efeitos específicos da estabilidade do agroecossistema sobre a mirmecofauna têm recebido menor atenção. Tais estudos geram conhecimento útil visando o planejamento do manejo da fauna de formigas em agroecossistemas.

Assim, neste capítulo o objetivo foi avaliar o efeito de fatores intrínsecos e extrínsecos aos agroecossistemas sobre a riqueza, a diversidade e a composição de espécies de formigas em áreas cultivadas no município de Sapucaia, no Estado do Rio de Janeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado em propriedades rurais no município de Sapucaia (Figura 1). Este município está localizado na Microrregião de Três Rios, na Mesorregião do Centro-Sul Fluminense, Estado do Rio de Janeiro. De acordo com os dados do Censo Demográfico mais recente (ano de 2022), o município possui uma população de 17.729 habitantes, distribuídos em uma área territorial de 540,673 km², o que resulta em uma densidade demográfica de aproximadamente 32,8 hab/km² (IBGE, 2026).

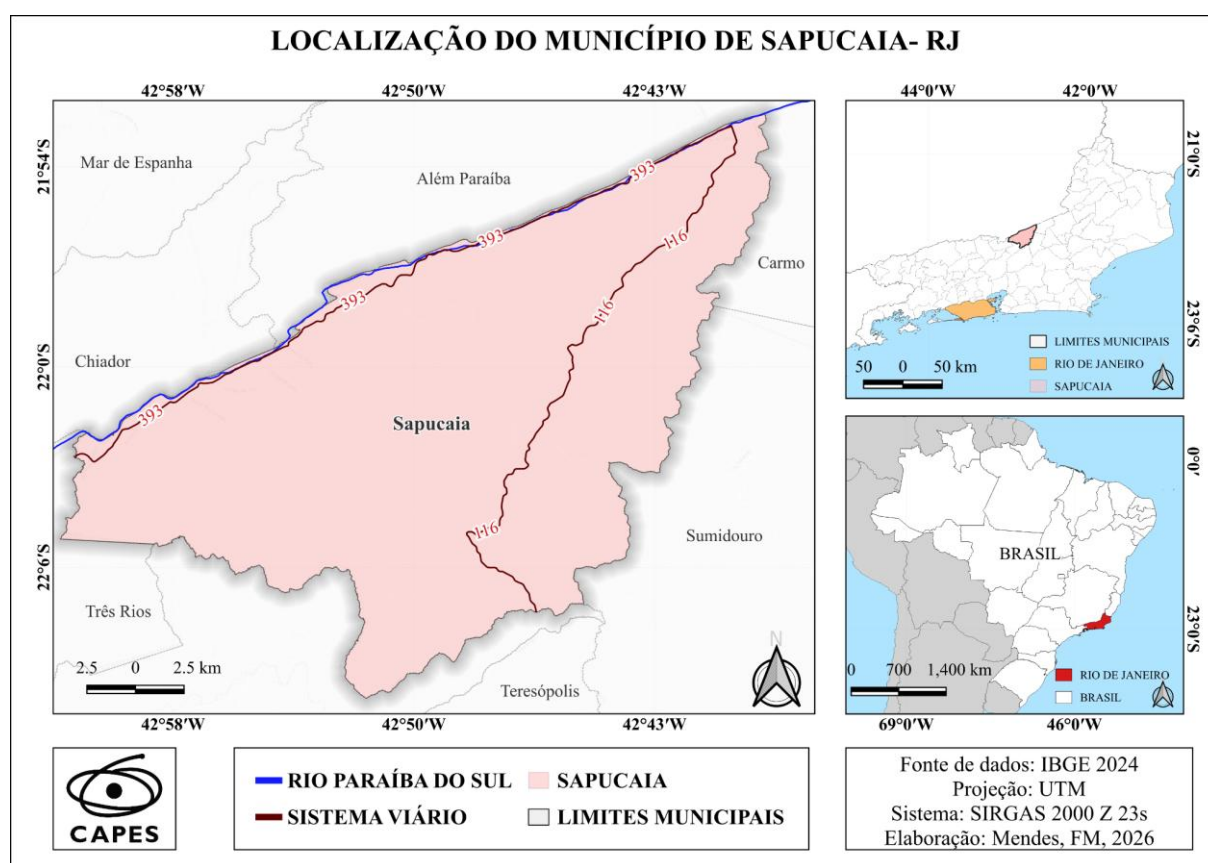


Figura 1. Delimitação do Município de Sapucaia no Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

O clima da região é classificado, segundo a tipologia de Köppen, como Tropical de Altitude (Cwa), caracterizado por verões quentes e chuvosos e invernos secos e amenos (ALVARES et al., 2013). A temperatura média anual gira em torno de 20,8 °C, com precipitações pluviométricas que se concentram entre os meses de outubro e março. O relevo é predominantemente acidentado, marcado por maciços de Domínio de Morros Elevados e

Escarpas Serranas (AGEVAP 2014), com solos do tipo Argissolos e Latossolos, típicos de regiões de encosta (DANTAS et al., 2001).

O município está totalmente inserido no Bioma Mata Atlântica. Embora tenha sofrido forte pressão antrópica histórica, Sapucaia destaca-se na região por ainda apresentar fragmentos florestais significativos em comparação aos municípios vizinhos, sendo considerada uma área estratégica para a manutenção de serviços ecossistêmicos e da biodiversidade na Microrregião de Três Rios (OLIVEIRA, 2024). Sapucaia é o município de Microrregião de Três Rios que apresenta a maior porcentagem de cobertura florestal nativa (33,46 %) (OLIVEIRA, 2024).

Nos últimos anos, o estado do Rio de Janeiro tem demonstrado a relevância de sua atividade agrícola, apesar do foco econômico em outros setores, apresentando uma diversidade produtiva significativa. Dados do Censo Agropecuário de 2017 indicavam a existência de aproximadamente 65 mil estabelecimentos rurais no estado, com uma estimativa de mais de 30 mil produtores familiares beneficiados por leis de incentivo e isenções (IBGE, 2017). Especificamente no segmento sustentável, o estado contava até 2024 com 496 produtores e organizações rurais certificados como orgânicos, atuando em 47 municípios, com forte presença nas regiões Metropolitana e Serrana (BRASIL, 2024; HISSA; ASSIS, 2024).

Acompanhando esse cenário de fortalecimento da produção diversificada, o presente estudo foi realizado no município de Sapucaia-RJ. Para a análise da mirmecofauna local, foram selecionadas e utilizadas sete áreas cultivadas, sendo cinco caracterizadas pelo sistema de cultivo convencional de alimentos (P2, P3, P4, P5 e P6) e duas onde se realiza o cultivo orgânico (P1 e P7), com uma tendo certificação (P1) (Figura 2).

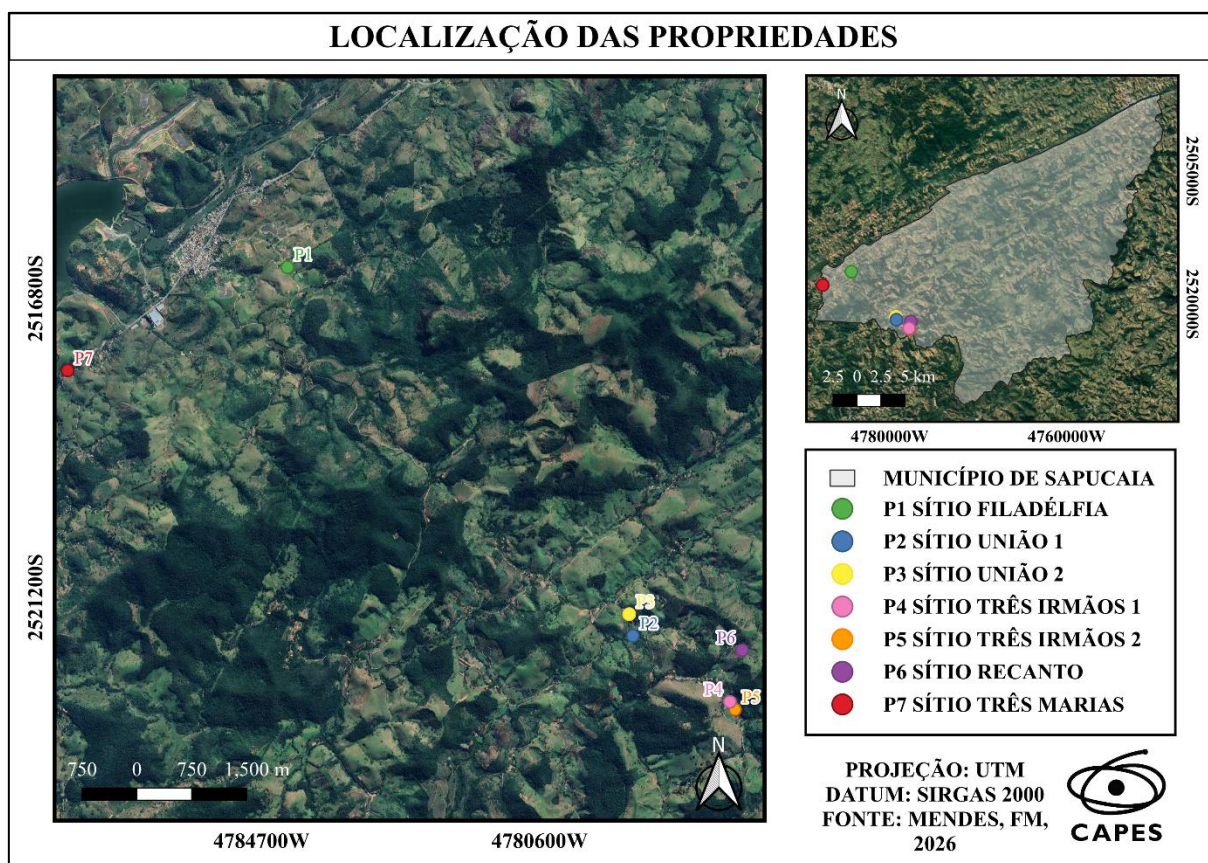


Figura 2. Localização das propriedades rurais e respectivas áreas de cultivo estudadas no município de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.

2.2 Características das propriedades e das áreas cultivadas

2.2.1 Propriedade Sítio Filadélfia (P1)

A propriedade Sítio Filadélfia (P1) (coordenadas 22°02'24.30" S e 42°58'41.72" O), compreende uma área cultivada de cerca de 16.400 m² sob um sistema de manejo orgânico. O cultivo é composto pelas espécies *Coffea canephora* (café canephora ou conilon) e *Citrus latifolia* (limão taiti) (Figura 3), sendo o café a principal fonte de renda da propriedade. O sistema de produção é de sequeiro, dependendo da água da chuva para o desenvolvimento das culturas. Durante a visita técnica realizada em maio de 2025, as condições ambientais registraram uma temperatura do ar de 28,3°C e umidade relativa do ar de 36%.

O ambiente de cultivo apresenta vegetação espontânea e a manutenção de cobertura morta sobre o solo. A propriedade está situada próxima a fragmentos de vegetação nativa. No manejo fitossanitário, o proprietário utiliza defensivos naturais. As principais pragas presentes

são insetos e ácaros, além de doenças fúngicas e bacterianas, com impactos visíveis especialmente na cultura do café.

Em relação à interação formiga-planta, o proprietário realiza monitoramento regular da fauna, mas não recebeu assistência técnica sobre o tema e desconhece a existência de insetos benéficos ou medidas para conservá-los.



Figura 3. Vista geral do sistema de cultivo orgânico do Sítio Filadélfia (P1), com destaque para a cultura de *Coffea canephora* (café conilon), principal fonte de renda da propriedade, consorciada ao limão taiti (*Citrus latifolia*).

2.2.2 Propriedade Sítio União (P2)

A propriedade Sítio União (P2) (coordenadas 22°05'06.68" S e 42°55'57.15" O), compreende uma área cultivada de aproximadamente 4.500 m² conduzida sob um sistema de manejo convencional. O cultivo é monoespecífico, composto por *Sechium edule* (chuchu), que representa a base produtiva da propriedade (Figura 4). Diferente do sistema anterior, a produção é irrigada, garantindo o suprimento hídrico da cultura independentemente da sazonalidade

pluvial. Durante a visita técnica realizada em junho de 2025, a temperatura do ar registrada foi de 20,5°C e a umidade relativa do ar foi 59%.

O ambiente de cultivo é caracterizado por solo do tipo argiloso, contando com o manejo de cobertura morta sobre a superfície e a presença de vegetação espontânea entre as linhas de plantio. A proximidade com fragmentos de mata nativa no entorno favorece a circulação da fauna local. Observou-se uma presença significativa de pragas, incluindo pulgões, ácaros e cochonilhas, além da aparente incidência de doenças fúngicas e bacterianas.

No que tange à interação formiga-planta, identificou-se a presença marcante de formigas do tipo quenquéns (*Acromyrmex*) que causam danos diretos à cultura, inclusive podendo provocar a queda de flores e frutos, o que resulta em impactos negativos severos na produtividade. O controle fitossanitário é realizado de forma reativa através da aplicação diária de Mirex (isca formicida granulada) até a supressão do formigueiro. Um dano específico observado foi o enroscamento da guia (ponteiro) causado provavelmente por ácaros, o que resulta na produção de frutos subdesenvolvidos (pequenos) e folhas com aspecto enegrecido. Assim como na P1, o produtor não conta com assistência técnica especializada sobre a entomofauna benéfica, desconhecendo práticas para a conservação de predadores naturais no agroecossistema.



Figura 4. Área de cultivo do Sítio União (P2) conduzida sob sistema de manejo convencional, com cultivo monoespecífico de *Sechium edule* (chuchu), base produtiva da propriedade.

2.2.3 Propriedade Sítio União (P3)

A segunda unidade do Sítio União (P3) (coordenadas 22°04'57.36" S e 42°55'58.81" O), abrange uma área de 10.000 m² conduzida sob o sistema de cultivo convencional. A espécie explorada é a *Citrus reticulata* (tangerina ponkan) (Figura 5). Diferente da unidade P2, o sistema de produção aqui é de sequeiro, tornando o desenvolvimento das culturas estritamente dependente da disponibilidade de águas pluviais. O solo é classificado como do tipo argiloso. Durante a visita técnica em junho de 2025, registrou-se uma temperatura do ar de 24,8°C e umidade relativa do ar de 36%.

O manejo ambiental da propriedade inclui manter a cobertura morta e a convivência com a vegetação espontânea, sendo a área também favorecida pela proximidade com fragmentos de mata nativa. Durante o reconhecimento da área foi possível observar a presença de formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns). Tais populações causam danos severos a folhas e brotos, com consequências para a produção de frutos. Além disso, a queda prematura de flores compromete diretamente o rendimento final da colheita.

O controle dessas populações é realizado de forma intensiva com a aplicação diária dos formicidas Mirex e Formiline, mantida até a supressão dos formigueiros. A ausência de assistência técnica voltada ao manejo integrado impede a identificação e conservação de inimigos naturais e da fauna benéfica.



Figura 5. Área de cultivo da unidade P3 do Sítio União, conduzida sob sistema convencional, com exploração de *Citrus reticulata* (tangerina ponkan) em sistema de sequeiro.

2.2.4 Propriedade Sítio Três Irmãos (P4)

A propriedade Sítio Três Irmãos (P4) (coordenadas 22°05'36.02" S e 42°55'10.84" O), possui uma área de cerca de 9.000 m² sob sistema de manejo convencional. Assim como observado na unidade P2, a cultura explorada é o *Sechium edule* (chuchu) (Figura 6). O sistema de produção é irrigado, estabelecido sobre um solo de tipologia argilosa. Durante a visita técnica realizada em junho de 2025, as condições ambientais medidas indicaram uma temperatura do ar de 25°C e umidade relativa do ar de 38%.

O manejo do ambiente de cultivo diferencia-se das áreas vizinhas pela ausência de vegetação espontânea, embora o produtor preserve a prática de manutenção de cobertura morta

sobre o solo. Não foram observadas formigas cortadeiras durante o trabalho de campo. Entretanto, foi identificada a presença de ácaros e a provável incidência de patógenos fúngicos e bacterianos. Os impactos visíveis no cultivo incluem sintomas de manchas brancas nas folhas e a ocorrência de frutos deformados (tortos), anomalias frequentemente associadas a desequilíbrios nutricionais ou ataques de patógenos específicos. Apesar dessas observações, não se percebe expressivo dano fitossanitário, não indicando prejuízos severos que comprometam a viabilidade imediata da produção.



Figura 6. Área de cultivo do Sítio Três Irmãos (P4), conduzida sob sistema convencional, com produção irrigada de *Sechium edule* (chuchu).

2.2.5 Propriedade Sítio Três Irmãos (P5)

A segunda área do Sítio Três Irmãos (P5) (coordenadas 22°05'39.43" S e 42°55'8.39" O), compreende uma extensão de aproximadamente 6.000 m² sob sistema de manejo convencional. A cultura principal é a *Cucurbita moschata* (abobrinha brasileira), conduzida em sistema de produção irrigado sobre solo de tipologia argilosa (Figura 7). Durante a visita técnica

realizada em junho de 2025, as condições ambientais registraram uma temperatura do ar de 27°C e umidade relativa do ar de 38%.

O ambiente de cultivo apresenta práticas de conservação de solo por meio da manutenção de cobertura morta e convivência com vegetação espontânea. Identificou-se a presença de formigas cortadeiras do tipo quenquém e a ocorrência de lagartas. Esses agentes bióticos causam danos diretos à cultura, resultando na queda prematura de flores e frutos, o que compromete significativamente o rendimento da área.

Um ponto crítico observado foi a ocorrência da "meladeira" nos frutos, sintomatologia que causa o amolecimento e a degradação dos tecidos, tornando-os inviáveis para o mercado. O impacto na produção é classificado como negativo. Para o controle das pragas, o produtor utiliza defensivos químicos, incluindo o formicida Formiline, aplicados de forma sistemática até a eliminação visual do problema.



Figura 7. Área de cultivo da unidade P5 do Sítio Três Irmãos, conduzida sob sistema convencional, com produção irrigada de *Cucurbita moschata* (abobrinha brasileira).

2.2.6 Propriedade Sítio Recanto (P6)

A propriedade Sítio Recanto (P6) (coordenadas 22°05'13.26" S e 42°55'04.95" O), abrange uma área de aproximadamente 22.600 m² conduzida sob o sistema de manejo convencional. O cultivo é diversificado, composto pelas espécies *Citrus reticulata* (tangerina ponkan), *Citrus sinensis* (laranja) e *Psidium guajava* (goiaba) (Figura 8). O sistema de produção é de sequeiro, estabelecido sobre solo de tipologia argilosa. Durante a visita técnica realizada em junho de 2025, as condições ambientais registraram uma temperatura do ar de 18°C e umidade relativa do ar de 65%.

O ambiente de cultivo é favorecido pela proximidade com fragmentos de mata nativa e pela manutenção de cobertura morta sobre o solo. Durante as atividades de campo identificou-se a presença de formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns), além de ácaros, aranhas e lagartas.

O impacto na produção é classificado como negativo, afetando diretamente o desenvolvimento de folhas, frutos e brotos, além de provocar a queda de estruturas reprodutivas. Para o controle das populações de formigas, o produtor utiliza os formicidas Mirex e Formiline, com aplicações pontuais durante um período de 1 a 2 dias, até a supressão visível do problema.



Figura 8. Área de cultivo do Sítio Recanto (P7), conduzida sob sistema convencional, com cultivo diversificado de *Citrus reticulata* (tangerina ponkan), *Citrus sinensis* (laranja) e *Psidium guajava* (goiaba), em sistema de sequeiro.

2.2.7 Propriedade Sítio Três Marias (P7)

A propriedade Sítio Três Marias (P7) (coordenadas 22°03'09.89" S e 43°00'26.44" O), compreende uma área cultivada de aproximadamente 2000 m² sob um sistema de manejo orgânico. A produção caracteriza-se pela diversidade de espécies, incluindo *Citrus reticulata* (tangerina ponkan), *Citrus sinensis* (laranja), *Citrus latifolia* (limão), *Mangifera indica* (manga), *Plinia cauliflora* (jabuticaba) e *Manihot esculenta* (mandioca) (Figura 9). O sistema de produção é de sequeiro. Durante a visita técnica realizada em setembro de 2025, as condições ambientais registraram uma temperatura do ar de 32°C e umidade relativa do ar de 38%.

O ambiente de cultivo é definido pela policultura, o que tipicamente favorece a biodiversidade local. Identificou-se a presença de formigas atuando em associação com cochonilhas, além da incidência de doenças fúngicas. Essa interação biótica resulta em danos diretos às plantas, destacando-se a queda prematura de flores e frutos, o que gera um impacto negativo consolidado na produção, especialmente nas espécies do gênero *Citrus*.

No que tange ao manejo de pragas, o proprietário adota uma estratégia de controle pontual. É utilizado o defensivo Inseticom Jardim, aplicado especificamente no momento em que os focos de formigas são observados na área de cultivo. Assim como na outra unidade orgânica relatada, o manejo busca a supressão direta do problema conforme a necessidade imediata do produtor.



Figura 9. Área de cultivo do Sítio Três Marias (P7), conduzida sob sistema de manejo orgânico, com produção diversificada em policultura, incluindo citros, manga, jabuticaba e mandioca, em sistema de sequeiro.

2.3 Procedimentos Metodológicos

A metodologia usada para a coleta e a identificação das formigas foi fundamentada em Estrada et al. (2019). A coleta de dados nos agroecossistemas ocorreu entre os meses de maio e setembro do ano de 2025, sendo utilizados em cada área 15 copos plásticos de 300 ml como armadilhas tipo *pitfall*, os quais foram enterrados até a sua borda e receberam 100 ml de álcool 70%. As armadilhas de queda foram alocadas a 10 m de distância entre si e foram retiradas após percorridas 48 horas da sua instalação. Todo o conteúdo dos copos foi vertido para frascos

plásticos com rótulos de identificação, fechados e levados para o Laboratório de Ciências Ambientais (LCA) do Instituto Três Rios, UFRRJ. No LCA o conteúdo de cada frasco foi alocado em placas de Petri para triagem com auxílio de um microscópio estereoscópico para recolher as formigas, que posteriormente foram fixadas em via seca, sendo coladas na ponta de um triângulo de papel branco transpassado por um alfinete, este fixou ainda uma etiqueta de localização.

As formigas operárias foram identificadas ao nível de subfamília e de gênero por meio de chaves taxonômicas contidas em Baccaro et al. (2015). O procedimento seguinte foi a classificação dos indivíduos em morfoespécies. A identificação dos indivíduos da mirmecofauna ao nível de espécie ocorreu, quando viável, por meio de chaves dicotômicas específicas para espécies dos gêneros e também pela comparação com formigas identificadas existentes na Coleção Entomológica do Campus de Três Rios.

Para avaliação dos fatores com potencial de influenciarem as comunidades de formigas, os agroecossistemas foram classificados por tipo de cultivo como de ciclo curto ou de ciclo longo. Também foram coletados dados sobre a profundidade da cobertura morta/ serapilheira, a distância da área cultivada para fragmentos florestais mais próximos e a temperatura do ar próxima ao solo. A profundidade de cobertura morta foi aferida com uma régua graduada. A temperatura do ar próximo ao solo foi obtida por meio de um termohigrômetro. Tanto a profundidade de cobertura morta quanto a temperatura do ar foram obtidas em 15 pontos em cada agroecossistema, com a distância de 10 metros entre pontos de coleta. A distância da área cultivada para fragmentos florestais próximos foi obtida pela média aritmética da distância do agroecossistema para os três remanescentes florestais com pelo menos 0,5 ha mais próximos (LOBO, 2020). Tais distâncias foram obtidas por meio do Programa Google Earth Pro (GOOGLE EARTH, 2025).

Os dados obtidos foram organizados em planilhas eletrônicas e obteve-se para cada, agroecossistema, a riqueza de espécies de formigas e o Índice de Diversidade de Shannon, este último calculado no Programa Past. A frequência de ocorrência nas armadilhas foi utilizada como demonstrativo da abundância das espécies, em função de se tratar de insetos sociais. Com o Programa Bioestat foi realizada a Regressão Linear Passo-a-Passo (*Stepwise*) entre a riqueza e a diversidade de espécies de formigas (variáveis dependentes) e as variáveis independentes tipo de cultivo (ciclo curto ou longo), profundidade média da cobertura morta, distância da área cultivada para fragmentos florestais e a temperatura do ar. Nesta análise, as áreas com cultivo

de ciclo curto receberam o valor zero e as com cultivo de ciclo longo receberam o valor 1, ocorrendo deste modo a transformação do tipo de cultivo em variável *Dummy* (MISSIO; JACOBI, 2007). Apenas as áreas cultivadas com chuchu e abobrinha foram consideradas como de ciclo curto. Segundo Marouelli et al. (2015) “mesmo sendo perene, a lavoura de chuchu é geralmente renovada a cada um a três anos”. A abobrinha, em termos de cultivo, é considerada anual.

Para a avaliação da estrutura das comunidades de formigas foi conduzido o Ordenamento Multidimensional Não-Métrico com o índice de Bray-Curtis, considerando o tipo de cultivo (ciclo curto ou longo) e as distâncias dos agroecossistemas para os fragmentos florestais. Nesta análise, abarcou-se ainda a profundidade de cobertura morta, para avaliar a sua correlação com a composição da mirmecofauna. A ANOSIM foi utilizada para verificar a diferença da estrutura da comunidade de formigas entre cultivos de ciclo curto e de ciclo longo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas 54 espécies de formigas nas áreas cultivadas em estudo, sendo 30 espécies da subfamília Myrmicinae e dez espécies da subfamília Formicinae (Tabela 1). As subfamílias Dolichoderinae e Ponerinae foram representadas por cinco espécies cada, Ectatomminae por três e Pseudomyrmecinae por uma espécie. Foram registrados 24 gêneros e *Pheidole* foi o gênero com maior número de espécies (nove), seguido por *Camponotus* e *Solenopsis* (sete espécies cada). Estes resultados corroboram os observados em outros estudos em áreas cultivadas no Estado do Rio de Janeiro, onde as subfamílias Myrmicinae e Formicinae e também os gêneros *Pheidole*, *Camponotus* e *Solenopsis* apresentaram maior riqueza de espécies (ALMEIDA et al., 2007; APOLINARIO et al., 2019; ESTRADA et al., 2019). APOLINARIO et al. (2019) também coletaram 24 gêneros de formigas utilizando armadilhas tipo *pitfall* em plantio de eucalipto, pastagem e floresta secundária em Sapucaia-RJ. Tais autores coletaram 47 espécies.

O esforço amostral empregado no presente estudo pode ser considerado adequado para representar a mirmecofauna dos agroecossistemas de Sapucaia avaliados, uma vez que foi possível registrar uma expressiva riqueza de espécies e uma composição taxonômica consistente com o esperado para áreas cultivadas na região. A coleta de 54 espécies distribuídas em 24 gêneros evidencia a eficiência da metodologia utilizada, permitindo uma análise robusta de padrões ecológicos. Os resultados corroboram os descritos na literatura para áreas cultivadas do Estado do Rio de Janeiro, inclusive quanto à predominância das subfamílias Myrmicinae e Formicinae e à elevada riqueza dos gêneros *Pheidole*, *Camponotus* e *Solenopsis*, reforçando a confiabilidade dos dados para gerar interpretações ecológicas adequadas.

Tabela 1. Subfamílias e espécies de formigas coletadas em áreas cultivadas no município de Sapucaia, Estado do Rio de Janeiro. Nota: CC – cultivo de ciclo curto; CL – cultivo de ciclo longo.

Subfamílias/ Espécies	Propriedades						
	P1 CL	P2 CC	P3 CL	P4 CC	P5 CC	P6 CL	P7 CL
Dolichoderinae Forel, 1878							
<i>Dorymyrmex</i> sp1	X						X

<i>Dorymyrmex</i> sp2		X					
<i>Linepithema</i> sp1	X		X	X	X	X	
<i>Linepithema</i> sp2							X
<i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius, 1793)	X						
Ectatomminae Emery, 1895							
<i>Ectatomma permagnum</i> Forel, 1908	X						
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863			X			X	X
<i>Gnamptogenys</i> sp1						X	X
Formicinae Latreille, 1802							
<i>Brachymyrmex</i> sp1			X		X	X	
<i>Brachymyrmex</i> sp2	X	X		X			
<i>Camponotus (Myrmothrix) rufipes</i> (Fabricius, 1775)	X						X
<i>Camponotus</i> sp2	X			X		X	X
<i>Camponotus</i> sp3			X				
<i>Camponotus</i> sp4			X				
<i>Camponotus</i> sp6			X				
<i>Camponotus</i> sp7			X			X	
<i>Camponotus</i> sp8			X				X
<i>Nylanderia</i> sp1		X			X		
Myrmicinae Lepeletier de Saint-Fargeau, 1835							
<i>Acromyrmex</i> sp1			X	X			
<i>Acromyrmex</i> sp2			X				
<i>Acromyrmex</i> sp3	X						
<i>Atta sexdens</i> (Linnaeus, 1758)	X						X
<i>Crematogaster</i> sp1							X
<i>Crematogaster</i> sp2						X	
<i>Crematogaster</i> sp3							X

<i>Cyphomyrmex</i> sp1	X						X
<i>Cephalotes pusillus</i> (Klug, 1824)	X						
<i>Cardiocondyla</i> sp1	X						
<i>Mycocepurus goeldii</i> (Forel, 1893)		X	X			X	X
<i>Mycocepurus smithii</i> (Forel, 1893)	X						X
<i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851)		X					
<i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884		X	X	X	X	X	
<i>Pheidole</i> sp1	X		X				
<i>Pheidole</i> sp3	X		X				X
<i>Pheidole</i> sp4	X		X			X	X
<i>Pheidole</i> sp5			X			X	
<i>Pheidole</i> sp7				X	X		X
<i>Pheidole</i> sp8	X					X	
<i>Pheidole</i> sp9							X
<i>Pheidole</i> sp10	X						
<i>Solenopsis invicta</i> Buren, 1972	X				X		
<i>Solenopsis</i> sp1	X	X					
<i>Solenopsis</i> sp2		X	X	X			
<i>Solenopsis</i> sp3		X	X				
<i>Solenopsis</i> sp5			X		X		
<i>Solenopsis</i> sp6					X		
<i>Solenopsis</i> sp7							X
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	X			X		X	X
Ponerinae Lepeletier de Saint-Fargeau, 1835							
<i>Anochetus</i> sp1		X			X		
<i>Neoponera</i> sp1			X			X	
<i>Odontomachus meinerti</i> Forel, 1905	X	X	X				X

<i>Odontomachus</i> sp2							X
<i>Pachycondyla striata</i> Smith, 1858							X
Pseudomyrmecinae Smith, 1952							
<i>Pseudomyrmex</i> sp1							X
Riqueza de Espécies	22	11	23	8	9	16	20
Diversidade de Espécies (Shannon)	2,91	2,50	3,10	2,34	2,51	3,02	2,89

Dentre as espécies identificadas, *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius, 1793) é uma espécie exótica, amplamente distribuída no mundo e com inúmeros registros no território brasileiro, podendo ocorrer em diversos tipos de habitat, estando associada a residências, mas também pode ocorrer em florestas naturais (WETTERER, 2009) e em áreas cultivadas, inclusive com café conilon (SANTOS et al. 2019), como na presente pesquisa. *Monomorium floricola* (Jerdon, 1851) também é exótica do Brasil, mas foi coletada em florestas nativas nos municípios de Três Rios-RJ e Paraíba do Sul-RJ (LOBO et al., 2023), que fazem parte da Microrregião de Três Rios assim como Sapucaia. Também foi registrada em áreas cultivadas de Paraíba do Sul (ESTRADA et al., 2019).

A expressiva riqueza de espécies observada, com destaque para os gêneros *Pheidole*, *Camponotus* e *Solenopsis*, evidencia a resiliência da mirmecofauna local frente aos diferentes regimes de manejo das áreas cultivadas em Sapucaia. O gênero *Pheidole*, em particular, apresentou nove espécies, o que pode ser atribuído à sua característica de grupo generalista com alta capacidade de colonização em ambientes sob frequente perturbação antrópica (ALMEIDA, 2007; BACCARO et al. 2015; PEREIRA, 2021). Por outro lado, a detecção de espécies exóticas como *T. melanocephalum* e *M. floricola* é preocupante, pois podem competir por recursos com a fauna nativa (ERRARD et al., 2005; ALMEIDA; VARGAS, 2017).

A espécie *Atta sexdens* (Linnaeus, 1758), saúva-limão, é comumente encontrada em áreas cultivadas no Estado do Rio de Janeiro (ALMEIDA et al., 2007; APOLINARIO et al., 2019; ESTRADA et al., 2019; AMARAL et al., 2021; AZEVEDO & ALMEIDA, 2025). Esta saúva pode causar o desfolhamento de diversas plantas cultivadas no Brasil (PINTO, 2016). Espécies do gênero *Acromyrmex* também atacam uma vasta gama de espécies de plantas cultivadas (PINTO, 2016).

Formigas das espécies *Solenopsis invicta* Buren, 1972 (lava-pés ou formiga-de-fogo) e *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) (pixixica) são consideradas como sendo bastante agressivas (ALMEIDA, 2007; ERRARD et al., 2005). Estas espécies predam outros artrópodes e podem ser úteis no controle biológico de pragas (EUBANKS, 2001; NEWSON et al., 2021).

O número de gêneros variou de seis a 16 entre as áreas cultivadas e a riqueza de espécies apresentou variação de oito a 23 espécies (Tabela 1). O Índice de Diversidade de Shannon também apresentou variação expressiva entre as áreas estudadas.

A riqueza de espécies de formigas foi influenciada principalmente pelo cultivo ser de ciclo curto ou de ciclo longo (Tabela 2), com as áreas com cultivos de ciclo curto tendo menor riqueza de espécies que as de ciclo longo (Tabela 1). O modelo matemático com o tipo de cultivo (ciclo curto ou longo) e a profundidade de cobertura morta explicou significativamente 85,97% da variação na riqueza de espécies de formigas. A riqueza de espécies tendeu a aumentar com o acréscimo de profundidade de cobertura morta (Figura 10). Por outro lado, não foi observada evidência da distância para fragmentos florestais e da temperatura do ar afetarem significativamente a riqueza de espécies.

Tabela 2. Regressão linear passo-a-passo (*Stepwise*) entre a riqueza de espécies de formigas (variável dependente) e as seguintes variáveis independentes: tipo de cultivo (C - cultivo de ciclo curto ou longo); profundidade da cobertura morta (CM); distância da área cultivada para fragmentos florestais (D); e temperatura do ar próxima ao solo (T).

Var. Independentes	R ²	GL	F	p-valor
C	85,94%	1,5	30,5682	0,0034
C, CM	85,97%	2,4	12,2558	0,0214
C, CM, D	86,06%	3,3	6,1732	0,085
C, CM, D, T	92,83%	4,2	6,4777	0,1389

As áreas com cultivos de ciclo curto sofrem mais frequentemente alterações expressivas que áreas cultivadas com plantas de ciclo longo, o que pode afetar comunidades de insetos (ALMEIDA; QUEIROZ, 2009). Práticas agrícolas que gerem o revolvimento do solo, como a aração e gradagem, tendem a destruir ninhos de formigas epigeicas, e as mudanças na vegetação

prejudicam as espécies arborícolas. Assim, áreas cultivadas que apresentam maior estabilidade ao longo do tempo, possuindo culturas perenes, propiciam maior facilidade para colonização de diferentes espécies de formigas e para a manutenção desta fauna nas áreas, apresentando maior riqueza de espécies que áreas que sofrem expressivas alterações frequentemente (MARCHIORI, 2020). Além disso, as árvores e arbustos favorecem o aumento da heterogeneidade ambiental devido, por exemplo, a disponibilidade de diferentes extratos verticais. Destaca-se que as formigas arborícolas dos gêneros *Cephalotes*, *Crematogaster* e *Pseudomyrmex* foram coletadas apenas nas propriedades com árvores e/ou arbustos. Assim, a presença das árvores, além de arbustos, gera maior diversidade de nichos ecológicos, com consequente acréscimo de biodiversidade.

Manter a vegetação espontânea nas áreas cultivadas também pode aumentar a diversidade de nichos ecológicos e, conseqüentemente, a riqueza de espécies de formigas. Nas propriedades em estudo, foi constatado que não existe preocupação expressiva em eliminar a vegetação espontânea, o que pode favorecer a presença de uma comunidade de formigas mais rica em espécies.

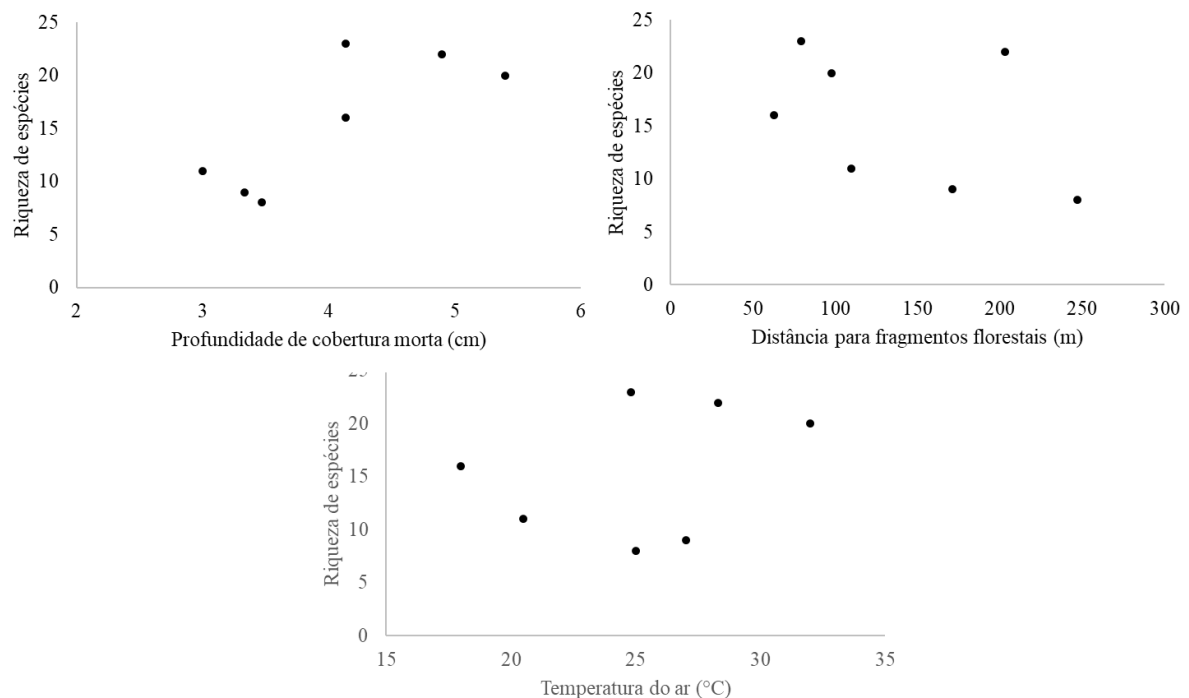


Figura 10. Relação entre a riqueza de espécies de formigas e a profundidade da cobertura morta, a distância da área cultivada para fragmentos florestais e a temperatura do ar próxima ao solo, no município de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.

Amaral et al. (2019) comentam que a “manutenção da serapilheira/cobertura morta em plantios agrícolas pode ser relevante, pois favorece a presença de maior riqueza de espécies de formigas”. Estrada et al. (2019) constatou que a profundidade de cobertura morta foi a variável que mais afetou a riqueza de espécies de formigas epigeicas em áreas com cultivo orgânico e convencional em Paraíba do Sul-RJ, pois a variação da profundidade de cobertura morta explicou 55,7% da variação da riqueza de espécies. No presente estudo, não foi observado efeito tão expressivo da profundidade de cobertura morta sobre a riqueza de espécies, mas ainda assim foi uma variável relevante, visto a significância estatística encontrada. A cobertura morta (serapilheira) constitui alimento para algumas espécies de formigas, além de servir para a preparação de ninhos e abrigar presas de espécies predadoras (BACCARO et al., 2015; AMARAL et al. 2019).

O tipo de cultivo também foi o fator que mais influenciou a diversidade de espécies de formigas (Tabela 3). O modelo matemático contendo como variáveis independentes o tipo de cultivo, a profundidade de cobertura morta, a distância para os fragmentos florestais e temperatura do ar explicou 99,62% da variação da diversidade de espécies. A relação da diversidade de espécies com a profundidade de cobertura morta foi positiva e com a distância para fragmentos florestais foi negativa (Figura 11).

Tabela 3. Regressão linear passo-a-passo (*Stepwise*) entre a diversidade de espécies de formigas (Índice de Diversidade de Shannon - variável dependente) e as seguintes variáveis independentes: tipo de cultivo (C - cultivo de ciclo curto ou longo); profundidade da cobertura morta (CM); distância da área cultivada para fragmentos florestais (D); e temperatura do ar próxima ao solo (T).

Var. Independentes	R ²	GL	F	p-valor
C	91,20%	1,5	51,8462	0,0014
C, CM	96,92%	2,4	62,9151	0,0022
C, CM, D	97,92%	3,3	47,0531	0,0049
C, CM, D, T	99,62%	4,2	130,3281	0,0066

Além de ofertar recurso alimentar e para a criação de ninhos, a cobertura morta também pode atuar como um 'regulador térmico' fundamental. Em propriedades onde se registraram

picos de temperatura de até 32,7°C, como no Sítio Filadélfia, a camada de cobertura morta atua mitigando o estresse hídrico e térmico, preservando um microclima estável que favorece a manutenção de operárias de espécies menos tolerantes à dessecação.

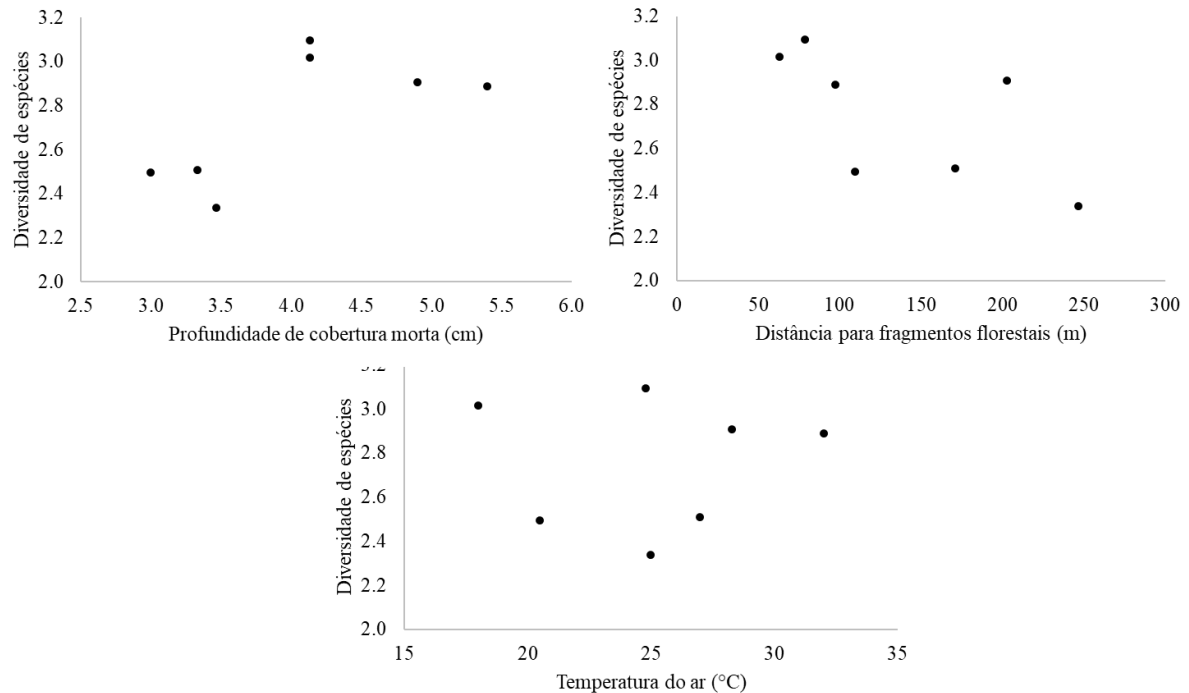


Figura 11. Relação entre a diversidade de espécies de formigas (Índice de Diversidade de Shannon) e a profundidade da cobertura morta, a distância da área cultivada para fragmentos florestais e a temperatura do ar próxima ao solo, no município de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.

É provável que as áreas cultivadas mais próximas dos fragmentos de florestas nativas tenham maior probabilidade de serem colonizados ou recolonizados por espécies de formigas que habitem estes remanescentes florestais. Estrada et al. (2019) não encontraram relação entre a distância para a floresta mais próxima e a diversidade de espécies de formigas, contudo estes autores mediram apenas a distância dos agroecossistemas para um fragmento florestal. Já Lobo (2020) coletando mirmecofauna epigeica em fragmentos florestais, usou como indicativo de isolamento a distância média para os três remanescentes florestais mais próximos e observou que o nível de isolamento foi a variável que mais influenciou a riqueza e a diversidade de espécies.

Em relação à temperatura do ar, sabe-se que temperaturas muito baixas ou altas podem reduzir a atividade das espécies de formigas e, assim, também diminuir a coleta de indivíduos da mirmecofauna com armadilhas de queda (AZEVEDO; ALMEIDA, 2025).

Não houve diferença significativa na estrutura da comunidade de formigas entre as áreas com cultivo de ciclo curto e de ciclo longo (ANOSIM; $R = -0,056$; $p = 0,56$; Figura 12). Por outro lado, pode-se afirmar que a distância média para os fragmentos florestais mais próximos das áreas cultivadas foi relevante para estruturar a composição da mirmecofauna. Como já mencionado, a distância do agroecossistema para os remanescentes florestais pode afetar a sua colonização, com as áreas cultivadas mais próximas das florestas nativas recebendo espécies que habitam comumente as florestas.

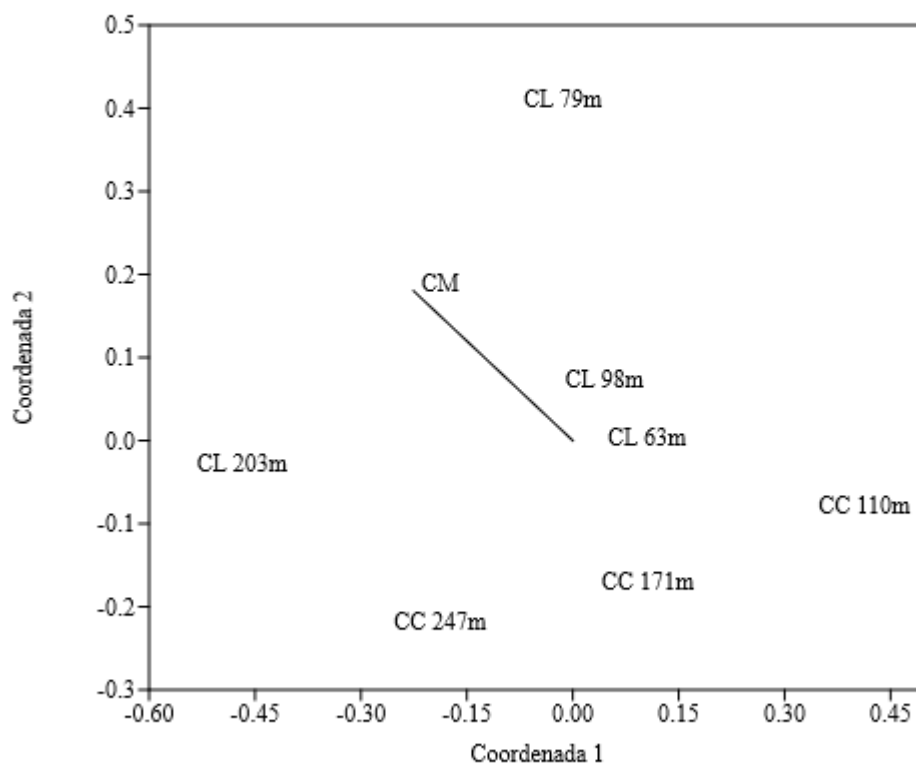


Figura 12. Ordenamento Multidimensional Não-Métrico com o índice de Bray-Curtis para a mirmecofauna de áreas cultivadas com cultivos de ciclo curto (CC) e de ciclo longo (CL) e situadas a diferentes distâncias médias de fragmentos florestais. Nota: CM - profundidade de cobertura morta.

A redução da dependência agrícola por pesticidas pode ser reduzida quando a diversidade de espécies vegetais cultivadas é combinada com outros fatores que também colaboram para minimizar o uso destes agrotóxicos (ZHANG et al., 2025). Áreas com cultivos de ciclo longo e heterogêneas tendem a possuir maior redundância de funções ecológicas e maior sustentabilidade produtiva, em função da maior biodiversidade associada à área. Tais agroecossistemas estáveis e complexos podem inclusive ser menos dependentes de insumos externos. Estudos sugerem que sistemas agroflorestais (GOMES et al., 2013; AMARAL et al., 2021) e, até mesmo, plantios de eucalipto com subbosque composto por espécies de plantas nativas podem possuir riqueza de espécies de formigas semelhante à de florestas secundárias (APOLINARIO et al., 2019). Sugere-se que novas pesquisas investiguem esta questão, que pode ser útil para planejar agroecossistemas mais equilibrados em relação às populações de pragas, predadores, patógenos, polinizadores, decompositores e demais grupos de espécies associados às áreas cultivadas. Estes estudos podem contribuir inclusive para ampliar a sanidade vegetal nas áreas cultivadas, ao mesmo tempo que reduz a utilização de agrotóxicos e os impactos ambientais negativos que provocam.

Como já comentado, estudos indicam o efeito de múltiplos fatores sobre a diversidade de espécies associada aos agroecossistemas, incluindo efeitos cumulativos e sinérgicos de fatores como a riqueza de espécies de plantas cultivadas, o número de estratos verticais que são criados pela presença de plantas herbáceas, arbustivas e arbóreas, a estabilidade da estrutura dos agroecossistemas e o tratos culturais utilizados (GOMES et al., 2013; AMARAL et al., 2019; ESTRADA et al., 2019). Novos estudos podem aprofundar o conhecimento sobre o efeito destes fatores sobre a necessidade de utilizar agrotóxicos, especialmente pesticidas, visto que o aumento da biodiversidade pode contribuir para que os agroecossistemas tenham menor necessidade de insumos de origem externa. Além disso, pesquisas têm avaliado a propensão de diferentes espécies arbóreas para contribuir para mudanças na biodiversidade local, especialmente visando a recuperação de áreas degradadas (CASIMIRO, 2023). As espécies vegetais que podem auxiliar no acréscimo de biodiversidade nas áreas cultivadas podem também ser úteis no que tange reduzir do uso de agrotóxicos.

4. CONCLUSÕES

Agroecossistemas com maior heterogeneidade estrutural, advinda do cultivo de árvores e arbustos junto com espécies de menor porte, além da presença de vegetação espontânea, e que apresentem estabilidade ao longo do tempo, tendem a apresentar maior riqueza e diversidade de espécies da mirmecofauna que áreas com estrutura simplificada, como as monoculturas, e com culturas de ciclo curto. O cultivo de árvores e arbustos perenes e a prática de manter a cobertura morta sobre o solo dos agroecossistemas podem ser bastante relevantes para aumentar a heterogeneidade ambiental e, conseqüentemente, para que a área cultivada apresente maior diversidade de espécies de formigas.

A distância dos agroecossistemas para florestas nativas afetou a estrutura das comunidades de formigas. Isto tende a afetar a diversidade funcional da mirmecofauna.

As áreas cultivadas que apresentam estabilidade ao longo do tempo e expressiva complexidade estrutural tendem a apresentar maior sustentabilidade produtiva. Inclusive, podem ser menos dependentes de insumos externos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGEVAP (Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul). **Plano Regional de Saneamento: Caracterização municipal – Sapucaia**. Resende: AGEVAP/Comitê Piabanha, 2014. Disponível em: <https://comitepiabanha.org.br/piabanha/estudos-e-projetos/caracterizacao-municipal/sapucaia.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2026.

ALMEIDA, F.S. **Ecologia de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) em um agroecossistema diversificado sob manejo orgânico**. 2007. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/8645>. Acesso em: 19 fev. 2026.

ALMEIDA, F.S.; ELIZALDE, L.; SILVA, L.M.S.; QUEIROZ, J.M. The effects of two abundant ant species on soil nutrients and seedling recruitment in Brazilian Atlantic Forest. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 63, p. 296-301, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2019.08.001>. Acesso em: 19 fev. 2026.

ALMEIDA, F.S.; ESTRADA, M.A.; CORIOLANO, R.E.; SANTOS, N.T.; CAIXEIRO, L.R.; VARGAS, A.B. Influência de Áreas Verdes Urbanas sobre a Mirmecofauna. **Floresta e Ambiente**, v. 21, p. 162-169, 2014. <https://doi.org/10.4322/floram.2014.035>. Acesso em: 19 fev. 2026.

ALMEIDA, F.S.; QUEIROZ, J. M. Formigas poneromorfas como engenheiras de ecossistemas: impactos sobre a biologia, estrutura e fertilidade dos solos. In: DELABIE, J.H.C. et al. (Org.). **As formigas poneromorfas do Brasil**. 1ed. Ilhéus: Editus, 2015, p. 437-446. Disponível em: <https://backoffice.books.scielo.org/id/m3gqd/pdf/delabie-9788574554419-29.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2026.

ALMEIDA, F.S.; QUEIROZ, J.M. Efeito da estrutura de habitat sobre a abundância de parasitóides *Pseudacteon* Coquillett (Diptera, Phoridae) em ninhos de *Solenopsis invicta* Buren

(Hymenoptera, Formicidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 461-465, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262009000300023>. Acesso em: 19 fev. 2026.

ALMEIDA, F.S.; QUEIROZ, J.M.; MAYHE-NUNES, A.J. Distribuição e abundância de ninhos de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) em um agroecossistema diversificado sob manejo orgânico. **Floresta e Ambiente**, v. 14, p. 34-44, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/loram/a/7c84qMGjXdmgXq9Mn53rQ3m/?lang=pt>. Acesso em: 19 fev. 2026.

ALMEIDA, F.S.; VARGAS, A.B. Bases para a gestão da biodiversidade e o papel do Gestor Ambiental. **Diversidade e Gestão**, v. 1, p. 10-32, 2017. Disponível em: http://www.itr.ufrj.br/diversidadeegestao/wp-content/uploads/2017/07/02-Bases-para-a-gestao-da-biodiversidade-e-o-papel-do-Gestor-Ambiental_rev_DC.pdf. Acesso em: 19 fev. 2026.

ALTIERI, M. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. Disponível em: <https://biowit.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/11/agroecologia-a-dinamica-produtiva-da-agricultura-sustentavel.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2026.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; DE MORAES, G.J.L.; SPAVOREK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013. Disponível: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Acesso em: 19 de fev. 2026.

AMARAL, G.C.; VARGAS, A.B.; ALMEIDA, F.S. Avaliação das Interações da Fauna de Formigas em Diferentes Usos do Solo. **Biodiversidade Brasileira**, v. 11, p. 1-10, 2021. DOI:10.37002/biobrasil.v11i1.1693. Acesso em: 19 fev. 2026.

AMARAL, G.C.; VARGAS, A.B.; ALMEIDA, F.S. Efeitos de atributos ambientais na biodiversidade de formigas sob diferentes usos do solo. **Ciência Florestal**, v. 29, p. 660, 2019. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cflo/a/qYT6m4cmdbFhdQzgxcCvQMC/?format=pdf&lang=pt>.

Acesso em: 19 fev. 2026.

APOLINARIO, L.C.M.H.; QUEIROZ, J.M.; VARGAS, A.B.; ALMEIDA, A.A.; ALMEIDA, F.S. Diversity and Guilds of Ants in Different Land-Use Systems in Rio de Janeiro State, Brazil. **Floresta e Ambiente**, v. 26, p. 1-11, 2019. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.115217>. Acesso em: 19 fev. 2026.

AZEVEDO, A.P.N.; ALMEIDA, F.S. Myrmecofauna in eucalyptus plantations in the Mário Xavier National Forest, Rio de Janeiro State, Brazil. **Floresta e Ambiente**, v. 32, p. e20240019, 2025. <https://doi.org/10.1590/2179-8087-FLORAM-2024-0019>. Acesso em: 19 fev. 2026.

BACCARO, F.; FEITOSA, R.M.; FERNANDEZ, F.; FERNANDES, I.O.; IZZO, T.J.; SOUZA, JLP.; SOLAR, R. **Guia para os gêneros das Formigas do Brasil**. Editora INPA, Manaus; 2015. DOI:10.5281/zenodo.32912. Acesso em: 19 fev. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Cadastro nacional de produtores orgânicos**. Brasília, DF: MAPA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-de-produtores-organicos-cnpo>. Acesso em: 06 fev. 2026.

CAMARGO, A.J.A. **Diversidade de insetos em áreas cultivadas e reserva legal: considerações e recomendações**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/567111>. Acesso em: 19 fev. 2026.

CANARIO, S.N.P. **Redesenho de agroecossistemas convencionais em sistemas resilientes**. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Profissional em Ecologia Aplicada à Gestão Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal da Bahia, 2019. 70p. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/37153/1/Silvana_Canario_Captulo_1_e_2_Verso_Final_Defesa_25.03%20%281%29.pdf. Acesso em: 19 fev. 2026.

DANTAS, M.E. SHINZATO, E.; MEDINA, A.I.M.; SILVA, C.R.; PIMENTEL, J.; LUMBRERAS, J.F.; CALDERANO, S.B. **Diagnóstico geoambiental do estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM, 2001. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/17229>. Acesso em: 19 fev. 2026.

CASIMIRO, M.S. **Monitorando a restauração florestal: o efeito de quatro espécies de árvores plantadas sobre a comunidade de artrópodes na Mata Atlântica**. 2023. 86 f. Tese (Doutorado em Biologia Animal) - Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2023. Disponível em: <https://rima.ufrj.br/jspui/bitstream/20.500.14407/22279/1/2023%20-%20Mariana%20Sampaio%20Casimiro.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2026.

ERRARD, C.; DELABIE, J.; JOURDAN, H.; HEFETZ, A. Intercontinental chemical variation in the invasive ant *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera Formicidae): a key to the invasive success of a tramp species. **Naturwissenschaften**, v. 92, p. 319–323, 2005. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00114-005-0628-y>. Acesso em: 19 fev. 2026.

ESTRADA, M.A.; ALMEIDA, A.A.; VARGAS, A.B.; ALMEIDA, F.S. Diversidade, riqueza e abundância da mirmecofauna em áreas sob cultivo orgânico e convencional. **Acta Biológica Catarinense**, v. 6, p. 87-103, 2019. <https://doi.org/10.21726/abc.v6i2.223>. Acesso em: 19 fev. 2026.

EUBANKS, M.D. Estimates of the direct and indirect effects of red imported fire ants on biological control in field crops. **Biological Control**, v.21, n.1, p. 35-43, 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964401909235>. Acesso em: 19 fev. 2026.

GOMES, D.S.; ALMEIDA, F.S.; VARGAS, A.B.; QUEIROZ, J.M. Resposta da assembleia de formigas na interface solo-serapilheira a um gradiente de alteração ambiental. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 103, p. 104-109, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212013000200004>. Acesso em: 19 fev. 2026.

GOMES, M.V.C A biodiversidade em áreas agrícolas. **Revista Tópicos**, v. 2, n. 15, 2024. Disponível em: <https://revistatopicos.com.br/artigos/a-biodiversidade-em-areas-agricolas>. Acesso em: 19 fev. 2026.

GOOGLE EARTH. **Google Earth**. 2025. Disponível em: <https://www.google.com/intl/pt-BR/earth/about/versions/>. Acesso em: 13 fev. 2026.

HISSA, H.R.; ASSIS, R.L. Um Olhar sobre a agropecuária do estado do Rio de Janeiro. *Cadernos do Desenvolvimento Fluminense*, n.27, p.253-272, 2024. Disponível em: [https://www.rj.gov.br/ceperj/sites/default/files/arquivos-paginas/%5ENCDF EDI%C3%87%C3%83O%2B27 COMPLETA%2B14012024.pdf](https://www.rj.gov.br/ceperj/sites/default/files/arquivos-paginas/%5ENCDF%20EDI%C3%87%C3%83O%2B27%20COMPLETA%2B14012024.pdf). Acesso: 23 de fev. de 2026.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. *The ants*. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 1990. 732p. DOI:10.1046/j.1420-9101.1992.5010169.x. Acesso em 19 fev. 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**: Resultados Definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/resultados-censo-agro-2017/resultados-definitivos.html>. Acesso em: 19 fev. 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022**: resultados. Rio de Janeiro: IBGE, 2026. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/sapucaia/panorama> Acesso em: 19 fev. 2026.

LOBO, N.C.R. **Efeitos de fatores ambientais sobre as assembleias de formigas arborícolas e epigéicas em fragmentos de floresta estacional semidecidual do bioma Mata Atlântica**. 2020. Monografia (Bacharelado em Gestão Ambiental) – Instituto Três Rios, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Três Rios, 2020. Disponível em: https://itr.ufrj.br/portal/wp-content/uploads/2021/06/Monografia_Nathalia_Romanelli_Final.pdf. Acesso em: 19 fev. 2026.

LOBO, N.C.R.; RIBEIRO, L.M.; PEREIRA, J.R.; ALMEIDA, A.A.; ALMEIDA, F.S. Efeitos de fatores ambientais sobre as assembleias de formigas arborícolas e epigéicas na Floresta Estacional Semidecidual. **Ciência Florestal**, v. 33, p. e67579-24, 2023. <https://doi.org/10.5902/1980509867579>. Acesso em: 19 fev. 2026.

LOPES, P.R. **A biodiversidade como fator preponderante para a produção agrícola em agroecossistemas cafeeiros sombreados no Pontal do Paranapanema**. 2014. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) - Ecologia de Agroecossistemas, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014. 172p. <https://doi.org/10.11606/T.91.2014.tde-15092014-133216>. Acesso em: 19 fev. 2026.

LUTINSKI, J.A.; LUTINSKI, C.J.; ORTIZ, A.; ZEMBRUSKI, F.S.; RIPKE, M.O.; GARCIA, F.R.M. Biological Control Using Ants: Current Status, Opportunities, and Limitations. **Agronomy**, v.14, n.7, 1558, 2024. <https://doi.org/10.3390/agronomy14071558>. Acesso em: 19 fev. 2026.

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária. **Produção de grãos 24/25 atinge recorde histórico de 350,2 milhões de toneladas**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/producao-de-graos-24-25-atinge-recorde-historico-de-350-2-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 19 fev. 2026.

MARCHIORI, J.J.P. **Mirmecofauna e suas interações com hemípteros fitófagos em áreas cultivadas**. 2020. 62p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada). Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde - ICBS, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2020. Disponível em: <http://rima.ufrrj.br/jspui/handle/20.500.14407/13579>. Acesso em: 19 fev. 2026.

MAROUELLI, W.A.; COSTA JÚNIOR, A.D.; LOPES, J.P.; BRAGA, M.B. **Irrigação na Cultura do Chuchu**. Circular Técnica 139. Embrapa Hortaliças. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2015. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1021630/1/CT139X.pdf>

Acesso em: 19 fev. 2026.

MISSIO, F. M.; JACOBI, L. F. Variáveis Dummy: Especificações de Modelos com Parâmetros Variáveis. *Ciência e Natura*, v.29, n.1, p.111–135, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/9764/5853> Acesso em: 13 fev. 2026.

MMA - Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Biodiversidade e Biomas**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas> Acesso em: 19 fev. 2026.

NEWSON, J.; VANDERMEER, J.; PERFECTO, I. Differential effects of ants as biological control of the coffee berry borer in Puerto Rico. **Biological Control**, v.160, 104666, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964421001365> Acesso em: 19 fev. 2026.

OLIVEIRA, A.A.B. **Fragmentos florestais da Microrregião de Três Rios, RJ: avaliação do tamanho e do efeito de borda**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Gestão Ambiental) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://itr.ufrj.br/portal/fragmentos-florestais-da-microrregiao-de-tres-rios-rj-avaliacao-do-tamanho-e-do-efeito-de-borda/>. Acesso em: 19 fev. 2026.

PEREIRA, J.R. **Diversidade, composição e guildas de formigas epigéicas e arborícolas em áreas cultivadas no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais**. 2021. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2021. Disponível em: <https://rima.ufrj.br/jspui/handle/20.500.14407/13582> Acesso em: 19 fev. 2026.

PEREIRA, J.R.; ALMEIDA, F.S. Influência da heterogeneidade ambiental sobre a mirmecofauna em diferentes usos do solo no município de Bom Despacho, estado de Minas Gerais. **Ciência Florestal**, v. 33, p. e64534-25, 2023. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cflo/a/zpmG9M44dtMfjsdPmskbSVK/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 fev. 2026.

PINTO, C.R.S. **Formigas-cortadeiras**: distribuição geográfica no Brasil, plantas atacadas e estimadores de densidade. Monografia (bacharelado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios. 2016. 46p. Disponível em: <https://itr.ufrj.br/portal/formigas-cortadeiras-distribuicao-geografica-no-brasil-plantas-atacadas-e-estimadores-de-densidade/>. Acesso em: 19 fev. 2026.

ROOS, A. A biodiversidade e a extinção das espécies. **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v.7, n. 7, p. 1494-1499, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/download/5651/3628> Acesso em: 19 fev. 2026.

SANTOS, D. **Complementaridade de nichos e multifuncionalidade de sistemas agroflorestais sucessionais**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 116p., 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/219533/PAGR0462-T.pdf?sequence=-1&isAllowed=y> Acesso em: 19 fev. 2026.

SANTOS, M.R.A.; SOUZA-CAMPANA, D.R.; MARTINS, D.S.; MORINI, M.S.C. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em cultivos consorciados de café conilon (*Coffea canefora* Pierre ex Froehner). **Revista Científica UMC**, 2019. Disponível em: https://www.umc.br/_img/_diversos/pesquisa/pibic_pvic/XXII_congresso/artigos/b/Marlina_Ribeiro_Abonizio_Santos.pdf Acesso em: 19 fev. 2026.

SAPUCAIA (RJ). Prefeitura Municipal. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMMA) de Sapucaia – RJ**: Diagnóstico da cobertura vegetal e áreas prioritárias. Elaboração: AGEVAP; Comitê Piabanha. Sapucaia: Prefeitura Municipal, 2017. Disponível em: <http://comitepiabanha.org.br/pmma/sapucaia/diagnostico.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2026.

STEWART, P.R.; SHACKELFORD, G.; CARVALHEIRO, L.G.; BENTON, T.G.; GARIBALDI, L.A.; SAIT, S.M. Pollination and biological control research: are we neglecting two billion smallholders. **Agriculture & Food Security**, v.3, p.1-13, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/2048-7010-3-5> Acesso em: 19 fev. 2026.

WETTERER, J.K. Worldwide spread of the ghost ant, *Tapinoma melanocephalum* (Hymenoptera: Formicidae). **Myrmecological News**, v.12, p. 23-33, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/James-Wetterer/publication/256979597_Worldwide_spread_of_the_ghost_ant_Tapinoma_melanocephalum_Hymenoptera_Formicidae/links/02e7e5258d56f2bb10000000/Worldwide-spread-of-the-ghost-ant-Tapinoma-melanocephalum-Hymenoptera-Formicidae.pdf Acesso em: 19 fev. 2026.

ZHANG, Y.; BOHAN, D.A.; ZHANG, C.; CONG, W.F.; MUNIER-JOLAIN, N.; BEDOUSSAC, L. Crop diversity reduces pesticide use more efficiently with refined diversification strategies. **Communications Earth & Environment**, v.6, p.1-10, 2025. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s43247-025-02418-7> Acesso em: 27 fev. 2026.

CAPÍTULO II

**GUILDAS DE FORMIGAS EM ÁREAS CULTIVADAS NO MUNICÍPIO
DE SAPUCAIA-RJ**

RESUMO

A mirmecofauna desempenha funções importantes para a produção agrícola, mas também inclui espécies que causam danos e perdas econômicas. Neste capítulo, avaliou-se o efeito de variáveis ambientais e da estabilidade dos agroecossistemas sobre as guildas de formigas em áreas cultivadas no município de Sapucaia, RJ. A amostragem foi realizada com 15 armadilhas tipo *pitfall* em sete áreas cultivadas e as formigas foram classificadas em guildas com base na literatura. A Regressão Linear *Stepwise* foi utilizada para analisar a relação entre a riqueza de guildas e o tipo de cultivo (ciclo curto ou longo), a distância de fragmentos florestais, a profundidade da cobertura morta e a temperatura do ar. Também foi aplicada a Análise de Componentes Principais (PCA) para avaliar a abundância das guildas. As formigas foram distribuídas em oito guildas, sendo a guilda onívoras e detritívoras de serapilheira a mais rica em espécies (21 espécies), seguida de onívoras dominantes de solo ou serapilheira (11 espécies). O tipo de cultivo explicou 82,05% da variação na riqueza de guildas, enquanto o modelo com todas as variáveis independentes explicou 97,60%. A abundância média nas guildas foi maior em áreas cultivadas de ciclo longo. A PCA evidenciou agrupamento das áreas de ciclo curto. Assim, embora diversas guildas ocorram nos agroecossistemas de Sapucaia-RJ, áreas com cultivo de ciclo curto apresentam menor riqueza de guildas e abundância, em comparação com as de ciclo longo, sendo esse fator determinante na estrutura funcional da mirmecofauna.

Palavras-chave: cultivos agrícolas, grupos funcionais, mirmecofauna.

ABSTRACT

Myrmecofauna plays important roles in agricultural production, but also includes species that cause damage and economic losses. In this chapter, the objective was to evaluate the effect of environmental variables and agroecosystem stability on ant guilds in cultivated areas in the municipality of Sapucaia, state of Rio de Janeiro. Sampling was carried out using 15 pitfall traps in seven cultivated areas, and the ants were classified into guilds based on the literature. Stepwise Linear Regression was used to analyze the relationship between guild richness and crop type (short or long-cycle), distance from forest fragments, leaf litter depth, and air temperature. Principal Component Analysis (PCA) was also applied to assess guild abundance. The litter omnivores and scavenger's guild presented the greatest ant species richness (21 species), followed by the soil or litter dominant true omnivorous guild (11 species). The type of cultivation explained 82.05% of the variation in guild richness, while the model with all independent variables explained 97.60%. The average abundance in guilds was higher in long-cycle cultivated areas. PCA showed clustering of short-cycle areas. Thus, although several guilds occur in the agroecosystems of Sapucaia-RJ, areas with short-cycle cultivation show lower guild richness and abundance compared to those with long-cycle, this being a determining factor in the functional structure of the ant fauna.

Key Word: agricultural crops, functional groups, myrmecofauna.

1. INTRODUÇÃO

Os insetos (Classe Insecta) são abundantes nos agroecossistemas, exercendo variados papéis e influenciando diretamente na sanidade vegetal e, consequentemente, na produtividade (GALLO et al., 2002; QUEIROZ et al., 2006). A ordem Hemiptera apresenta espécies de percevejos, cochonilhas, pulgões, dentre outros, capazes de provocar danos às plantas cultivadas por sugar seiva e disseminar patógenos (GALLO et al., 2002; HEINZELMANN et al. 2024). Algumas espécies de besouros (Ordem Coleoptera), gafanhotos (Ordem Orthoptera) e lagartas (Ordem Lepidoptera) podem reduzir a produção agrícola por serem desfolhadores (GALLO et al., 2002; HEINZELMANN et al. 2024). Porém, muitos outros insetos, inclusive besouros e percevejos, atuam como predadores de pragas agrícolas (HARTERREITEN-SOUZA et al., 2011). Abelhas e lepidópteros são importantes polinizadores e contribuem de forma relevante para a produção de variadas espécies cultivadas (WOLOWSKI et al., 2019).

A mirmecofauna está entre os grupos de insetos que exercem papéis tanto positivos quanto negativos em relação à produtividade das culturas agrícolas (QUEIROZ et al., 2006; ESTRADA, 2017). Os gêneros *Atta* (saúvas), *Acromyrmex* (quenquéns) e *Amoimyrmex* apresentam espécies desfolhadoras, estando inclusive entre as principais pragas de variadas plantas cultivadas em território brasileiro, podendo provocar considerável redução na produção (FUJIHARA et al., 2013; MOTA FILHO, 2022). Embora existam exceções, espécies de formigas de outros gêneros, além dos já citados, exercem funções ecológicas que têm potencial para influenciar positivamente a produtividade das plantas cultivadas (ESTRADA, 2017; PEREIRA, 2021). Diversas espécies exercem atividades que afetam as características físicas e químicas do solo (ALMEIDA; QUEIROZ, 2015; ALMEIDA et al., 2019), inclusive influenciam positivamente a decomposição de matéria orgânica no solo (STADLER et al., 2006), podem participar da polinização (DIAZ et al., 2025) e são comumente citadas como predadoras de pragas agrícolas (EUBANKS, 2001; ALMEIDA, 2007).

Além dos serviços diretos de predação e ciclagem de nutrientes, as formigas são citadas como 'engenheiras do ecossistema', pois suas ações alteram as características químicas e a estrutura física do solo, afetando a densidade, a textura, a porosidade e a infiltração de água, fatores críticos para o desenvolvimento radicular em sistemas agrícolas (ALMEIDA; QUEIROZ, 2015; ALMEIDA et al., 2019). No entanto, a eficácia desses serviços ecossistêmicos depende da estabilidade estrutural do habitat. Em agroecossistemas sujeitos a

manejos intensivos, com o revolvimento frequente do solo e a remoção da cobertura morta, ocorre uma simplificação da comunidade de formigas, favorecendo espécies generalistas em detrimento de outras espécies (PEREIRA, 2021). A presença de diferentes guildas cria uma rede de interações tróficas que estabiliza o agroecossistema contra surtos de pragas, tornando o estudo de sua composição um passo fundamental para o desenho de estratégias de manejo integrado (PEREIRA, 2021; ESTRADA et al. 2023).

Desse modo, é interessante realizar estudos visando avaliar as guildas de formigas que ocorrem em áreas cultivadas e gerar conhecimento sobre os fatores que influenciam tais guildas, visto que cada guilda é composta por espécies com funções semelhantes e, assim, irão afetar as áreas cultivadas de forma também semelhante (PEREIRA, 2021; AZEVEDO & ALMEIDA, 2025). Tais estudos podem colaborar com informações úteis para aumentar a abundância de grupos de espécies de formigas benéficas para a produção das áreas cultivadas e também, por outro lado, reduzir a presença de grupos de formigas danosos à produção (PEREIRA, 2021; AZEVEDO & ALMEIDA, 2025).

As características das áreas cultivadas, os atributos ambientais observados no entorno do agroecossistema, além dos tratamentos culturais utilizados estão entre os fatores que podem afetar a abundância, a riqueza e a composição da mirmecofauna e, conseqüentemente, influenciar as guildas de formigas (PEREIRA, 2021; AZEVEDO & ALMEIDA, 2025). Estudos que possam gerar conhecimento sobre as características dos agroecossistemas e tratamentos culturais que possam ser benéficos para guildas de formigas predadoras podem contribuir para ampliar o controle biológico de pragas pelas formigas (FRIZZO et al., 2020; LUTINSKI et al., 2024). Isto pode, conseqüentemente, reduzir a necessidade de utilizar inseticidas químicos sintéticos no controle de pragas e também reduzir, deste modo, os custos de produção e os impactos negativos ao meio ambiente gerados pela poluição por agrotóxicos. Tais estudos podem ser realizados em agroecossistemas com características distintas, de modo que representem gradientes de variação ambiental e com a utilização de diferentes tratamentos culturais.

Neste contexto, a análise das guildas permite uma compreensão mais profunda da resiliência do sistema, uma vez que grupos funcionais distintos respondem de maneira heterogênea aos tratamentos culturais e variações ambientais. As guildas de formigas podem ser influenciadas pelo tipo de uso do solo (APOLINARIO et al. 2019). Enquanto guildas de formigas arborícolas dependem da arquitetura das plantas, espécies epigeicas podem ser prejudicadas pela realização constante de atividades de preparo do solo para plantio, como

aração e gradagem, e ser afetadas pelas características do ambiente do entorno na área cultivada (AZEVEDO & ALMEIDA, 2025). Portanto, investigar como a paisagem e as práticas locais de cultivo (como a manutenção de ciclos de cultivo longos e a preservação da serapilheira) moldam esses grupos é essencial para desenhar estratégias de manejo que conciliem produtividade com conservação biológica e a persistência da qualidade ambiental adequada para a saúde humana.

Assim, neste capítulo o objetivo foi avaliar os efeitos de variáveis ambientais e da estabilidade dos agroecossistemas sobre guildas de formigas em áreas cultivadas com diferentes características no município de Sapucaia, Estado do Rio de Janeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A coleta de dados no trabalho de campo foi conduzida no município de Sapucaia, que está inserido na Microrregião de Três Rios, no Estado do Rio de Janeiro (Figura 1). Segundo o Censo Demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em 2022, Sapucaia possui 17.729 habitantes e densidade demográfica de cerca de 32,8 hab/km², com território de 540,673 km² (IBGE, 2026). Em 2017, ocorriam cerca de 65 mil estabelecimentos rurais no Rio de Janeiro (IBGE, 2017).

Apesar do histórico de degradação ambiental constatado na região em estudo, tendo ocorrido expressiva supressão da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica, o município de Sapucaia ainda possui relevante área com florestas nativas, pois o município apresenta 33,46% de cobertura florestal, que se trata da maior porcentagem observada entre os municípios da Microrregião de Três Rios (OLIVEIRA, 2024).

Em relação ao clima, apresenta maiores temperaturas e volumes de chuva no verão e no inverno observa-se menor precipitação pluviométrica, com a classificação de Köppen indicando que se trata do clima Tropical de Altitude (Cwa) (ALVARES et al., 2013). Os maiores volumes de chuva ocorrem entre os meses de outubro e março e a temperatura média anual é aproximadamente 20,8 °C, enquanto o relevo é principalmente acidentado (AGEVAP 2014). Os Argissolos e os Latossolos são os principais tipos de solo observados na região (DANTAS et al., 2001).

A amostragem da fauna de formigas foi realizada, especificamente, em sete áreas cultivadas, com duas sob manejo caracterizado como cultivo orgânico (P1 e P7) e as outras cinco propriedades com o sistema de cultivo convencional (P2, P3, P4, P5 e P6) (Figura 2). Tais áreas cultivadas são as mesmas apresentadas no Capítulo I.

2.2 Procedimentos Metodológicos

A coleta de dados ocorreu conforme mencionado no Capítulo I. As áreas cultivadas foram visitadas entre os meses de maio e setembro do ano de 2025. Em cada agroecossistema, a amostragem da mirmecofauna foi realizada por meio de 15 armadilhas no formato de *pitfalls*, sendo copos plásticos de 300 ml instalados no solo, distando 10 m entre si e permanecendo ativos durante 48 h (ESTRADA et al., 2019). O material coletado foi armazenado em potes de

polietileno com tampa e identificação para serem transportados para o Laboratório de Ciências Ambientais. Posteriormente, o material coletado foi triado e as formigas operárias foram montadas de forma apropriada para realizar a identificação. A identificação ocorreu ao nível de gênero, seguindo Baccaro et al. (2015), com posterior separação em morfoespécies e identificação das espécies, quando foi exequível, assim como em Estrada et al. (2019).

Os agroecossistemas foram divididos em dois tipos de cultivo: ciclo curto ou ciclo longo. Durante os trabalhos de campo foi obtida, em 15 pontos próximos ao local de instalação dos *pitfalls*, a profundidade da cobertura morta/ serapilheira com uma régua graduada. A temperatura do ar próxima ao solo foi aferida com um termohigrômetro digital. Com o software Google Earth Pro (GOOGLE EARTH, 2025) foi obtida a distância da área cultivada para os três fragmentos florestais com mais de 0,5 ha mais próximos dos agroecossistemas. Posteriormente, foi calculada a distância média de cada área cultivada para os remanescentes florestais (LOBO, 2020).

A classificação das formigas em guildas foi realizada de forma similar ao observado em Apolinário et al. (2019), Pereira (2021), Lobo et al. (2023) e Azevedo & Almeida (2025). Porém, adotou-se a guilda ‘generalistas agressivas’, para as espécies da subfamília Myrmicinae de hábitos generalistas, de recrutamento massivo e que são reconhecidamente agressivas, inclusive predando várias outras espécies e podendo influenciar expressivamente a biodiversidade dos locais onde ocorrem. As formigas cortadeiras foram alocadas em uma guilda exclusiva, separada das demais cultivadoras de fungos, conforme Apolinário et al. (2019).

Para cada agroecossistema, foram obtidas a riqueza de guildas (número de guildas) e a abundância de formigas em cada guilda, considerando-se como indicativo de abundância a frequência de ocorrência nos *pitfalls*.

O software Bioestat foi utilizado para executar a Regressão Linear Passo-a-Passo (*Stepwise*) entre a riqueza de guildas de formigas e as variáveis preditoras: tipo de cultivo; distância média para os fragmentos florestais; profundidade média da cobertura morta; temperatura do ar. O tipo de cultivo, sendo variável categórica, foi transformado em variável *dummy* para ser inserido no modelo matemático.

Com o software Past foi realizada a Análise de Componentes Principais (PCA) para a abundância das guildas de formigas em áreas cultivadas com cultivos de ciclo curto e de ciclo longo, tendo o vetor da correlação entre as guildas e os agroecossistemas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As formigas coletadas nos agroecossistemas em estudo foram classificadas em oito guildas (Tabela 4). Este foi o mesmo número de guildas obtido por Apolinário et al. (2019) em uma pastagem, uma plantação de eucalipto e uma floresta secundária em Sapucaia-RJ, utilizando armadilhas tipo *pitfall*. Já Lobo et al. (2023) coletaram formigas de sete guildas em fragmentos florestais em Paraíba do Sul-RJ e Três Rios-RJ, neste caso, realizando amostragem com iscas atrativas. Já Pereira (2021) coletou formigas de cinco guildas em Bom Despacho-MG, com a amostragem sendo realizada com armadilhas tipo *pitfall* no solo e sobre plantas, em áreas que representam um gradiente de variação de complexidade estrutural gerada pela vegetação: floresta nativa do Cerrado; áreas cultivadas; e pastagem agroecológica.

Para explicar as diferenças nos resultados destes trabalhos citados acima, além das variações nas metodologias de amostragem, também cabe mencionar que não utilizaram a guilda ‘generalistas agressivas’, tendo classificado a espécie *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) (pixixica ou pequena-formiga-de-fogo) na guilda onívoras verdadeiras dominantes de solo ou serapilheira. Na presente pesquisa optou-se por classificar *Solenopsis invicta* Buren (lava-pés ou formiga-de-fogo), 1972 e *W. auropunctata* em uma guilda própria por considerar que apresentam características taxonômicas e comportamentais consideravelmente diferentes de formigas geralmente classificadas como onívoras verdadeiras dominantes de solo ou serapilheira. As espécies *Solenopsis invicta* Buren, 1972 e *W. auropunctata* pertencem à subfamília Myrmicinae, são bastante agressivas, recrutam em massa e são conhecidas como relevantes predadoras, especialmente de outras espécies da Classe Insecta (ALMEIDA, 2007; ERRARD et al., 2005; KONDO et al., 2018). Assim, considerou-se que *S. invicta* e *W. auropunctata* influenciam os ecossistemas de forma semelhante e diferente das formigas classificadas como onívoras verdadeiras dominantes de solo ou serapilheira. Silvestre & Silva (2001) apresentaram a guilda “mirmicíneas agressivas”, onde poderia incluir *S. invicta* e *W. auropunctata*, mas também incluíram nesta guilda espécies de gêneros como *Pheidole* e *Crematogaster*, que apresentam comportamentos distintos de *S. invicta* e *W. auropunctata* e podem ser alocadas em outras guildas. Assim, optou-se por não usar a guilda “mirmicíneas agressivas”.

Tabela 4. Guildas e espécies de formigas em áreas cultivadas no município de Sapucaia, Estado do Rio de Janeiro.

Guildas	Espécies
Arborícolas onívoras (AO)	<i>Crematogaster</i> sp1
	<i>Crematogaster</i> sp2
	<i>Crematogaster</i> sp3
	<i>Cephalotes pusillus</i> (Klug, 1824)
	<i>Pseudomyrmex</i> sp1
Cultivadoras de fungos (exceto cortadeiras) (CF)	<i>Cyphomyrmex</i> sp1
	<i>Mycocepurus goeldii</i> (Forel, 1893)
	<i>Mycocepurus smithii</i> (Forel, 1893)
Cortadeiras (CO)	<i>Acromyrmex</i> sp1
	<i>Acromyrmex</i> sp2
	<i>Acromyrmex</i> sp3
	<i>Atta sexdens</i> (Linnaeus, 1758)
Dominantes de solo ou serapilheira (DSS)	<i>Ectatomma permagnum</i> Forel, 1908
	<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863
	<i>Odontomachus meinerti</i> Forel, 1905
	<i>Odontomachus</i> sp2
Generalistas Agressivas (GA)	<i>Solenopsis invicta</i> Buren, 1972
	<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)
Onívoras e detritívoras de serapilheira (ODS)	<i>Dorymyrmex</i> sp1
	<i>Dorymyrmex</i> sp2
	<i>Linepithema</i> sp1
	<i>Linepithema</i> sp2
	<i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius, 1793)
	<i>Cardiocondyla</i> sp1
	<i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884

	<i>Pheidole</i> sp1
	<i>Pheidole</i> sp3
	<i>Pheidole</i> sp4
	<i>Pheidole</i> sp5
	<i>Pheidole</i> sp7
	<i>Pheidole</i> sp8
	<i>Pheidole</i> sp9
	<i>Pheidole</i> sp10
	<i>Solenopsis</i> sp1
	<i>Solenopsis</i> sp2
	<i>Solenopsis</i> sp3
	<i>Solenopsis</i> sp5
	<i>Solenopsis</i> sp6
	<i>Solenopsis</i> sp7
Onívoras verdadeiras dominantes de solo ou serapilheira (OVD)	<i>Brachymyrmex</i> sp1
	<i>Brachymyrmex</i> sp2
	<i>Camponotus</i> (<i>Myrmothrix</i>) <i>rufipes</i> (Fabricius, 1775)
	<i>Camponotus</i> sp2
	<i>Camponotus</i> sp3
	<i>Camponotus</i> sp4
	<i>Camponotus</i> sp6
	<i>Camponotus</i> sp7
	<i>Camponotus</i> sp8
	<i>Nylanderia</i> sp1
	<i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851)
Predadoras generalistas de serapilheira (PGS)	<i>Gnamptogenys</i> sp1
	<i>Anochetus</i> sp1
	<i>Neoponera</i> sp1
	<i>Pachycondyla striata</i> Smith, 1858

A guilda onívoras e detritívoras de serapilheira foi a que possuiu maior riqueza de espécies da mirmecofauna (21 espécies), seguida da guilda onívoras verdadeiras dominantes de solo ou serapilheira (11 espécies), arborícolas onívoras (cinco espécies), cortadeiras (quatro espécies), dominantes de solo ou serapilheira (quatro espécies), predadoras generalistas de serapilheira (quatro espécies), cultivadoras de fungos (exceto cortadeiras) (três espécies) e generalistas agressivas (duas espécies). Assim, a riqueza de espécies da guilda onívoras e detritívoras de serapilheira representa 38,9% do total e a riqueza de espécies de onívoras verdadeiras dominantes de solo ou serapilheira equivale à 20,4% do total.

Apolinário et al. (2019) também encontraram maior riqueza de espécies na guilda onívoras e detritívoras de serapilheira, seguida de onívoras verdadeiras dominantes de solo ou serapilheira. A maior riqueza de espécies no trabalho de Lobo et al. (2023) também ocorreu na guilda onívoras e detritívoras de serapilheira, mas a segunda guilda com mais espécies foi arborícolas onívoras, o que foi claramente influenciado pelos estratos onde a coleta foi realizada, visto que coletaram com iscas sobre o solo e plantas.

A riqueza de guildas por área cultivada variou de quatro a oito guildas (Tabela 5). As menores riquezas de guildas ocorreram nas áreas com cultivos de ciclo curto. Assim, os agroecossistemas com cultivos de ciclo longo favorecem uma maior riqueza de guildas e, consequentemente, maior diversidade funcional de formigas. A guilda arborícolas onívoras só foi registrada em áreas de cultivo de ciclo longo, provavelmente pela presença de espécies de plantas arbustivas e arbóreas.

Tabela 5. Riqueza de espécies nas guildas de formigas e riqueza de guildas em áreas com cultivo de ciclo curto (CC) e de ciclo longo (CL) no município de Sapucaia, Estado do Rio de Janeiro.

Guildas	CL P1	CC P2	CL P3	CC P4	CC P5	CL P6	CL P7
Arborícolas onívoras (AO)	1	0	0	0	0	1	3
Cultivadoras de fungos (exceto cortadeiras) (CF)	2	1	1	0	0	1	3

Cortadeiras (CO)	2	0	2	1	0	0	1
Dominantes de solo ou serapilheira (DSS)	2	1	3	0	0	1	2
Generalistas Agressivas (GA)	2	0	0	1	1	1	1
Onívoras e detritívoras de serapilheira (ODS)	10	5	9	4	5	6	6
Onívoras verdadeiras dominantes de solo ou serapilheira (OVD)	3	3	6	2	2	3	3
Predadoras generalistas de serapilheira (PGS)	0	1	2	0	1	3	1
Riqueza de Guildas	7	5	6	4	4	7	8

O tipo de cultivo (cultivo de ciclo curto ou longo) explicou 82,05% da variação da riqueza de guildas entre as áreas cultivadas (Tabela 6). Os agroecossistemas de ciclo curto apresentaram menor número de guildas, o que está associado a maior frequência de alterações ambientais que sofrem e a ausência de espécies de plantas arbóreas e arbustivas. Esta variável independente, juntamente com a profundidade de cobertura morta, a distância da área cultivada para fragmentos florestais e a temperatura do ar próxima do solo explicaram 97,60% da variação da riqueza de guildas. Logicamente, habitats com maior riqueza de espécies tendem a possuir maior riqueza de guildas e a profundidade de cobertura morta e a distância para fragmentos florestais podem afetar o número de espécies. Agroecossistemas com maior profundidade de cobertura morta apresentam maior abundância de recursos para as várias espécies da mirmecofauna, pois representa recursos alimentares para espécies detritívoras e para a criação de ninhos para as formigas que nidificam dentro de galhos, frutos ocos e entre folhas (GOMES et al., 2013; BACCARO et al., 2015). Assim, o aumento da profundidade de serapilheira tende a proporcionar condições para a existência de mais guildas de formigas (Figura 13). Também é o alimento para espécies que são presas de formigas. Como a diversidade de componentes da cobertura morta depende da diversidade da vegetação,

agroecossistemas com maior diversidade vegetal tendem a possuir cobertura morta mais diversificada e, conseqüentemente, dispor de maior variabilidade de nichos ecológicos (GOMES et al., 2013). Além disso, a cobertura morta sobre o solo proporciona condições microclimáticas, incluindo a temperatura e a umidade, adequadas para algumas espécies de formigas. Isto é bastante relevante, inclusive pela temperatura do corpo dos insetos variar em função das mudanças ambientais, com a temperatura do ar influenciando a velocidade de desenvolvimento dos indivíduos e o crescimento populacional de espécies de insetos (ALMEIDA; GONÇALVES, 2007), também afetando especificamente o grau de movimentação das formigas durante o forrageamento (AZEVEDO; ALMEIDA, 2025).

Tabela 6. Regressão linear passo-a-passo (*Stepwise*) entre a riqueza de guildas de formigas (variável dependente), no município de Sapucaia-RJ, e as seguintes variáveis independentes: tipo de cultivo (C - cultivo de ciclo curto ou longo); profundidade da cobertura morta (CM); distância da área cultivada para fragmentos florestais (D); e temperatura do ar próxima ao solo (T).

Var. Independentes	R ²	GL	F	p-valor
C	82,05%	1,5	22,8571	0,0057
C, CM	87,33%	2,4	13,79	0,0179
C, CM, D	93,02%	3,3	13,3202	0,0305
C, CM, D, T	97,60%	4,2	20,2922	0,047

A abundância média de todas as guildas foi maior nas áreas com cultivo de ciclo longo que de ciclo curto (Figura 14), demonstrando que os agroecossistemas de ciclo longo apresentam populações maiores. Isto inclui as populações de formigas cortadeiras, mas também as populações das outras guildas, que desempenham outros papéis nos agroecossistemas, inclusive o de predadoras de pragas e decompositoras. É interessante mencionar que as formigas podem inclusive atuar como polinizadoras em agroecossistemas (DÍAZ et al., 2025).

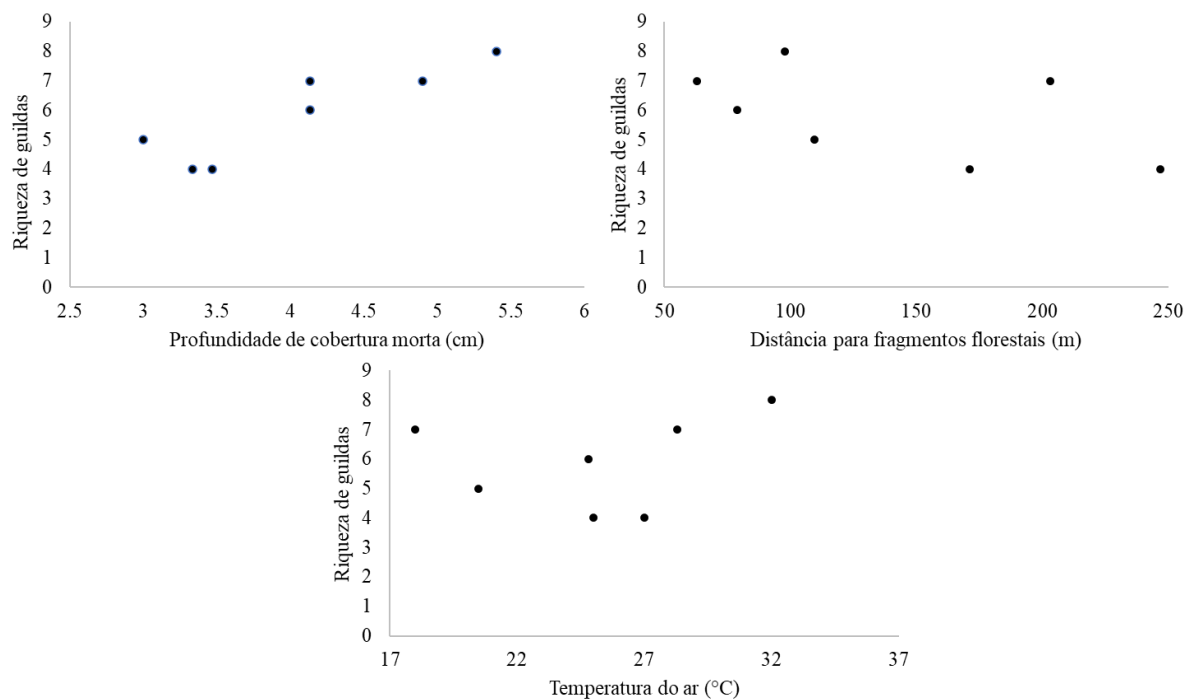


Figura 13. Relação entre a riqueza de guildas de formigas e a profundidade da cobertura morta, a distância da área cultivada para fragmentos florestais e a temperatura do ar próxima ao solo, no município de Sapucaia, estado do Rio de Janeiro.

As modificações nos agroecossistemas com cultivo de ciclo curto, que ocorrem mais frequentemente que nos de ciclo longo, podem destruir ninhos e afetar negativamente a disponibilidade de recursos. Também pode ocorrer o uso mais frequente de agrotóxicos nos cultivos de ciclo curto (MEISS et al., 2010), o que pode reduzir o tamanho de populações de formigas. Dentre as atividades que podem prejudicar a fauna de formigas em áreas cultivadas também estão a aração, a gradagem, a calagem, a adubação e a abertura de covas no solo, a remoção e revolvimento da cobertura morta e as mudanças na vegetação. Por outro lado, as áreas com cultivo de ciclo longo têm características que proporcionam que as espécies de formigas adaptadas a este ambiente alcancem maiores tamanhos populacionais.

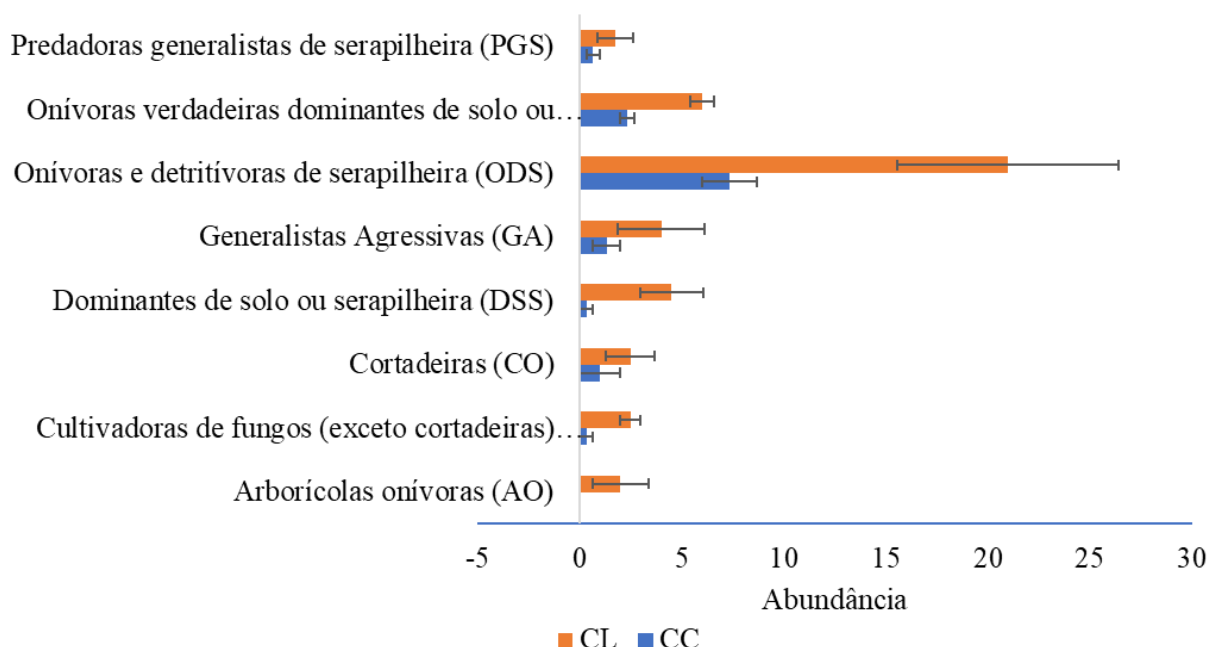


Figura 14. Abundância (média $\pm$ erro padrão) de formigas nas diferentes guildas em áreas com cultivo de ciclo curto (cor azul) e de ciclo longo (cor laranja) no município de Sapucaia, Estado do Rio de Janeiro.

A Análise de Componentes Principais com a abundância das guildas de formigas nos agroecossistemas revelou um agrupamento das áreas com cultivo de ciclo curto (Figura 15). Além disso, todas as guildas estiveram mais relacionadas com as áreas com cultivo de ciclo longo, reforçando o resultado já mencionado - a abundância das espécies que compõem as guildas foi maior nas áreas com cultivo de ciclo longo.

A segregação funcional revelada pela PCA entre os cultivos de ciclo curto e longo demonstra que o manejo frequente impõe um filtro ambiental rigoroso sobre as guildas. A ausência da guilda arborícolas onívoras em áreas de ciclo curto (chuchu e abobrinha) indica uma simplificação da estrutura trófica vertical. Sem a presença de estratos arbustivos e arbóreos, o agroecossistema perde o serviço de controle biológico realizado por formigas que forrageiam e nidificam sobre plantas, tornando o sistema produtivo mais dependente de intervenções externas e inseticidas.

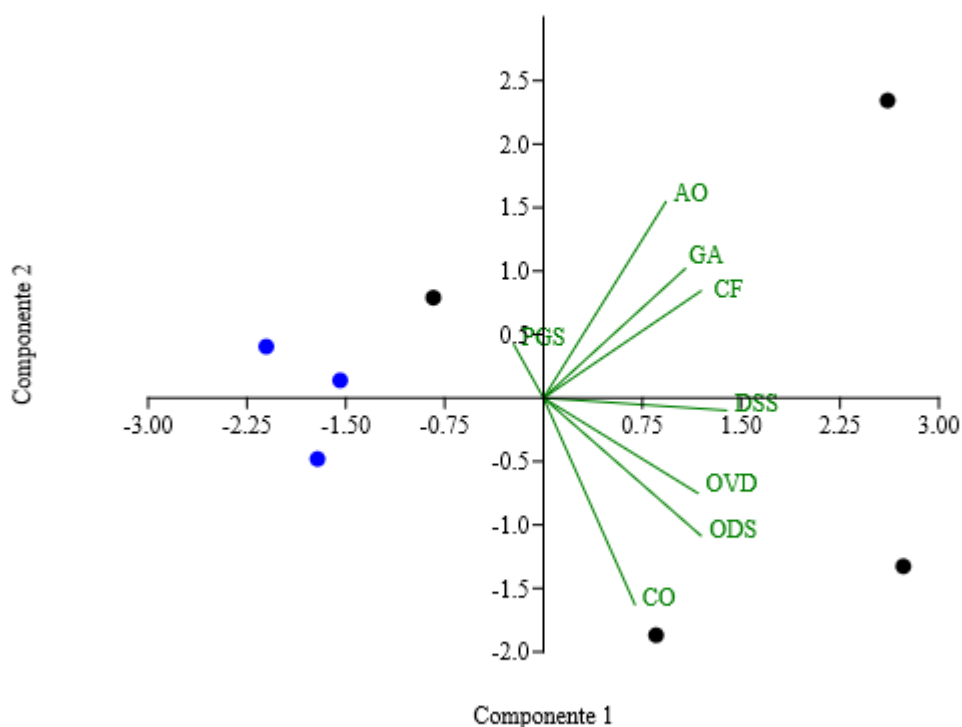


Figura 15. Análise de Componentes Principais (*Principal Component Analysis* - PCA) para a abundância das guildas de formigas em áreas de cultivo de ciclo curto (círculo azul) e de ciclo longo (círculo preto), no município de Sapucaia, Estado do Rio de Janeiro. Nota: Arborícolas onívoras (AO); Cultivadoras de fungos (exceto cortadeiras) (CF); Cortadeiras (CO); Dominantes de solo ou serapilheira (DSS); Generalistas Agressivas (GA); Onívoras e detritívoras de serapilheira (ODS); Predadoras generalistas de serapilheira (PGS); Onívoras verdadeiras dominantes de solo ou serapilheira (OVD).

Desse modo, os resultados revelam expressiva influência das características das áreas cultivadas e do seu manejo sobre as guildas de formigas, o que afeta as funções ecológicas desempenhadas pela mirmecofauna nos agroecossistemas. É interessante que novas pesquisas explorem o tema aqui abordado visando gerar mais conhecimento, que pode ser utilizado para o manejo das comunidades de formigas e para o manejo integrado de pragas, pois existem grupos de formigas que causam danos às plantas cultivadas e outros grupos que são úteis no controle de pragas e na ciclagem de nutrientes do solo, além do potencial de algumas espécies

como polinizadoras (DÍAZ et al., 2015). Criar agroecossistemas cujas características favoreçam guildas de formigas benéficas contribui para uma estrutura produtiva independente, inclusive necessitando de menor quantidade de inseticidas e outros agrotóxicos. Nota-se que isto pode inclusive reduzir custos de produção, com potencial para aumentar a lucratividade. Novas pesquisas podem abordar inclusive fatores não avaliados na presente pesquisa, como o efeito do manejo orgânico (cultivo orgânico) sobre as guildas de formigas e/ou estudar o efeito específico da presença de arbustos e de árvores sobre as guildas de formigas, buscando isolar o seu efeito da frequência de alterações ambientais provocadas pelas práticas de manejo. Além disso, os estudos sobre as funções exercidas pelas formigas em agroecossistemas no Estado do Rio de Janeiro ainda são escassos, de modo que novas pesquisas podem colaborar para reduzir lacunas de conhecimento.

Os resultados sugerem que agroecossistemas com maior heterogeneidade estrutural e estabilidade temporal tendem a possuir maior redundância de funções ecológicas. Ao favorecer guildas benéficas através da manutenção da cobertura morta e redução do revolvimento do solo, o produtor rural de Sapucaia pode alcançar maior autonomia produtiva. Esse equilíbrio biológico tem o potencial de reduzir custos operacionais com insumos químicos, ao mesmo tempo em que promove a conservação da biodiversidade nativa da Mata Atlântica na região.

4. CONCLUSÕES

Várias guildas de formigas ocorrem em agroecossistemas no município de Sapucaia-RJ. Entretanto, áreas com cultivos de ciclo curto apresentam menor riqueza de guildas que áreas com cultivos de ciclo longo. O tamanho populacional das espécies que compõem as guildas também é influenciado por este fator.

O manejo das áreas cultivadas afeta fatores de influenciam a riqueza de guildas de formigas, como a profundidade de cobertura morta e a temperatura próxima ao solo. As características do entorno dos agroecossistemas, como a distância para florestas nativas, também podem influenciar a riqueza de guildas.

Desse modo, a riqueza funcional da mirmecofauna em agroecossistemas é influenciada tanto pelo manejo da área cultivada, incluindo a frequência de atividades que alteram a estrutura do solo e da vegetação, abarcando plantas cultivadas e espontâneas, quanto por fatores extrínsecos.

Reduzir a frequência de modificação do ambiente ao longo do tempo e, inclusive, manter a cobertura morta sobre o solo são práticas especialmente pertinentes para favorecer a existência de maior número de guildas de formigas nos agroecossistemas.

A abundância das espécies que compõem as guildas de formigas é maior em áreas com cultivos de ciclo longo. Isto inclui a guilda das formigas cortadeiras, mas também outras guildas cujas espécies podem atuar como predadoras de insetos praga ou auxiliar na ciclagem de nutrientes do solo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGEVAP (Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul). **Plano Regional de Saneamento: Caracterização municipal – Sapucaia**. Resende: AGEVAP/Comitê Piabanha, 2014. Disponível em: <https://comitepiabanha.org.br/piabanha/estudos-e-projetos/caracterizacao-municipal/sapucaia.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2026.

ALMEIDA, F.S. **Ecologia de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) em um agroecossistema diversificado sob manejo orgânico**. 2007. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/8645>. Acesso em: 19 fev. 2026.

ALMEIDA, F.S.; ELIZALDE, L.; SILVA, L.M.S.; QUEIROZ, J. M. The effects of two abundant ant species on soil nutrients and seedling recruitment in Brazilian Atlantic Forest. **Revista Brasileira De Entomologia**, v. 63, p. 296-301, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2019.08.001>. Acesso em: 19 fev. 2026.

ALMEIDA, F.S.; GONÇALVES, L. Efeitos da temperatura e do alimento no desenvolvimento de *Dysdercus maurus* Distant (Hemiptera, Pyrrhocoridae). **Revista Brasileira de Entomologia** (Impresso), v. 51, p. 506-511, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262007000400017> . Acesso em: 19 fev. 2026

ALMEIDA, F.S.; QUEIROZ, J. M. Formigas poneromorfas como engenheiras de ecossistemas: impactos sobre a biologia, estrutura e fertilidade dos solos. In: DELABIE, J.H.C. et al. (Org.). **As formigas poneromorfas do Brasil**. 1ed. Ilhéus: Editus, 2015, p. 437-446. Disponível em: <https://backoffice.books.scielo.org/id/m3gqd/pdf/delabie-9788574554419-29.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2026.

APOLINARIO, L.C.M.H.; QUEIROZ, J.M.; VARGAS, A.B.; ALMEIDA, A.A.; ALMEIDA, F.S. **Diversity and Guilds of Ants in Different Land-Use Systems in Rio de Janeiro State,**

Brazil. FLORAM, v. 26, p. 1-11, 2019. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.115217>. Acesso em: 19 fev. 2026.

AZEVEDO, A.P.N.; ALMEIDA, F.S. Myrmecofauna in eucalyptus plantations in the Mário Xavier National Forest, Rio de Janeiro State, Brazil. **FLORAM**, v. 32, p. e20240019, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2179-8087-FLORAM-2024-0019>. Acesso em: 19 fev. 2026.

BACCARO, F.; FEITOSA, R.M.; FERNANDEZ, F.; FERNANDES, I.O.; IZZO, T.J.; SOUZA, JLP.; SOLAR, R. **Guia para os gêneros das Formigas do Brasil**. Editora INPA, Manaus; 2015. DOI:10.5281/zenodo.32912. Acesso em: 19 fev. 2026.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Pecuária. **Cadastro nacional de produtores orgânicos**. Brasília, DF: MAPA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-de-produtores-organicos-cnpo>. Acesso em: 06 fev. 2026.

DANTAS, M.E. SHINZATO, E.; MEDINA, A.I.M.; SILVA, C.R.; PIMENTEL, J.; LUMBRERAS, J.F.; CALDERANO, S.B. **Diagnóstico geoambiental do estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM, 2001. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/17229>. Acesso em: 19 fev. 2026.

DÍAZ, M. A.; PIRK, G. I.; CHALCOFF, V. R. Ants as potential pollinators in agroecological crops. **Journal of Applied Entomology**, v. 149, p. 1237–1247, 2025. DOI:10.1111/jen.13427. Acesso em: 19 fev. 2026.

ERRARD, C.; DELABIE, J.; JOURDAN, H.; HEFETZ, A. Intercontinental chemical variation in the invasive ant *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera Formicidae): a key to the invasive success of a tramp species. **Naturwissenschaften**, v. 92, p. 319–323, 2005. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00114-005-0628-y>. Acesso em: 19 fev. 2026.

ESTRADA, M.A. **A diversidade e o papel da fauna de formigas em áreas agrícolas submetidas ao cultivo orgânico e convencional**. 2017. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2017. Disponível em: <https://rima.ufrj.br/jspui/handle/20.500.14407/13561>. Acesso em: 19 fev. 2026.

ESTRADA, M.A.; PEREIRA, J.R.; ALMEIDA, A.A.; VARGAS, A.B.; ALMEIDA, F.S. Ant functional groups and their effects on other insects in organic and conventional cropping areas. **Entomobrasilis**, v. 16, p. e1018, 2023. DOI: <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v16.e1018>. Acesso em: 19 fev. 2026.

EUBANKS, M.D. Estimates of the direct and indirect effects of red imported fire ants on biological control in field crops. **Biological Control**, v.21, n.1, p. 35-43, 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964401909235>. Acesso em: 19 fev. 2026.

FRIZZO, T.L.M.; SOUZA, L.M.; SUJII, E.R.; TOGNI, P.H.B. Ants provide biological control on tropical organic farms influenced by local and landscape factors. **Biological Control**, v.151, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104378>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964420306058> Acesso em: 19 fev. 2026.

FUJIHARA, R.T.; SILVA, M.S.; FORTI, L.C. “Manejo de formigas cortadeiras. p. 103-116 In: BALDIN, E.L.L.; FUJIHARA, R.T.; CRUZ, P.L.; SOUZA, A.R.; KRONKA, A.Z.; NEGRISOLI, E. (Orgs) **Tópicos especiais em proteção de plantas**. Botucatu: FEPAF, 2013. 164p. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326920960_2013_Manejo_de_Formigas-Cortadeiras . Acesso em: 19 fev. 2026.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ,

2002. 920p. Disponível em: https://ocondedemontecristo.files.wordpress.com/2013/07/livro-entomologia-agrc3adcola-_jonathans.pdf. Acesso em: 19 fev. 2026.

GOMES, D.S.; ALMEIDA, F.S.; VARGAS, A.B.; QUEIROZ, J.M. Resposta da assembleia de formigas na interface solo-serapilheira a um gradiente de alteração ambiental. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 103, p. 104-109, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212013000200004> Acesso em: 19 fev. 2026.

GOOGLE EARTH. **Google Earth**. 2025. Disponível em: <https://www.google.com/intl/pt-BR/earth/about/versions/>. Acesso em: 13 fev. 2026.

HARTERREITEN-SOUZA, E.S.; PIRES, C.S.S.; CARNEIRO R.G.; SUJII, E.R. **Predadores e parasitoides: aliados do produtor rural no processo de transição agroecológica**. Brasília, DF; Emater, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, CNPq, 2011. 92 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/931099/predadores-e-parasitoides-aliados-do-produtor-rural-no-processo-de-transicao-agroecologica> . Acesso em: 19 fev. 2026.

HEINZELMANN, M.C.; SILVA, A.B.C.; LAPERA, C.A.I. Diversidade de Coleoptera, Hemiptera e Lepidoptera associados à Cultura da soja no Sudeste de Goiás. **Journal of Education Science and Health**, v. 4, n. 4, 2024. DOI: 10.52832/jesh.v4i4.466. Disponível em: <https://bio10publicacao.com.br/jesh/article/view/466>. Acesso em: 19 fev. 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**: Resultados Definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/resultados-censo-agro-2017/resultados-definitivos.html>. Acesso em: 19 fev. 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022**: resultados. Rio de Janeiro: IBGE, 2026. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/sapucaia/panorama> Acesso em: 19 fev. 2026.

KONDO, T.; ARCILA, A. M.; COLORADO, L. I.; CAMPOS-PATÍÑO, Y.; SOTELO-CARDONA, P. *Wasmannia auropunctata* (Roger)(Hymenoptera: Formicidae), a small but voracious predator of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae). **Acta Zoológica Mexicana**, v.34, p.1-5, 2018. Disponível em: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372018000100218 Acesso em: 19 fev. 2026.

LOBO, N.C.R.; RIBEIRO, L.M.; PEREIRA, J.R.; ALMEIDA, A.A.; ALMEIDA, F.S. Efeitos de fatores ambientais sobre as assembleias de formigas arborícolas e epigéicas na Floresta Estacional Semidecidual. **Ciência Florestal**, v. 33, p. e67579-24, 2023. <https://doi.org/10.5902/1980509867579>. Acesso em: 19 fev. 2026.

LUTINSKI, J.A.; LUTINSKI, C.J.; ORTIZ, A.; ZEMBRUSKI, F.S.; RIPKE, M.O.; GARCIA, F.R.M. Biological Control Using Ants: Current Status, Opportunities, and Limitations. **Agronomy**, v.14, n.7, 1558, 2024. <https://doi.org/10.3390/agronomy14071558> Acesso: 19 fev. 2026.

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária. **Produção de grãos 24/25 atinge recorde histórico de 350,2 milhões de toneladas**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/producao-de-graos-24-25-atinge-recorde-historico-de-350-2-milhoes-de-toneladas> Acesso em: 19 fev. 2026.

MEISS, H.; MEDIENE, S.; WALDHARDT, R.; CANEILL, J.; MUNIER-JOLAIN, N. Contrasting weed species composition in perennial alfalfas and six annual crops: implications for integrated weed management. **Agronomy for Sustainable Development**, v.30, n.3, p.657-666, 2010. Disponível em: <https://hal.science/hal-00886552/file/hal-00886552.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2026.

MOTA FILHO, T.M.M. **Controle da formiga cortadeira, *Atta sexdens* (Hymenoptera: Formicidae), utilizando inseticidas: estudo sobre os mecanismos comportamentais**. 2022. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. 2022. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/1a67c5c7-312b-45cd-83ce-015225c4c2a5/content>. Acesso em: 19 fev. 2026.

OLIVEIRA, A.A.B. **Fragmentos florestais da Microrregião de Três Rios, RJ: avaliação do tamanho e do efeito de borda**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Gestão Ambiental) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://itr.ufrj.br/portal/fragmentos-florestais-da-microrregiao-de-tres-rios-rj-avaliacao-do-tamanho-e-do-efeito-de-borda/>. Acesso em: 19 fev. 2026.

PEREIRA, J.R. **Diversidade, composição e guildas de formigas epigéicas e arborícolas em áreas cultivadas no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais**. 2021. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2021. Disponível em: <https://rima.ufrj.br/jspui/handle/20.500.14407/13582> Acesso em: 19 fev. 2026.

QUEIROZ, J. M.; ALMEIDA, F.S.; PEREIRA, M.P.S. Conservação da Biodiversidade e o Papel das Formigas (Hymenoptera: Formicidae) em Agroecossistemas. **Floresta e Ambiente**, v. 13, p. 37-45, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/242698880> Conservacao da biodiversidade e o papel das formigas Hymenoptera Formicidae em agroecossistemas . Acesso em: 19 fev. 2026

SAPUCAIA (RJ). Prefeitura Municipal. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMMA) de Sapucaia – RJ**: Diagnóstico da cobertura vegetal e áreas prioritárias. Elaboração: AGEVAP; Comitê Piabanha. Sapucaia: Prefeitura Municipal, 2017. Disponível em: <http://comitepiabanha.org.br/pmma/sapucaia/diagnostico.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2026.

SILVESTRE, R.; SILVA, R.R. Guildas de formigas da Estação Ecológica Jataí, Luiz Antônio – SP – sugestões para aplicação do modelo de guildas como bio-indicadores ambientais. **Biotemas**, 14 (1): 37-69, 2001. Disponível em: <https://scispace.com/pdf/guildas-de-formigas-da-estacao-ecologica-jatai-luiz-antonio-1sr8vbaphl.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2026.

STADLER, B.; SCHRAMM, A.; KALBITZ, K. Ant-mediated effects on spruce litter decomposition, solution chemistry, and microbial activity. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 38, p. 561-572, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071705002658> Acesso: 19 fev. 2026.

WOLOWSKI, M.; AGOSTINI, K.; RECH, A.R.; VARASSIN, I.G.; MAUÉS, M.; FREITAS, L.; CARNEIRO, L.T.; BUENO, R.O.; CONSOLARO, H.; CARVALHEIRO, L.; SARAIVA, A.M.; SILVA, C.I. **Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil**. BPBES - Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. São Carlos, SP: Editora Cubo, 2019. Disponível em: https://www.bpb.es.net.br/wp-content/uploads/2019/03/BPBES_CompletoPolinizacao-2.pdf Acesso em: 19 fev. 2026.

CONCLUSÕES GERAIS

As comunidades de formigas nos agroecossistemas do município de Sapucaia-RJ são grandemente influenciadas por uma complexa interação de fatores intrínsecos e extrínsecos às áreas cultivadas. A estrutura taxonômica e a diversidade funcional da mirmecofauna não ocorrem de forma aleatória, ao contrário, refletem diretamente a estabilidade do habitat e o manejo adotado nos sistemas produtivos.

Dentre as variáveis analisadas, o tipo de cultivo (classificado como de ciclo curto ou longo) emergiu como o fator mais relevante para explicar as variações da riqueza e da diversidade de espécies, bem como para a estruturação das guildas. Áreas com culturas de ciclo longo apresentam uma composição de guildas significativamente mais rica e as populações das espécies são mais robustas em comparação às áreas com sistema de ciclo curto. Cultivos perenes, como o de café e de citros, e diversificados proporcionam a estabilidade a longo prazo necessária para o estabelecimento de comunidades maduras e complexas. Em contrapartida, o manejo frequente em ciclos curtos impõe um filtro ambiental rigoroso, que simplifica a biodiversidade e reduz o tamanho populacional das espécies que compõem os grupos funcionais.

O manejo das áreas cultivadas afeta diretamente fatores biofísicos essenciais, como a profundidade da cobertura morta e a temperatura próxima ao solo. A serapilheira pode constituir um regulador microclimático fundamental, atuando como um amortecedor térmico capaz de mitigar picos de temperatura e estresse hídrico. Essa camada é indispensável para a manutenção da diversidade funcional, favorecendo a existência de um maior número de guildas que dependem desse substrato para nidificação e forrageamento. Paralelamente, a influência extrínseca da paisagem, representada pela distância para fragmentos de Mata Atlântica, demonstrou ser crucial para estruturar a composição da fauna, reforçando a importância da conectividade florestal para o fluxo de espécies benéficas às lavouras.

Em termos funcionais, a transição para sistemas com maior heterogeneidade estrutural e menor frequência de modificação do ambiente (incluindo o manejo cuidadoso das plantas cultivadas e espontâneas) permite a coexistência de diversas guildas, como as arborícolas, as cortadeiras e as predadoras generalistas. Essa riqueza funcional e abundância populacional ampliam a redundância de serviços ecossistêmicos, como a ciclagem de nutrientes e o controle

biológico natural de insetos-praga, o que confere ao agroecossistema uma maior autonomia produtiva e resiliência.

Em resumo, práticas como a manutenção da cobertura morta sobre o solo e a redução da frequência de modificações ambientais ao longo do tempo são especialmente pertinentes para favorecer a biodiversidade funcional. Pode-se concluir que a escolha estratégica do tipo de cultivo e o emprego de práticas de manejo conservacionistas criam condições para uma agricultura mais ecoeficiente. Tais estratégias não apenas favorecem a conservação da biodiversidade nativa, mas representam uma abordagem econômica viável, com potencial para reduzir custos de produção e aumentar a sustentabilidade agrícola na Microrregião de Três Rios.