



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**FORMIGAS COMO BIOINDICADORAS DA RECUPERAÇÃO
AMBIENTAL EM ÁREAS DE REFLORESTAMENTO NA MATA
ATLÂNTICA**

Hugo Neves Martinho

ORIENTADOR: Prof. Dr. Fábio Souto de Almeida

**TRÊS RIOS - RJ
DEZEMBRO – 2025**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**FORMIGAS COMO BIOINDICADORAS DA RECUPERAÇÃO
AMBIENTAL EM ÁREAS DE REFLORESTAMENTO NA MATA
ATLÂNTICA**

Hugo Neves Martinho

Monografia apresentada ao curso de Gestão Ambiental, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental da UFRRJ, Instituto Três Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**TRÊS RIOS - RJ
DEZEMBRO – 2025**

Martinho, Hugo Neves, 2025-

Formigas Como Bioindicadoras da Recuperação Ambiental em Áreas de Reflorestamento na Mata Atlântica / Hugo Neves Martinho. - 2025.
39f. : tabs.

Orientador: Fabio Souto de Almeida.

Monografia (bacharelado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios.

Bibliografia: f. .

1. Biodiversidade – Ecologia – Formicidae – Insetos. 2. Monografia I.
Almeida, Fábio Souto. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto
Três Rios. III. Título



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**FORMIGAS COMO BIOINDICADORAS DA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL EM
ÁREAS DE REFLORESTAMENTO NA MATA ATLÂNTICA**

Hugo Neves Martinho

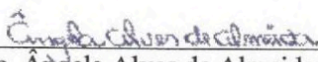
Monografia apresentada ao Curso de Gestão Ambiental como pré-requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Aprovada em 04/12/2025

Banca examinadora:



Prof. Orientador Dr. Fábio Souto de Almeida



Profª. Dra. Ângela Alves de Almeida



Prof. Dr. Alexandre Ferreira Lopes

**TRÊS RIOS - RJ
DEZEMBRO - 2025**

Dedicatória

“Dedico este trabalho a todos que acreditaram em mim e contribuíram,
de alguma forma, para a pessoa e o profissional que me tornei.”

AGRADECIMENTO

A Deus e a Nossa Senhora pela vida, pelas oportunidades e pela força concedida em todos os momentos desta caminhada. Aos meus pais, minha avó Matilde e à minha irmã, pelo incentivo constante aos estudos, pelo amor incondicional e por serem meu maior exemplo de dedicação e superação.

A minha namorada, pelo apoio inestimável, pela compreensão nas ausências e pela presença constante nos momentos de dificuldade, oferecendo carinho, paciência e motivação para seguir em frente.

A toda minha família e aos amigos que acreditaram no meu potencial e estiveram presentes nos momentos de incerteza, em especial a Luciano e Lucas, pela amizade sincera e pelo acolhimento quando mais precisei.

Aos professores que contribuíram para minha formação pessoal e acadêmica, transmitindo não somente conhecimento, mas também valores e inspiração. Um agradecimento especial ao Professor Dr. Fábio, pela orientação atenta, pela dedicação e pelo tempo investido em meu aprendizado.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Campus Três Rios, pelo suporte institucional, pela infraestrutura disponibilizada, pelo ambiente de aprendizado que possibilitou meu desenvolvimento científico e profissional e registro meu sincero agradecimento à UFRRJ/CNPq, pela bolsa PIBIC concedida durante minha iniciação científica, que foi fundamental para meu desenvolvimento como pesquisador.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte dessa trajetória, deixo aqui minha sincera gratidão.

*“Eu amo a vida! A luz, o céu, as pessoas, os insetos, eu amo todos eles!”
(Nausicaä do Vale do Vento, Hayao Miyazaki, 1991.)*

RESUMO

A recuperação de áreas degradadas demanda controle constante para atingir sua melhor eficácia, com a possibilidade de utilização de diversas técnicas para aferir o andamento do processo. O uso de bioindicadores oferece várias opções e diferentes abordagens para alcançar o monitoramento ideal para avaliar o equilíbrio ecológico da área estudada. Este trabalho teve como objetivo avaliar o sucesso da recuperação de áreas degradadas através do uso de formigas como bioindicadoras, na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, município de Vassouras, Estado do Rio de Janeiro. Foram avaliados reflorestamentos com diferentes idades (6, 13 e 15 anos) para inferir o grau de recuperação ecológica. Empregou-se pesquisa de campo com coletas por armadilhas de solo (pitfall) e iscas sobre a vegetação. Foram coletadas 35 espécies de formigas. *Pseudomyrmex* foi o gênero com o maior número de espécies (seis), seguido de *Camponotus*, *Pheidole* e *Solenopsis*, com quatro espécies cada. *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) (pixixica) se destacou como a espécie mais frequente. A riqueza de espécies de formigas epigeicas foi maior no reflorestamento de 13 anos (16 espécies), com as áreas de 6 e 15 anos apresentando a mesma riqueza de espécies (10 espécies). O Índice de Diversidade de Shannon para as formigas epigeicas foi significativamente maior no reflorestamento de 13 anos (2,47) que no reflorestamento de 6 anos (2,04) ($t = -2,01$; $p = 0,05$) e de 15 anos (2,03) ($t = 1,95$; $p = 0,05$). Não houve diferença significativa entre os índices de diversidade nos reflorestamentos de 6 e 15 anos ($t = 0,02$; $p = 0,99$). Em relação às formigas arborícolas, o reflorestamento de 6 anos apresentou cinco espécies e as demais áreas tiveram nove espécies cada. Para as formigas arborícolas, não houve diferença significativa entre os índices de diversidade nos reflorestamentos de 6 (1,42) e 13 anos (2,02) ($t = -2,07$; $p = 0,052$), de 6 e 15 anos (1,97) ($t = -1,62$; $p = 0,12$) e 13 e 15 anos ($t = 0,17$; $p = 0,86$). Para as formigas epigéicas, a composição de espécies variou significativamente entre os reflorestamentos de 6 e 13 anos ($R = 0,41$; $p < 0,01$) e de 6 e 15 anos ($R = 0,39$; $p < 0,01$), mas não houve diferença significativa entre os reflorestamentos com idade de 13 e 15 anos ($R = 0,09$; $p = 0,07$). A composição de espécies de formigas arborícolas não variou significativamente entre os reflorestamentos de diferentes idades ($R = 0,04$; $p = 0,26$). As trilhas existentes no reflorestamento de 15 anos e a sua manutenção, que envolve a remoção de serapilheira, provavelmente afetaram negativamente as formigas epigeicas. Destaca-se a necessidade de utilizar tanto a mirmecofauna epigeica quanto a arborícola no monitoramento da recuperação de ecossistemas, visto que estes grupos de formigas podem responder de forma diferente às variações ambientais e, em conjunto, fornecer um resultado mais conclusivo acerca do estado do ecossistema em estudo.

Palavras-chave: Biodiversidade, Ecologia, Formicidae, Insetos.

ABSTRACT

The recovery of degraded areas demands constant monitoring to achieve optimal effectiveness, with the possibility of using various techniques to assess the progress of the process. The use of bioindicators offers several options and different approaches to achieve ideal monitoring to evaluate the ecological balance of the studied area. This work aimed to evaluate the success of the recovery of degraded areas through the use of ants as bioindicators in the Mauro Romano Private Natural Heritage Reserve, municipality of Vassouras, State of Rio de Janeiro. Reforested areas of different ages (6, 13, and 15 years) were evaluated to infer the degree of ecological recovery. Field research was employed with collections using pitfall traps and baits on the vegetation. Thirty-five ant species were collected. *Pseudomyrmex* was the genus with the highest number of species (six), followed by *Camponotus*, *Pheidole*, and *Solenopsis*, with four species each. *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) (*pixifica*) stood out as the most frequent species. The species richness of epigeic ants was higher in the 13-year-old reforestation area (16 species), with the 6 and 15-year-old areas showing the same species richness (10 species). The Shannon Diversity Index for epigeic ants was significantly higher in the 13-year-old reforestation area (2.47) than in the 6-year-old reforestation area (2.04) ($t = -2.01$; $p = 0.05$) and the 15-year-old reforestation area (2.03) ($t = 1.95$; $p = 0.05$). There was no significant difference between the diversity indices in the 6 and 15-year-old reforestation areas ($t = 0.02$; $p = 0.99$). Regarding arboreal ants, the 6-year-old reforestation area had five species, while the other areas had nine species each. For arboreal ants, there was no significant difference between the diversity indices in the 6-year-old reforestation (1.42) and 13-year-old reforestation (2.02) ($t = -2.07$; $p = 0.052$), 6 and 15 years (1.97) ($t = -1.62$; $p = 0.12$), and 13 and 15 years ($t = 0.17$; $p = 0.86$). For epigeic ants, the species composition varied significantly between the 6-year-old reforestation and 13-year-old ($R = 0.41$; $p < 0.01$) and 6 and 15 years ($R = 0.39$; $p < 0.01$), but there was no significant difference between the reforestation areas aged 13 and 15 years ($R = 0.09$; $p = 0.07$). The composition of arboreal ant species did not vary significantly between reforestation areas of different ages ($R = 0.04$; $p = 0.26$). The trails existing in the 15-year-old reforestation area and their maintenance, which involves the removal of leaf litter, likely negatively affected the epigeic ants. The need to use both epigeic and arboreal ant fauna in monitoring ecosystem recovery is highlighted, since these ant groups may respond differently to environmental variations and, together, provide a more conclusive result regarding the state of the ecosystem under study.

Keywords: Biodiversity, Ecology, Formicidae, Insects.

LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

km - Quilmetros

LCA - Laboratório de Ciências Ambientais

mL - Mililitros

NMDS - Escalonamento Multidimensional Não Métrico

RPPN - Reserva Particular do Patrimônio Natural

RJ - Rio de Janeiro

UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Delimitação do território do município de Vassouras (linha azul) no Estado do Rio de Janeiro (linha vermelha).17
- Figura 2.** Local do território da Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano no município de Vassouras (linha azul).18
- Figura 3.** Área territorial da Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano.19
- Figura 4.** Imagens das áreas de reflorestamento com diferentes idades na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, no município de Vassouras. Estado do Rio de Janeiro.20
- Figura 5.** Armadilhas de solo tipo pitfall instaladas na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, Vassouras, Estado do Rio de Janeiro.21
- Figura 6.** Isca de sardinha e mel aplicada sobre árvore na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, sendo consumida por formigas do gênero *Cephalotes*. Vassouras, Estado do Rio de Janeiro.22
- Figura 7.** Curva de acumulação de espécies de formigas epigeicas coletadas em reflorestamentos de diferentes idades na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, município de Vassouras, Estado do Rio de Janeiro.28
- Figura 8.** Curva de acumulação de espécies de formigas arborícolas coletadas em reflorestamentos de diferentes idades na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, município de Vassouras, Estado do Rio de Janeiro.28
- Figura 9.** Ordenamento Multidimensional Não Métrico para espécies de formigas epigeicas coletadas em reflorestamentos de diferentes idades na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, município de Vassouras, Estado do Rio de Janeiro.30
- Figura 10.** Ordenamento Multidimensional Não Métrico para espécies de formigas arborícolas coletadas em reflorestamentos de diferentes idades na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, município de Vassouras, Estado do Rio de Janeiro.31
- Figura 11.** Trilha dos Jequitibás, presente no reflorestamento com 15 anos, na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, Vassouras, Estado do Rio de Janeiro.32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Espécies de formigas epigeicas e arborícolas coletadas em reflorestamentos de diferentes idades na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, município de Vassouras, Estado do Rio de Janeiro.....	24
--	----

Sumário

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVO GERAL	15
1.1.1 Objetivos Específicos	16
2. MATERIAIS E MÉTODOS	17
2.1. ÁREA DE ESTUDO	17
2.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
5. REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

A degradação ambiental causada por atividades humanas tem comprometido diversos ecossistemas, incluindo os remanescentes da Mata Atlântica, um dos biomas mais biodiversos do Brasil e consideravelmente rico em espécies endêmicas, mas que está extremamente ameaçado (Myers et al. 2000, Pinto et al. 2006, Silverio Neto et al. 2015). A cobertura florestal do bioma foi expressivamente reduzida, além de fragmentada, processo este reconhecido como relevante causa de perda de diversidade biológica (Almeida 2011, Almeida & Vargas 2017). A redução da extensão dos habitats naturais e a sua fragmentação tendem a aumentar o efeito de borda, diminuir a disponibilidade de recursos utilizados pela biota e reduzir o tamanho das populações de inúmeras espécies, podendo ainda dividir populações e afetar negativamente o fluxo gênico, acarretando em perda de diversidade genética e maior fragilidade das espécies frente às mudanças ambientais, além de influenciar interações ecológicas mutualísticas, dentre outras consequências que constituem um conjunto de fatores que colabora para a extinção de espécies (Laurance & Vasconcelos 2009, Almeida 2011, Almeida et al. 2013, Almeida & Vargas 2017).

Diante desse cenário, o reflorestamento com espécies arbóreas nativas surge como estratégia essencial para a recuperação de ecossistemas florestais no bioma Mata Atlântica (Almeida et al. 2011). Contudo, é necessário avaliar a eficiência das ações voltadas para o restabelecimento da cobertura florestal e o progresso da recuperação dos ecossistemas (Aragão et al. 2019). A recuperação de um ecossistema abrange a reorganização da comunidade biológica, permitindo que a riqueza e a composição de espécies sejam semelhantes ao estado observado antes do impacto antrópico e inclui o retorno de processos ecológicos que colaboram para a homeostase do ecossistema. Para avaliar este processo podem ser utilizados bioindicadores, ao permitirem obter informações consistentes sobre o estado da recuperação do ambiente e a consequente estabilidade ecológica e, a partir disso, criar estratégias para potencializar e acelerar a recuperação do ecossistema (Aragão et al. 2019, Gollan et al. 2011, Agra & Pina 2021).

As formigas (Hymenoptera: Formicidae) se destacam como bioindicadores eficazes e de utilização viável devido à sua alta diversidade taxonômica, distribuição geográfica ampla, sensibilidade às mudanças ambientais, participação em processos ecológicos relevantes e ocupação de diferentes nichos ecológicos, além da coleta de espécimes ser relativamente fácil e de baixo custo (Rocha et al. 2025, Lobo et al. 2023). A avaliação da qualidade ambiental por

meio da análise de comunidades de formigas possibilita inferências sobre a complexidade estrutural do ambiente e o estágio sucessional da vegetação, oferecendo subsídios para o monitoramento de áreas em recuperação (Ré 2007, Lobo et al. 2023). Utilizando abordagem metodológica de amostragem de formigas do solo e da vegetação é possível obter um panorama generalista da recuperação ambiental e das características ecológicas da área estudada. A composição, a riqueza e a diversidade de espécies tendem a variar conforme o tempo de restauração e as condições microambientais, sendo capazes de refletir mudanças na estrutura do habitat ao longo do tempo (Gollan et al. 2011, Schmidt et al. 2013). Estudos prévios demonstraram a sensibilidade das comunidades de formigas às modificações ambientais (Lobo et al. 2023, Pereira & Almeida 2023). É proposto que áreas com maior tempo de reflorestamento apresentam maior complexidade ecológica e, conseqüentemente, comunidades de formigas mais ricas e diversas (Majer 1983). Por isso, o uso desses organismos pode contribuir significativamente para diagnósticos ecológicos em Unidades de Conservação e outras áreas submetidas a processos de recuperação ambiental.

As Unidades de Conservação são utilizadas para proteger a diversidade biológica na Mata Atlântica (Silverio Neto et al. 2015, Lima et al. 2020), sendo criadas inclusive Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs), cujo objetivo é “conservar a diversidade biológica” (Brasil 2000). No município de Vassouras-RJ, foi estabelecida a RPPN Mauro Romano em área onde anualmente foram desenvolvidos reflorestamentos para recuperar parcelas do ecossistema florestal (Silva 2025). Desse modo, nesta Unidade de Conservação encontram-se áreas em diferentes estágios de regeneração, sendo interessante a utilização da fauna de formigas para conhecer o avanço da recuperação destas áreas.

Com isso, este estudo trabalha a importância de serem adotadas ferramentas biológicas confiáveis, acessíveis e de baixo custo para o monitoramento ambiental. Além disso, a utilização de formigas como bioindicadores favorece a compreensão dos processos ecológicos em curso e fortalece estratégias de recuperação, planejamento e gestão de Unidades de Conservação, especialmente em biomas altamente impactados como a Mata Atlântica.

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o sucesso da recuperação de áreas degradadas através do uso de formigas como bioindicadoras na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, município de Vassouras, Estado do Rio de Janeiro.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Avaliar as mudanças na riqueza, na diversidade e na composição de espécies de formigas epigeicas e arborícolas em reflorestamentos com diferentes idades;
- Verificar a influência de fatores ambientais sobre as comunidades de formigas nos reflorestamentos.
- Colaborar para o uso da fauna de formigas como indicadora da recuperação de ecossistemas florestais na Mata Atlântica.
- Contribuir para a gestão dos ecossistemas florestais na RPPN Mauro Romano.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O município de Vassouras (536,073 km²; Figura 1) pertence à região Centro-Sul Fluminense, com o censo de 2022 indicando que possuía 33.976 pessoas e 63,38 habitantes/km² (IBGE 2025). O município apresentava 10,43 km² de área urbanizada em 2019 (IBGE 2025), ocorrendo áreas agrícolas, áreas cultivadas com essências florestais, cobertura florestal nativa fragmentada (tipologia Floresta Estacional Semidecidual) e, principalmente, pastagens (Pereira et al. 2017). O clima predominante é o mesotérmico úmido (Cwa - classificação de Köppen), com menor volume de chuva no inverno (34 mm em junho) e verão chuvoso (especialmente janeiro - 294 mm), com a média de 1.280 mm/ano (Rezende 2007, Almeida 2012, Plano de Manejo da RPPN Mauro Romano 2021). “A média mensal da temperatura mínima varia de 14°C a 21°C ao longo do ano e a temperatura média máxima mensal varia de 24°C a 30°C” (Plano de Manejo da RPPN Mauro Romano 2021).

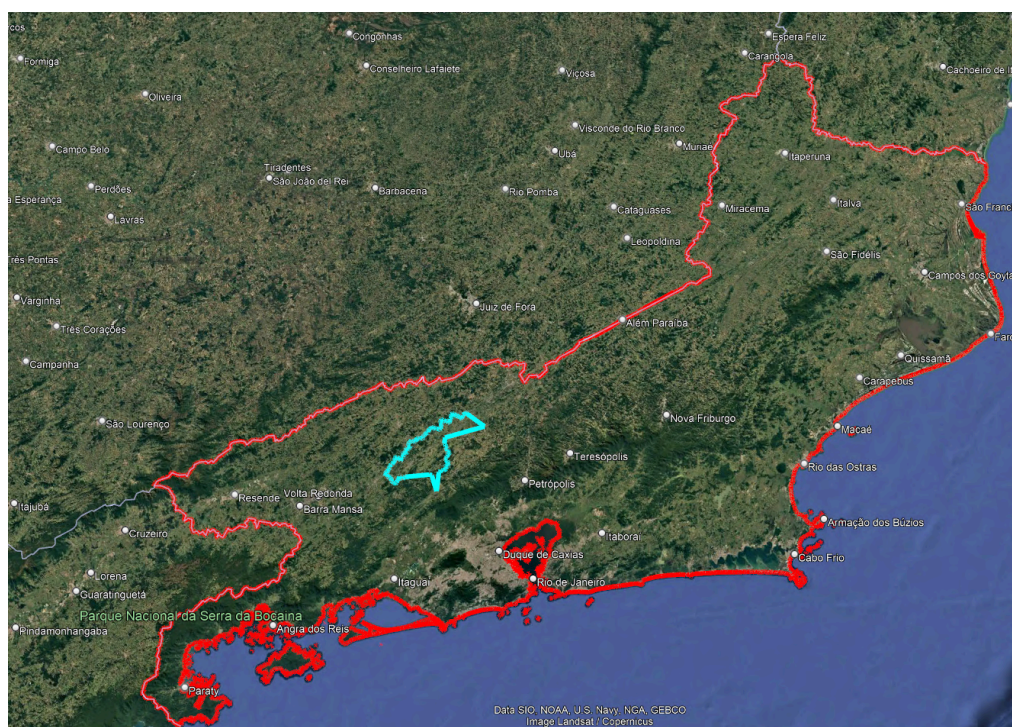


Figura 1. Delimitação do território do município de Vassouras (linha azul) no Estado do Rio de Janeiro (linha vermelha). Fonte: modificado de Google Earth (2025) e Malhas IBGE (2025)

A Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano (2,23 ha) situa-se no município de Vassouras, RJ (Figuras 2 e 3) e possui ecossistemas florestais em diferentes estágios de regeneração, pois anualmente foram realizados eventos de plantio de várias espécies de árvores nativas (ver Plano de Manejo da RPPN Mauro Romano 2021) desde o ano de 2006 (Vale Verdejante 2025). A RPPN possui áreas com reflorestamento de 6, 13 e 15 anos (Figura 4), possibilitando a comparação direta dos processos sucessionais da vegetação. É possível observar claramente a diferença na estrutura da vegetação nestas três áreas (Figura 4).

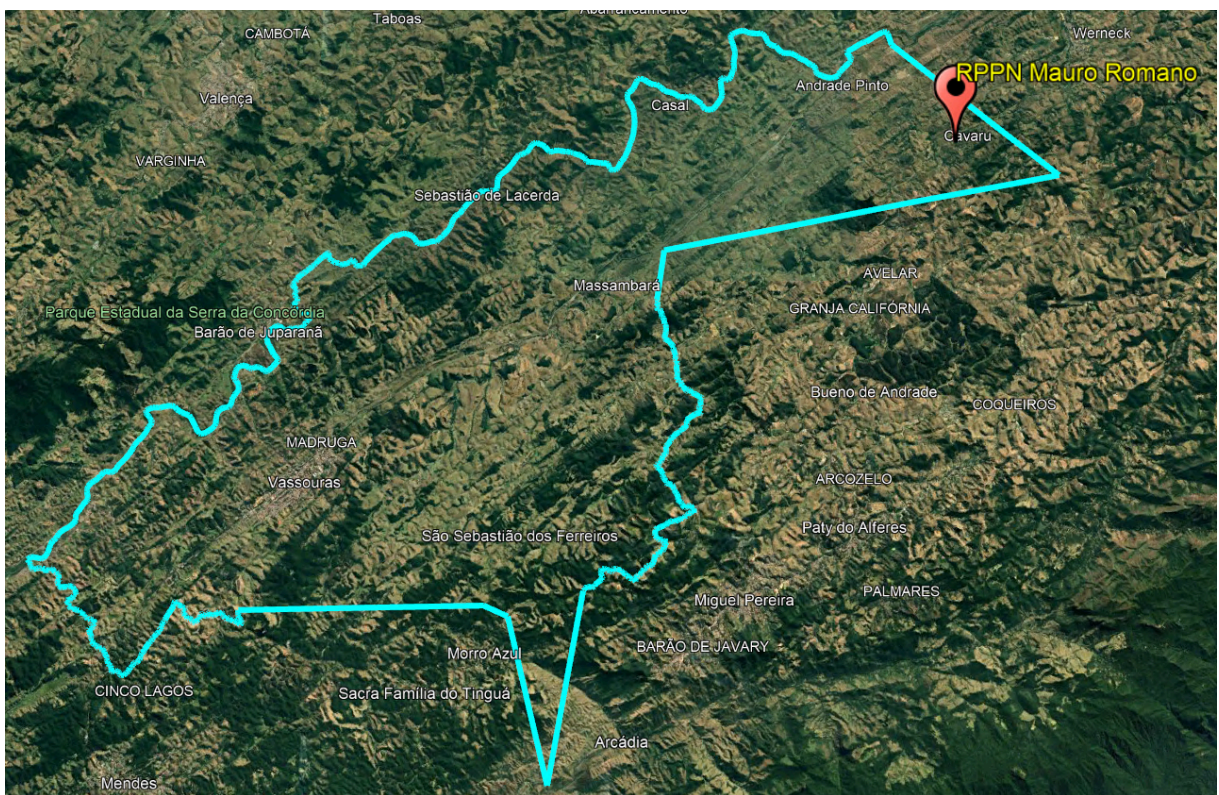


Figura 2. Local do território da Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano no município de Vassouras (linha azul). Fonte: modificado de Google Earth (2025) e Malhas IBGE (2025).

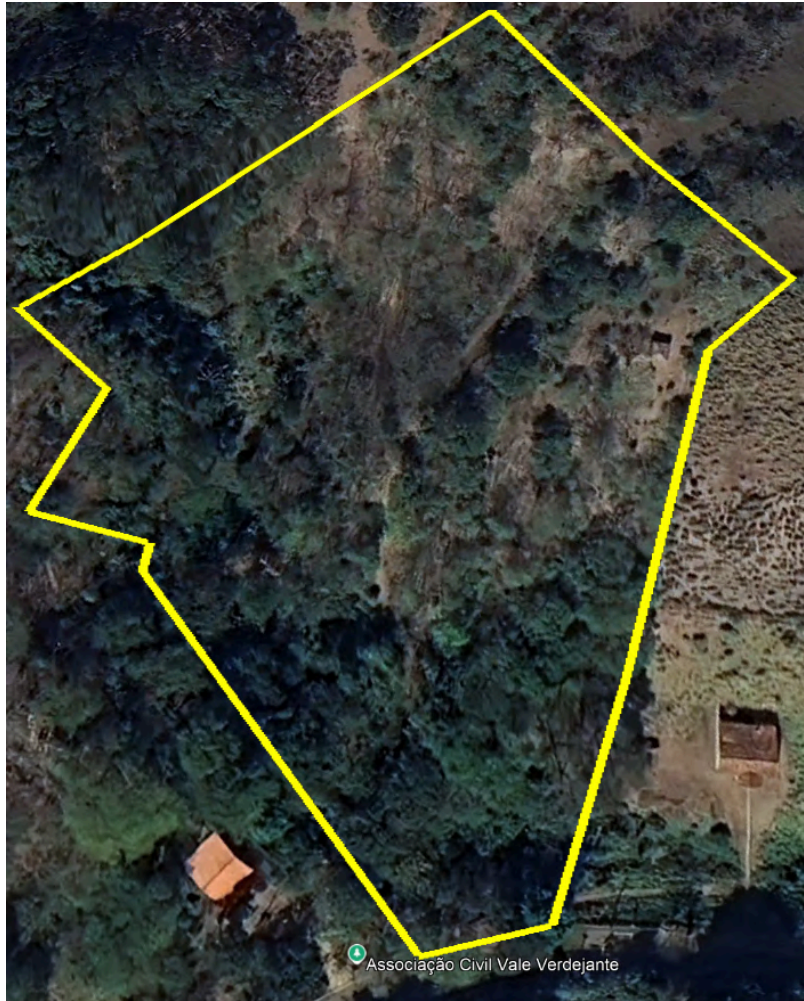


Figura 3. Área territorial da Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano (linha amarela). Fonte: modificado de Google Earth (2025)



Figura 4. Imagens das áreas de reflorestamento com diferentes idades na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, no município de Vassouras. Estado do Rio de Janeiro. Fonte: O autor, 2025.

2.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A coleta de dados foi realizada no mês de agosto do ano de 2023. Em cada área em estudo (reflorestamentos com 6, 13 e 15 anos) foram definidos sete pontos de amostragem ao longo de um transecto de 60 metros, com os pontos estando 10 metros de distância entre si. Em cada ponto, foram instaladas três armadilhas tipo *pitfall* para coleta da mirmecofauna epigeica, sendo estas dispostas como nos vértices de um de triângulo equilátero com lados de 2 metros (Almeida et al. 2007; Figura 5). As armadilhas de queda foram copos plásticos descartáveis com capacidade para 300 mL, preenchidos até um terço com álcool 70%, sendo recolhidas após 48 horas da sua instalação no campo (Almeida et al. 2007). O conteúdo das armadilhas foi vertido para frascos contendo etiquetas para identificação da procedência.

Paralelamente, para a coleta de formigas arborícolas, foram instaladas iscas compostas por uma mistura homogênea de sardinha e mel, fixadas a 1 m de altura do solo em três árvores próximas de cada ponto de coleta (Figura 6). Deste modo, foram utilizadas 21 armadilhas e 21 árvores com iscas em cada área em estudo. As formigas arborícolas foram coletadas manualmente com o auxílio de pinças entomológicas e pinceis e, posteriormente, foram acondicionadas em frascos com etiquetas de identificação da procedência e contendo álcool 70%.



Figura 5. Armadilhas de solo tipo pitfall instaladas na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, Vassouras, Estado do Rio de Janeiro. Foto: O autor, 2023.



Figura 6. Isca de sardinha e mel aplicada sobre árvore na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, sendo consumida por formigas do gênero *Cephalotes*. Vassouras, Estado do Rio de Janeiro. Foto: Ana Beatriz Ramalho de Queiroz Arcanjo, 2023.

Próximo de cada armadilha de queda foi obtida a profundidade de serapilheira com uma régua graduada, além da temperatura e a umidade relativa do ar, com a utilização de um termohigrômetro digital. Nas árvores utilizadas para a coleta da mirmecofauna foi obtida a circunferência do tronco à altura do colo, com fita métrica.

Todo o material coletado foi transportado para o Laboratório de Ciências Ambientais (LCA) do Instituto Três Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). No laboratório, as amostras foram triadas, as formigas foram fixadas em triângulos de papel transpassados por alfinetes entomológicos. As chaves de Baccaro et al. (2015) foram utilizadas para a identificação dos espécimes ao nível de gênero. Após a determinação dos gêneros, as formigas foram separadas em morfoespécies e, quando foi possível, realizou-se a

identificação das espécies da mirmecofauna coletada, assim como Estrada et al. (2019) e Lobo et al. (2023).

Concluída a identificação, os dados foram organizados em planilhas eletrônicas para posterior análise estatística. Na análise dos dados foi utilizada a curva de acumulação de espécies, comparando-se a riqueza de espécies total entre as áreas de coleta. A Análise de Covariância (ANCOVA) e o teste de Tukey foram usados para comparar a riqueza de espécies média, utilizando-se como covariável a profundidade de serapilheira para a fauna epigeica e a circunferência do tronco das plantas à altura do colo na análise da fauna arborícola. As diferenças no Índice de Diversidade de Shannon entre reflorestamentos foram avaliadas com o Diversity t test. O Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) foi usado para o estudo da composição de espécies da mirmecofauna. Nesta avaliação, a profundidade de serapilheira e a temperatura e umidade relativa do ar foram incluídas na análise para serem correlacionadas com a composição de espécies epigeicas. Já para a análise da composição das formigas coletadas sobre plantas, as variáveis ambientais incluídas na análise foram a CAC e a temperatura e umidade relativa do ar. Para verificar a significância das diferenças da composição de espécies entre reflorestamentos de diferentes idades foi utilizada a ANOSIM. As análises foram realizadas com o programa PAST (Hammer et al. 2001), usando a probabilidade de 5% para significância estatística.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas 35 espécies de formigas, com 26 espécies sendo amostradas com as armadilhas tipo *pitfall* instaladas no solo e 14 espécies com o uso de iscas sobre plantas (Tabela 1). Cinco espécies (14,29% do total) foram coletadas tanto com as armadilhas no solo quanto sobre plantas.

Tabela 1. Espécies de formigas epigeicas e arborícolas coletadas em reflorestamentos de diferentes idades na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, município de Vassouras, Estado do Rio de Janeiro.

Espécies	Solo/Serapilheira			Plantas		
	6 anos	13 anos	15 anos	6 anos	13 anos	15 anos
<i>Atta sexdens</i> (Linnaeus, 1758)	4	6	6	0	0	0
<i>Azteca</i> sp	0	0	0	0	1	0
<i>Camponotus sericeiventris</i> (Guérin-Méneville, 1838)	0	0	0	0	0	1
<i>Camponotus</i> sp1	1	2	0	1	0	1
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)	0	2	0	3	0	0
<i>Camponotus</i> sp3	0	1	0	0	0	0
<i>Cephalotes</i> sp1	0	0	0	0	2	1
<i>Cephalotes pusillus</i> (Klug, 1824)	0	1	0	0	2	1
<i>Crematogaster</i> sp1	0	1	0	0	3	1
<i>Crematogaster</i> sp2	0	0	0	0	1	0
<i>Ectatomma permagnum</i> Forel, 1908	0	0	1	0	0	0
<i>Linepithema</i> sp	0	0	1	0	0	0
<i>Myocepurus smithii</i> (Forel, 1893)	0	1	2	0	0	0
<i>Neoponera</i> sp1	1	0	0	0	0	0

<i>Neoponera</i> sp2	0	2	0	0	0	0
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	0	2	0	0	0	0
<i>Odontomachus bauri</i> Emery, 1892	2	0	0	0	0	0
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)	0	1	0	0	0	0
<i>Pachycondyla striata</i> Smith, 1858	1	5	3	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp1	4	0	0	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp2	1	0	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp3	0	0	2	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp4	0	0	1	0	0	0
<i>Pogonomyrmex</i> sp	1	0	0	0	0	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp2	0	0	0	1	2	2
<i>Pseudomyrmex</i> sp3	0	0	0	0	2	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp4	0	0	0	0	0	1
<i>Pseudomyrmex</i> sp5	0	0	0	1	0	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp6	0	1	0	0	0	0
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (Smith, 1855)	0	1	0	0	0	0
<i>Solenopsis</i> sp1	6	1	0	0	0	0
<i>Solenopsis</i> sp2	0	0	0	0	1	1
<i>Solenopsis</i> sp3	0	1	0	0	0	0
<i>Solenopsis</i> sp4	0	0	2	0	0	0
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	6	7	7	4	6	5
Riqueza de espécies	10	16	10	5	9	9
Diversidade de espécies	2,04	2,47	2,03	1,42	2,02	1,97

Lobo et al. (2023) coletaram 55 espécies nos municípios de Três Rios e Paraíba do Sul, em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, utilizando iscas sobre o solo e sobre plantas e constataram variação de 10 a 15 espécies epigeicas e 8 a 11 espécies arborícolas entre os fragmentos florestais. Já Coelho (2011), em oito fragmentos florestais em Vassouras e na Reserva Biológica do Tinguá, utilizando iscas sobre plantas, coletou 73 espécies de formigas, com a riqueza taxonômica variando de 12 a 22 espécies nos fragmentos florestais em Vassouras. Em levantamento realizado em 31 remanescentes florestais no município de Vassouras, utilizando o extrator de Winkler (técnica que coleta predominantemente fauna epigeica), Vargas (2011) coletou 170 espécies de formigas.

Estudos demonstram que nas florestas tropicais existe maior riqueza de espécies de formigas epigeicas que arborícolas (Lobo et al. 2023, Pereira & Almeida 2023), o que corrobora o resultado da presente pesquisa. Porém, cabe ressaltar a influência da técnica de coleta nos resultados observados, visto que as armadilhas tipo *pitfall* geralmente proporcionam coletar mais espécies que somente utilizando iscas para atrair as formigas, com o extrator de Winkler podendo ser ainda mais eficiente que o *pitfall* (Delabie et al. 2000, Souza 2009).

Assim, existem vários fatores que podem influenciar no número de espécies de formigas amostradas e podem ajudar a explicar as variações observadas nos resultados dos estudos realizados na região em questão. Entre tais fatores estão as técnicas de coleta utilizadas, o estrato vertical foco do estudo, o número de áreas amostradas, além do esforço amostral e, logicamente, o estado de conservação ou recuperação do ambiente, incluindo a sua complexidade estrutural e estágio sucessional (Martins et al. 2011, Lobo et al. 2023, Pereira & Almeida 2023).

O gênero com o maior número de espécies foi *Pseudomyrmex*, que apresentou seis espécies, seguido por *Camponotus*, *Pheidole* e *Solenopsis*, com quatro espécies cada. Estes três últimos gêneros são frequentemente apontados como estando entre os mais ricos em espécies em levantamentos da mirmecofauna realizados no Brasil (Almeida et al. 2007, Lobo et al. 2023, Pereira & Almeida 2023, Azevedo & Almeida 2025). Inclusive, *Camponotus* e *Pheidole* possuem mais de mil espécies descritas e *Solenopsis*, embora não possua tamanha diversidade taxonômica, apresenta espécies abundantes (Almeida et al. 2007, Baccaro et al. 2015, Bolton 2025).

No estudo de Vargas (2011), *Pheidole* se destacou como o gênero que apresentou o maior número de espécies (23) e *Pseudomyrmex* foi representado por apenas duas espécies. Coelho (2011) também observou que *Pheidole* foi o gênero com mais espécies amostradas (13), enquanto *Pseudomyrmex* possuiu sete espécies. Já Lobo et al. (2023) coletaram sete espécies do gênero *Pseudomyrmex*. Este é um gênero com espécies notadamente arborícolas, forrageando e criando ninhos principalmente nas cavidades das plantas (Baccaro et al. 2015), embora existam exceções como *Pseudomyrmex termitarius* (Smith, 1855), que é epigeica.

A espécie *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) destacou-se por ocorrer em todas as áreas e em ambos os métodos de coleta, evidenciando o seu caráter generalista, sendo também considerada agressiva (Souza 2007). A sua ampla distribuição e a considerável abundância também foram observadas por Vargas (2011) e Lobo et al. (2023), em estudos realizados em fragmentos florestais na região em estudo.

A riqueza de espécies de formigas epigeicas foi maior no reflorestamento de 13 anos, com as áreas de 6 e 15 anos apresentando a mesma riqueza de espécies (Tabela 1). A curva de acumulação de espécies indicou diferença significativa entre a riqueza total de espécies epigeicas do reflorestamento de 13 anos e dos demais (Figura 1). Em relação às formigas arborícolas, o reflorestamento de 6 anos apresentou a menor riqueza de espécies e as demais áreas tiveram nove espécies cada. O número total de espécies arborícolas foi significativamente menor no reflorestamento de 6 anos que nos demais (Figura 2).

O Índice de Diversidade de Shannon para as formigas epigeicas foi significativamente maior no reflorestamento de 13 anos (2,47) que no reflorestamento de 6 anos (2,04) ($t = -2,01$; $p = 0,05$) e de 15 anos (2,03) ($t = 1,95$; $p = 0,05$). Não houve diferença significativa entre os índices de diversidade nos reflorestamentos de 6 e 15 anos ($t = 0,02$; $p = 0,99$). Para as formigas arborícolas, não houve diferença significativa entre os índices de diversidade nos reflorestamentos de 6 (1,42) e 13 anos (2,02) ($t = -2,07$; $p = 0,052$), de 6 e 15 anos (1,97) ($t = -1,62$; $p = 0,12$) e 13 e 15 anos ($t = 0,17$; $p = 0,86$).

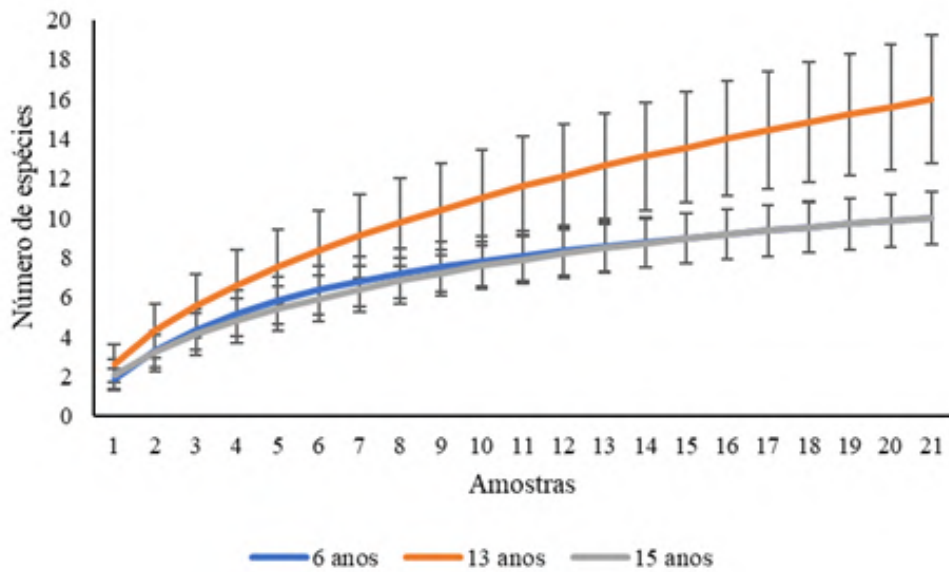


Figura 7. Curva de acumulação de espécies de formigas epigeicas coletadas em reflorestamentos de diferentes idades na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, município de Vassouras, Estado do Rio de Janeiro.

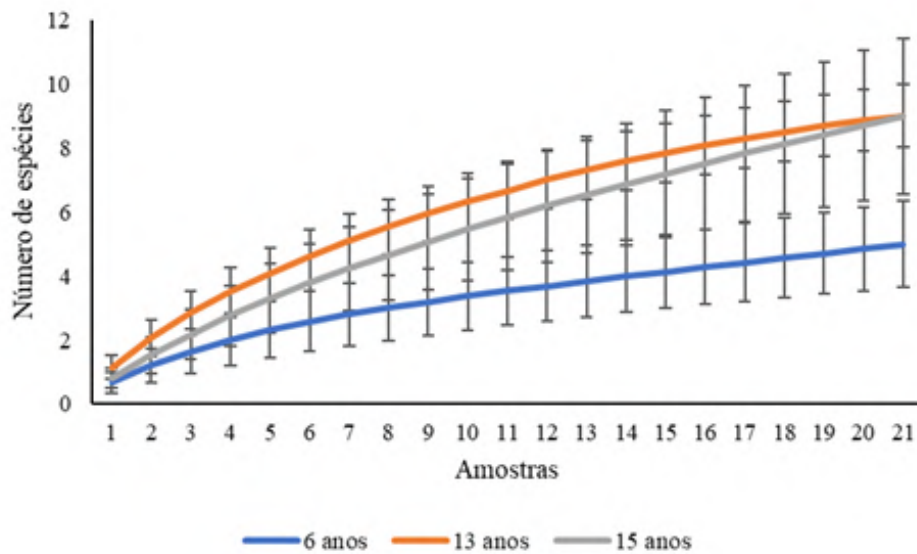


Figura 8. Curva de acumulação de espécies de formigas arborícolas coletadas em reflorestamentos de diferentes idades na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, município de Vassouras, Estado do Rio de Janeiro.

O número médio de espécies epigeicas nos reflorestamentos de 6 anos ($3,86 \pm 1,07$ espécies), 13 anos ($5,0 \pm 1,41$ espécies) e 15 anos ($3,71 \pm 1,25$ espécies) não variou

significativamente (ANCOVA; $F = 1,87$; $p = 0,18$) e não foi influenciado pela profundidade de serrapilheira (ANCOVA; $F = 0,08$; $p = 0,92$). Apesar de não ter ocorrido efeito significativo da profundidade de serrapilheira sobre o número de espécies, pesquisas constataram o efeito da profundidade de serrapilheira sobre a riqueza de espécies de formigas, pois diversas espécies na mirmecofauna criam os seus ninhos em componentes da serrapilheira, além de ser fonte de alimento (Gomes et al. 2003, Lobo et al 2023). Já o número médio de espécies arborícolas foi significativamente menor no reflorestamento de 6 anos ($1,43 \pm 0,79$ espécies), que no de 13 anos ($2,86 \pm 1,21$ espécies) (ANCOVA; $F = 4,17$; $p = 0,03$; Tukey; $p < 0,05$), mas a riqueza média do reflorestamento de 15 anos ($2,0 \pm 0,82$ espécies) não diferiu das demais (Tukey; $p > 0,05$). Árvores de maior porte podem oferecer mais recursos (locais para nidificar e alimento) para a fauna de formigas (Coriolano et al. 2014, Marchiori et al. 2024), porém a circunferência à altura do colo não influenciou a riqueza de espécies arborícolas (ANCOVA; $F = 0,44$; $p = 0,65$).

Para as formigas epigeicas, a composição de espécies variou significativamente entre os reflorestamentos de 6 e 13 anos ($R = 0,41$; $P < 0,01$) e de 6 e 15 anos ($R = 0,39$; $P < 0,01$), mas não houve diferença significativa entre os reflorestamentos com idade de 13 e 15 anos ($R = 0,09$; $P = 0,07$; Figura 8). Maiores temperaturas do ar estiveram correlacionadas principalmente com a composição de espécies no reflorestamento de 6 anos, enquanto a umidade relativa do ar e a profundidade de serrapilheira foram associadas especialmente à composição de espécies nos demais reflorestamentos. Estes resultados refletem o reflorestamento de 6 anos ser a área mais aberta, tendendo a apresentar maior temperatura do ar próximo ao solo, enquanto as demais áreas apresentam vegetação de maior porte, mais densa e complexa, formando uma serrapilheira mais profunda e um ambiente mais sombreado e úmido. As características dos ambientes influenciam os nichos ecológicos disponíveis e, conseqüentemente, as espécies que podem habitar estes ambientes.

A composição de espécies de formigas arborícolas não variou significativamente entre os reflorestamentos de diferentes idades ($R = 0,04$; $P = 0,26$; Figura 9). Nesta análise, a umidade relativa do ar esteve relacionada principalmente com a composição de espécies no reflorestamento de 13 anos.

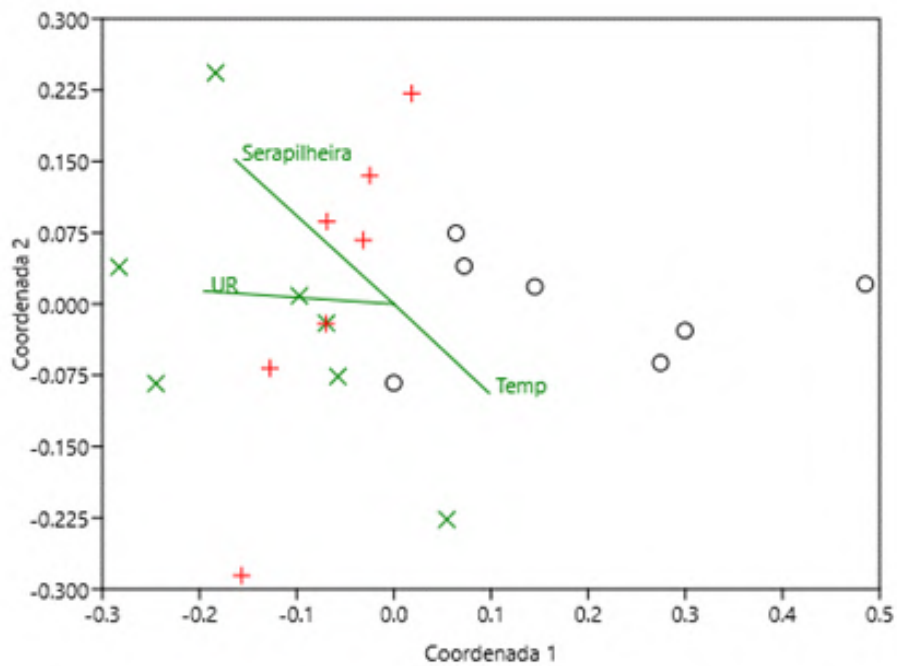


Figura 9. Ordenamento Multidimensional Não Métrico para espécies de formigas epigeicas coletadas em reflorestamentos de diferentes idades na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, município de Vassouras, Estado do Rio de Janeiro. Nota: reflorestamento com 6 anos (O); reflorestamento com 13 anos (+); reflorestamento com 15 anos (x).

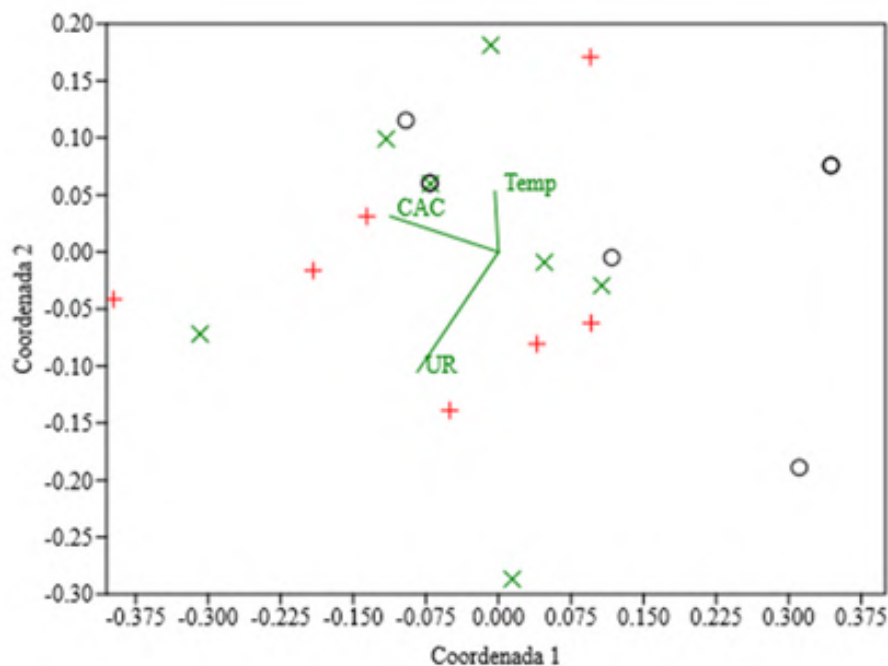


Figura 10. Ordenamento Multidimensional Não Métrico para espécies de formigas arborícolas coletadas em reflorestamentos de diferentes idades na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, município de Vassouras, Estado do Rio de Janeiro. Nota: reflorestamento com 6 anos (O); reflorestamento com 13 anos (+); reflorestamento com 15 anos (x).

Os resultados da riqueza e da diversidade de espécies de formigas epigeicas podem ter refletido o manejo aplicado à área cujo reflorestamento foi realizado há 15 anos, pois nesta área observam-se trilhas de visitação que cobrem expressiva porção da área (Figura 10). Tais trilhas sofrem manutenção periódica, ocorrendo a retirada da serapilheira sobre as trilhas e sua alocação nas margens destas, além de ocorrer o impacto da visitação. Nota-se claramente que o reflorestamento de 13 anos está menos impactado que o de 15 anos, especialmente em relação à serapilheira da área. A remoção e revolvimento da serapilheira, o pisoteamento e demais impactos da visitação podem afetar especialmente as espécies que forrageiam e nidificam nos componentes da serapilheira. Logicamente, estes impactos sobre a mirmecofauna espelham implicações sobre o ecossistema como um todo.



Figura 11. Trilha dos Jequitibás, presente no reflorestamento com 15 anos, na Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, Vassouras, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Denise Thomé da Silva, 2025.

Os impactos da manutenção das trilhas e, especificamente, da visitação sobre a riqueza e a diversidade de espécies de formigas arborícolas no reflorestamento de 15 anos não foram tão expressivos quanto o efeito sobre a mirmecofauna epigeica. Algumas espécies de formigas nidificam sobre as plantas, obtêm alimento das plantas e forrageiam sobre elas (Baccaro et al. 2015). Assim, parcela da mirmecofauna não é dependente dos recursos da serapilheira.

Futuras pesquisas sobre o uso de formigas como bioindicadores na RPPN Mauro Romano, assim como em outras áreas, podem adotar outras técnicas de coleta, além das utilizadas nesta pesquisa. O extrator de Winkler é bastante útil no estudo de formigas epigeicas (Vargas 2011). Também podem ser utilizadas armadilhas arbóreas com iscas, como

o modelo proposto por Oliveira-Santos et al. (2009). Tal modelo de armadilha pode ser adaptado e, além disso, as armadilhas de solo tipo *pitfall* podem conter iscas (Pereira & Almeida 2023). Com o uso de outras técnicas de amostragem, somadas às utilizadas neste estudo, é possível aumentar o número de espécies coletadas e melhor descrever as comunidades de formigas arborícolas e epigeicas das diferentes áreas em estudo. Além disso, pode-se verificar a viabilidade de amostrar formigas hipogeicas.

Contudo, também é importante mencionar que o uso de bioindicadores tem dentre as suas vantagens primar pela viabilidade financeira e o uso de mais técnicas de coleta tende a aumentar os custos dos estudos. Além disso, as armadilhas tipo *pitfall* e as coletas com iscas são amplamente utilizadas em estudos com formigas como indicadores biológicas, possibilitando obter resultados que auxiliam na compreensão de fatores que afetam a mirmecofauna e também sobre o estado de preservação ou recuperação de ecossistemas, assim como no presente trabalho.

Os resultados desta monografia agregam conhecimento sobre as mudanças que podem ocorrer nas comunidades de formigas ao longo do avanço da recuperação de ecossistemas florestais, em especial na Floresta Estacional Semidecidual. Pode ser útil para embasar novas pesquisas e para realizar comparações com levantamentos futuros da mirmecofauna nas áreas reflorestadas da RPPN Mauro Romano ou em outros reflorestamentos. Também contribui para a percepção de como atividades antrópicas podem afetar negativamente a recuperação dos ecossistemas em áreas reflorestadas.

Por fim, cabe mencionar que as trilhas da RPPN Mauro Romano são úteis para atividades educativas, inclusive envolvendo crianças e adolescentes (Almeida et al. 2023, Silva 2025). As visitas na área do reflorestamento de 15 anos ocorrem nos eventos anuais de plantios de mudas promovidos pela Associação Civil Vale Verdejante, que possibilitaram a revegetação da área da RPPN em estudo (Almeida et al. 2023, Silva 2025). Assim, apesar dos impactos negativos sobre a mirmecofauna, o uso das trilhas proporciona indiscutíveis benefícios ambientais e faz parte do uso público da RPPN Mauro Romano. Para a RPPN em questão e outras Unidades de Conservação, sugere-se que a visitação fique restrita a uma parcela limitada da área protegida, visando minimizar a abrangência e magnitude dos seus impactos. Ademais, é relevante limitar o número de visitantes nas Unidades de Conservação e, especialmente, em áreas mais sensíveis aos efeitos da visitação, como áreas que estão em processo de recuperação dos ecossistemas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que a recuperação de ecossistemas florestais é complexa, sendo influenciada por uma interação de variados fatores, incluindo atividades antrópicas. As florestas em estágio mais avançado de sucessão ecológica tendem a possuir maior complexidade e, conseqüentemente, maior riqueza de espécies, o que se reflete em maior estabilidade e equilíbrio do ecossistema. Contudo, as ações humanas podem afetar negativamente o processo de acréscimo de biodiversidade ao longo do tempo após o plantio das árvores.

Os resultados evidenciam que a idade do reflorestamento exerce forte influência sobre a composição das comunidades de formigas da interface solo-serapilheira, provavelmente em função de mudanças que ocorrem ao longo do tempo em relação à oferta de recursos alimentares e de nidificação, além de variações das condições microclimáticas.

As mudanças na riqueza e diversidade de espécies e a variação na composição entre áreas sugerem que as formigas são sensíveis às mudanças estruturais do habitat, confirmando sua utilidade como bioindicadores no monitoramento de áreas em processo de restauração florestal na Mata Atlântica.

Destaca-se ainda a necessidade de utilizar tanto a mirmecofauna epigeica quanto a arborícola no monitoramento da recuperação de ecossistemas, visto que estes grupos de formigas podem responder de forma diferente às variações ambientais e, em conjunto, fornecer um resultado mais conclusivo acerca do estado do ecossistema em estudo.

5. REFERÊNCIAS

Agra AC, Pina WC (2020) Insetos como Bioindicadores de Áreas Degradadas ou em Processo de Restauração no Bioma Caatinga. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, 24(5), 630-635.

Almeida FS, Queiroz JM, Mayhe-Nunes AJ (2007) Distribuição e abundância de ninhos de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) em um agroecossistema diversificado sob manejo orgânico. *Floresta e Ambiente*, 14: 34-44.

Almeida FS (2012) Formigas como engenheiras de ecossistemas: influência sobre as características químicas do solo e a distribuição de sementes e plantas. 2012. 69 p. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

Almeida FS, Gomes DS, Queiroz JM (2011) Estratégias para a conservação da diversidade biológica em florestas fragmentadas. *Ambiência*, 7: 367-382.

Almeida FS, Mayhe-Nunes AJ, Queiroz JM (2013) The Importance of Poneromorph Ants for Seed Dispersal in Altered Environments. *Sociobiology*, 60: 229-235.

Almeida FS, Lemos, MC, Ribeiro JG (2023) Propostas de temas a serem abordados em atividades de educação ambiental em trilhas interpretativas: estudo de caso no Parque Ecológico Mauro Romano, Vassouras-RJ. *Revista Guará* 1: 49-62.

Almeida FS, Vargas AB (2017) Bases para a gestão da biodiversidade e o papel do Gestor Ambiental. *Diversidade e Gestão*, 1: 10-32.

Aragão LA, Cortines E, Almeida FS (2019) Massa e composição da serapilheira em reflorestamentos de diferentes idades. *Diversidade e Gestão* 3(1): 82-93.

Azevedo APN, Almeida FS (2025) Myrmecofauna in eucalyptus plantations in the Mário Xavier National Forest, Rio de Janeiro State, Brazil. *Floresta Ambiente* 32(3): e20240019.

Baccaro, F. B.; Feitosa, R. M.; Fernandez, F.; Fernandes I. O.; Izzo, T. J.; Souza, J. L. P.; Solar, R (2015) Guia para os gêneros das formigas do Brasil. Manaus: Inpa. 388 p.

Bolton B (2025) An online catalog of the ants of the world. Available from <https://antcat.org>. Acesso: 10 de outubro de 2025.

Brasil (2000) Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm Acesso: 23 de setembro de 2025.

Coelho RCS (2011) Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) do estrato arbustivo-arbóreo em fragmentos florestais de Mata Atlântica no Rio de Janeiro. 2011. 59 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

Coriolano, R. E. ; Estrada, M. A. ; Santos, N. T. ; Caixeiro, L. R. ; Vargas, A.B. ; Almeida, F.S. (2014) Mirmecofauna associada à arborização urbana no município de Três Rios, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 12: 210-214.

Delabie J. H. C., Fisher, B. L., Majer, J. D. & Wrigth, I. W., (2000) Sampling effort and choice of methods, p. 145-154. In D. Agosti, J. D. Majer, L. E. Alonso & T. R. Schultz (eds.), *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C., USA.

Estrada MA, Almeida AA, Vargas AB, Almeida FS (2019) Diversidade, riqueza e abundância da mirmecofauna em áreas sob cultivo orgânico e convencional. *Acta Biológica Catarinense* 6: 87-103.

Gollan, J. R., De Bruyn, L. L., Reid, N., Smith, D., & Wilkie, L. (2011). Can ants be used as ecological indicators of restoration progress in dynamic environments? A case study in a revegetated riparian zone. *Ecological Indicators*, 11(6), 1517-1525.

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 (Impresso), v. 103, p. 104-109, 2013.

Hammer O, Harper DAT, Ryan PD (2001) PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Vassouras. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/vassouras/panorama> Acesso: 22 de agosto de 2025.

Laurance WF, Vasconcelos HL (2009) Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. *Oecologia Brasiliensis* 13(3): 434-451.

LIMA, M. C. ; MENEZES, S. J. M. C. ; ALMEIDA, F.S. (2020) Área de Proteção Ambiental Rainha das Águas do Município de Paraíba do Sul (RJ, Brasil): estudo da cobertura florestal, contingências e manejo. *CIÊNCIA FLORESTAL* 30: 1130-1146.

Lobo NCR, Ribeiro LM, Pereira JR, Almeida AA, Almeida FS (2023) Efeitos de fatores ambientais sobre as assembleias de formigas arborícolas e epigéicas na Floresta Estacional Semidecidual. *Ciência Florestal*, 33: e67579-24.

Majer, Jonathan. (1983). Ants: Bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation. *Environmental Management*. 7. 375-383. 10.1007/BF01866920.

Marchiori, J. J. P. ; Goncalves, J. M. ; Almeida, F.S. (2024) Mirmecofauna em plantas cítricas: guildas e avaliação da sua influência sobre populações de cochonilhas. *Observatorio de La Economía Latinoamericana*, 22: 1-16.

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

Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GA, Kent J (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772): 853-858.

Oliveira-Santos LGR, Loyola RD, Vargas AB (2009) Armadilhas de dossel: uma técnica para amostrar formigas no estrato vertical de florestas. *Neotropical Entomology*, Londrina 38 (5): 691-694.

Plano de Manejo da RPPN Mauro Romano (2021) Plano de Manejo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano. Associação Civil Vale Verdejante: Vassouras.

Pereira JR, Almeida FS (2023) Influência da heterogeneidade ambiental sobre a mirmecofauna em diferentes usos do solo no município de Bom Despacho, estado de Minas Gerais. *Ciência Florestal*, 33(1), e64534: 1-25.

Pinto LP, Bedê L, Paese A, Fonseca M, Paglia A, Lamas I (2006) Mata Atlântica Brasileira: os desafios para conservação da biodiversidade de um hotspot mundial. *Biologia da conservação: essências*. São Carlos: RiMa: 91-118.

Pereira, M. P. D. S., Francelino, M. R., & Queiroz, J. M. (2017). A cobertura florestal em paisagens do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. *Floresta e Ambiente*, 24(00), e00134115.

Pereira JR, Almeida FS (2023) Influência da heterogeneidade ambiental sobre a mirmecofauna em diferentes usos do solo no município de Bom Despacho, estado de Minas Gerais. *Ciência Florestal* 33: e64534-25.

Ré T M (2007) O uso de formigas como bioindicadores no monitoramento ambiental de revegetação de áreas mineradas (Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo). São Paulo.

Rezende EMC (2007) Zoneamento ambiental para plantio de eucalipto no município de vassouras, estado do Rio de Janeiro – RJ. 36p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

Rocha, W. D. O., Dorval, A., Peres Filho, O., Vaez, C. D. A., & Ribeiro, E. S. (2015). Formigas (Hymenoptera: Formicidae) Bioindicadoras de Degradação Ambiental em Poxoréu, Mato Grosso, Brasil. *Floresta e Ambiente*, 22(1), 88-98.

Schmidt, F. A., Ribas, C. R., & Schoereder, J. H. (2013). How predictable is the response of ant assemblages to natural forest recovery? Implications for their use as bioindicators. *Ecological Indicators*, 24, 158-166.

Silva LMA (2025) Reserva Particular do Patrimônio Natural Mauro Romano, Vassouras-RJ: avaliação dos impactos ambientais e proposta de indicadores de gestão. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Gestão Ambiental) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Silvério Neto R, Bento MC, Menezes SJMC, Almeida FS (2015) Caracterização da Cobertura Florestal de Unidades de Conservação da Mata Atlântica. *FLORAM - Revista Floresta e Ambiente*, 22: 32-41.

Souza ALB (2007) Genetic and behavioral studies in species of *Wasmannia* (Hymenoptera: Formicidae). 75f. Tese (Doutorado em Ciência entomológica; Tecnologia entomológica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

Souza JLP (2009) Avaliação do esforço amostral, captura de padrões ecológicos e utilização de taxa substitutos em formigas (Hymenoptera, Formicidae) de serrapilheira com três métodos de coleta na Floresta Amazônica, Brasil Tese (Doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA/UFAM, Manaus.

Vale Verdejante (2025) Disponível em: <https://valeverdejante.org.br/> Acesso: 23 de setembro 2025.

Vargas AB (2011) Diversidade de formigas em fragmentos florestais no Vale do Paraíba, Vassouras, Rio de Janeiro. 2011. 91p. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.