



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Departamento de Ciências Ambientais
CURSO DE BACHARELADO EM GESTÃO E ANÁLISE AMBIENTAL
Rod. Washington Luís, Km. 235 – Cx. Postal. 676
CEP: 13565-905 – São Carlos – SP – Fone: (016) 3351-9776



PROJETO DE PESQUISA - MONOGRAFIA II

DIFERENÇAS SAZONAIS NAS COMUNIDADES DE FORMIGAS EM DIFERENTES USOS E OCUPAÇÕES DO SOLO

Aluno: Heloisa Vieira Silva

Orientador: Marcel Okamoto Tanaka

**SÃO CARLOS - SP
2025**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE BACHARELADO EM GESTÃO E ANÁLISE AMBIENTAL**

**DIFERENÇAS SAZONAIS NAS COMUNIDADES DE FORMIGAS EM
DIFERENTES USOS E OCUPAÇÕES DO SOLO**

Nome do Aluno: Heloisa Vieira Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Gestão e Análise Ambiental.

Orientador: Marcel Okamoto Tanaka

**SÃO CARLOS-SP
2025**

**DIFERENÇAS SAZONAIS NAS COMUNIDADES DE FORMIGAS EM
DIFERENTES USOS E OCUPAÇÕES DO SOLO**

HELOISA VIEIRA SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 21 de janeiro de 2025 ao Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Gestão e Análise Ambiental.

.....
Marcel Okamoto Tanaka

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe, Flávia, por ter me ensinado generosidade, ao meu pai, Jorge, por ter me ensinado bom-humor, e aos dois por sempre terem me incentivado. Aos meus irmãos Sofia e Jorge Filho por terem me ensinado a crescer, a dividir e a ter mais cuidado. Às minhas avós que me ensinaram força e a importância da memória.

Agradeço aos meus amigos, os que me acompanham desde a escola e os que eu encontrei na caminhada da graduação. À Bruna e Sabrina por, além da amizade, terem me ajudado a identificar cada formiguinha que permitiu a existência desse projeto.

Por fim, agradeço aos professores, todos que passaram pela minha vida e me ensinaram a aprender, em especial ao Marcel por ter me recebido no laboratório e me aceitado como orientanda.

Thank my father before me

His mother before him

Who would I be without you, without them?"

- Boygenius

RESUMO:

Indicadores ecológicos são importantes para analisar um ecossistema, ampliá-los para além de parâmetros como a vegetação é benéfico para o aumento da compreensão sobre o funcionamento dos ecossistemas. Nesse sentido, formigas são ótimos indicadores por serem sensíveis às alterações ambientais, além de serem fáceis de coletar. Florestas estacionais semidecíduais possuem como característica a sazonalidade com uma época de seca e uma época de chuva ao longo do ano, então esse aspecto pode impactar os indicadores ecológicos analisados. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar se a sazonalidade impacta as comunidades de formigas encontradas em três tipos de uso de solo distintos, pasto, restauro e remanescente florestal. A diversidade das comunidades de formigas foi estimada usando-se os indicadores riqueza de espécies, abundância, Chao1, índice de dominância de Simpson e índice de diversidade de Shannon e a composição em espécies comparada a partir da matriz de similaridade usando-se os coeficientes de Bray-Curtis e de Sorensen. Para comparar as duas épocas de amostragem e as três áreas de estudo foram usadas ANOVA de Medidas Repetidas para a diversidade e PERMANOVA para a composição de espécies. Foram identificadas 4595 formigas, distribuídas em 6 subfamílias e 31 gêneros. Para as análises de diversidade, a dominância diferiu entre o pasto e a mata e foi maior na seca, fazendo com que o índice de diversidade fosse menor nessa estação, mostrando que há diferenças sazonais e entre os usos. Tratando da composição de espécies, os resultados obtidos mostraram diferenças significativas entre os usos para o coeficiente de Bray-Curtis que considera a abundância amostrada, tendo o pasto diferido do restauro e do remanescente florestal, enquanto o coeficiente de Sorensen indicou que as diferenças dependem da estação do ano. Assim, as comunidades de formigas no restauro encontram-se na trajetória de recuperação para aquelas de remanescente florestal. Além disso, o entendimento das dinâmicas sazonais é importante e deve ser considerado nas análises tendo em vista que a época de coleta de dados pode influenciar os resultados obtidos.

Palavras-chave: bioindicadores, macroinvertebrados, formigas, floresta estacional semidecidual, sazonalidade.

SEASONAL DIFFERENCES IN ANT COMMUNITIES ACROSS DIFFERENT LAND USES AND OCCUPATIONS

ABSTRACT:

Ecological indicators are crucial for analyzing ecosystems, and expanding them beyond parameters such as vegetation is beneficial for enhancing the understanding of ecosystem functioning. In this context, ants are excellent indicators due to their sensitivity to environmental changes and ease of collection. Seasonal semideciduous forests are characterized by seasonality, with distinct dry and rainy periods throughout the year, which can influence the ecological indicators analyzed. Thus, the objective of this study was to evaluate whether seasonality affects ant communities in three distinct land-use types: pasture, restored areas, and forest remnants. The diversity of ant communities was estimated using species richness, abundance, Chao1, Simpson's dominance index, and Shannon's diversity index. Species composition was compared using similarity matrices based on the Bray-Curtis and Sørensen coefficients. Repeated Measures ANOVA was used to compare diversity between the two sampling periods and the three study areas, while PERMANOVA was applied to assess species composition. A total of 4,595 ants were identified, belonging to 6 subfamilies and 31 genera. For diversity analyses, dominance differed between pasture and forest and was higher during the dry season, resulting in lower diversity indices during this period, indicating seasonal and land-use differences. Regarding species composition, significant differences were observed between land-use types using the Bray-Curtis coefficient, which considers sampled abundance, with pasture differing from restored areas and forest remnants. The Sorensen coefficient indicated that differences depend on the season. Thus, ant communities in restored areas are on a trajectory toward recovery, resembling those in forest remnants. Furthermore, understanding seasonal dynamics is essential and should be considered in analyses, as the timing of data collection may influence the results obtained.

Keywords: Bioindicators, macroinvertebrates, ants, seasonal semideciduous forest, seasonality

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	07
2. OBJETIVOS	09
3. METODOLOGIA	10
3.1. ÁREA DE ESTUDO	
3.2. ANÁLISE DOS DADOS	
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5. CONCLUSÕES	35
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1. INTRODUÇÃO

A recuperação de ecossistemas degradados através da restauração florestal leva a uma trajetória de desenvolvimento com aumento gradual da biomassa vegetal e concomitante aumento da disponibilidade de recursos para outros organismos que ocorrem nestes locais (POORTER, et al., 2021). Além disso, o crescimento gradual das árvores resulta em diferenciação nas condições ambientais, possibilitando maior diferenciação de microhabitats e, assim, contribuindo para o aumento da diversidade biológica (ROMANELLI, et al., 2022). Assim, para entender como a recuperação dos ecossistemas influencia a biodiversidade é necessário avaliar as respostas de diferentes grupos de organismos (EDWARDS & CERULLO 2024).

A maior parte dos dados para este fim são de plantas, vertebrados e alguns invertebrados, porém estudos comparativos mostram que nenhum grupo focal pode realmente substituir o outro, considerando que diferentes aspectos do funcionamento dos ecossistemas são contemplados por diferentes grupos de organismos (POORTER, et al., 2021). Portanto, é importante que sejam ampliados os grupos focais amostrados e, nesse sentido, as formigas são um grupo focal lógico a ser adicionado ao repertório, pois são abundantes e fáceis de coletar, apresentam alta diversidade de espécies, desempenham diferentes funções ecológicas e são sensíveis a mudanças ambientais, o que as tornam um bom indicador ecológico (ALONSO & AGOSTI, 2000).

As formigas estão entre os organismos mais diversos, abundantes e ecologicamente notáveis na terra, possuem ampla distribuição geográfica, ocupam múltiplos níveis tróficos e são engenheiras do ecossistema, contribuindo substancialmente para o seu funcionamento (QUEIROZ, et al., 2023; MARQUES, et al., 2017). Assim, a estrutura e composição de comunidades de formigas podem ser usadas como variáveis resposta em monitoramento ambiental, por esses insetos serem sensíveis às atividades antrópicas, incluindo práticas agrícolas e reflorestamento (GOMES, et al., 2014, CASTRO SOLAR, et al., 2016)

Diversos estudos mostram que áreas restauradas aumentam gradativamente a diversidade de formigas em relação a áreas degradadas, eventualmente chegando a valores similares de áreas de referência formadas por remanescentes florestais em poucos anos (CASIMIRO, et al., 2019). Entretanto, a composição destas comunidades pode ser diferente, devido às diferenças na disponibilidade de recursos e condições ambientais (SCHIMIDT, et al., 2013). Por exemplo, Gomes, et al. (2014) mostraram que as comunidades de formigas em Floresta Atlântica no nordeste brasileiro apresentaram riqueza de espécies similar entre áreas com 5, 7

e 35 anos, mas a composição foi diferente, sendo 42% das espécies ocorreram apenas na área mais antiga. Por outro lado, Karolak & Fiedler (2024) verificaram que áreas com 2 anos de idade eram bem empobrecidas de espécies, enquanto áreas com 8 e 10 anos de idade apresentaram riqueza intermediária, ainda abaixo de uma floresta de crescimento antigo na Costa Rica, com diferenças na composição apesar dos restauros mais antigos serem parecidos com a área antiga. Desta forma, diferentes ecossistemas podem apresentar variação no tempo de recuperação da biodiversidade, sendo necessários mais estudos para entender quais fatores influenciam estes padrões.

Além das diferentes ocupações do solo, as comunidades de formigas são influenciadas pela temperatura e precipitação, que afetam a diversidade, a distribuição e a atividade destes insetos; em florestas tropicais, a riqueza de espécies aumenta com a heterogeneidade do habitat e disponibilidade de recursos que varia de acordo com a sazonalidade (QUEIROZ, et al., 2023; MARQUES, et al., 2017). A sazonalidade é definida como os padrões temporais previsíveis de recursos e variação climática ao longo do ano. Essas condições climáticas, as flutuações na temperatura, umidade e precipitação, são determinantes para a diversidade porque moldam os níveis de recursos e condições ecológicas disponíveis para as espécies (QUEIROZ, et al., 2023). Nesse sentido, a sazonalidade é importante de ser levada em consideração em estudos de biodiversidade.

Estudos que abordam a questão da sazonalidade na biodiversidade possuem resultados diversos. Castilho, et al. (2011) avaliaram a diversidade de formigas em florestas estacionais semidecíduas, mas os resultados apontam que os efeitos da sazonalidade sobre a estrutura de comunidades ainda estão em aberto, porém esse fator afeta anualmente a estrutura e funcionamento das populações ao submetê-las à restrições ambientais e certamente interfere na distribuição e atividade de forrageamento das formigas ao interferir no microclima (pluviosidade, temperatura e ventos combinados). Em Gomes et al. (2024) e Marques, et al. (2017), o resultado encontrado foi o aumento da riqueza de espécies na estação seca, o que pode ser explicado pela diminuição na disponibilidade de recursos nessa época, o que leva ao aumento da mobilidade das formigas, tornando assim mais provável a queda dos insetos nas armadilhas. E em Neves et al. (2010a,b, apud MARQUES et al., 2017) a riqueza de espécies não diferiu entre as estações, mas a composição de espécies mudou entre as estações.

Então, tendo em vista que as variações climáticas dentro dos habitats ao longo do ano geram respostas variáveis nos padrões de diversidade das formigas e que as mudanças na temperatura e na precipitação podem afetar direta ou indiretamente as formigas e influenciar a

riqueza, abundância e composição de espécies assim como suas interações bióticas, o conhecimento das dinâmicas temporais e espaciais das comunidades de formigas nos ambientes, podem ajudar a prever os efeitos das mudanças climáticas e da conversão dos usos da terra nas formigas e outros grupos de insetos sobre a influência dos recursos e das condições climáticas (QUEIROZ, et al., 2023).

Assim, no presente estudo, comparamos área de pasto, floresta em restauração e remanescente de floresta estacional semidecídua para testar as seguintes hipóteses: 1) se as diferenças no uso do solo influenciam a estrutura de comunidades de formigas; 2) se estas diferenças podem diferir entre estações do ano, sendo esperadas maiores diferenças na estação seca.

2. OBJETIVOS

1. Avaliar se há diferença entre as comunidades de formigas em área de pasto, floresta em restauração e remanescente de floresta estacional semidecídua;
2. Avaliar se há diferença entre as comunidades de formigas encontradas em cada uma das áreas analisadas nos períodos de chuva e seca.

3. METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi conduzido numa Área de Proteção Permanente possuindo ao todo 200m de comprimento. O clima da região tem como principais características períodos de inverno seco e verões úmidos, sendo assim enquadrado segundo a classificação de Köppen como Aw, sendo que a precipitação varia de 1.138 mm a 1.593 mm, tendo uma média de 1.429 mm e a temperatura média anual de 20 a 25°C (ROLIM, et al., 2007).

A estrutura geológica do município é composta principalmente por rochas sedimentares, da formação Botucatu-Pirambóia, e vulcânicas, da formação Serra Geral (SOUSA JUNIOR, et al., 2011). O solo é predominantemente composto de Latossolos (Vermelho e Vermelho - Amarelo) e Nitossolo (CALDERANO FILHO, et al., 1998). Próximo ao local há um estábulo para ordenha, que ocasiona um grande aporte de nutrientes, carregados pela água da chuva e depositados apenas numa parte da área do restauro, proporcionando um gradiente de fertilidade no solo.

Este estudo faz parte de um experimento que envolveu a restauração de uma Área de Proteção Permanente onde foram plantadas 577 mudas e 1154 sementes as quais 381 germinaram com sucesso, totalizando assim 958 plantas das seguintes espécies nativas: *Cedrela fissilis* Vell., *Pterogyne nitens* Tul., *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, *Copaifera langsdorffii* Desf., *Platypodium elegans* Vogel, *Enterolobium timbouva* Mart., *Schizolobium paraiba* (Vell.) Blake, *Hymenaea courbaril* Le, *Centrolobium tomentosum* Guillemim ex Benth. Mudanças e sementes destas espécies foram distribuídas aleatoriamente, em gride de 2x2, por toda a área em fevereiro de 2013. A área foi previamente cercada para isolar do gado, descompactada e as gramíneas foram removidas quimicamente com glifosato.

3.1.1 COLETA DE DADOS

A área foi inicialmente dividida em 10 blocos composto de três parcelas (sítios) uma de cada tipo de manejo de solo, pasto, restauro e remanescente da floresta (Figura 1). Análises de fertilidade do solo foram conduzidas 21 meses após o plantio em cada uma das parcelas. Amostras de solo de profundidade 0-20 cm foram coletadas em novembro de 2014 e enviadas para o laboratório e os resultados mostraram um gradiente de fertilidade de solo nos sítios restaurados e nos sítios de pasto, o que nos sítios restaurados resultou num crescimento diferencial das árvores ao longo das parcelas, onde a vegetação nas primeiras parcelas (1-3)

era 57% mais alta em relação à vegetação das outras parcelas (6-10) e 53% maiores em relação ao diâmetro, segundo medidas realizadas em 2015 (PESTANA, et al., 2020).

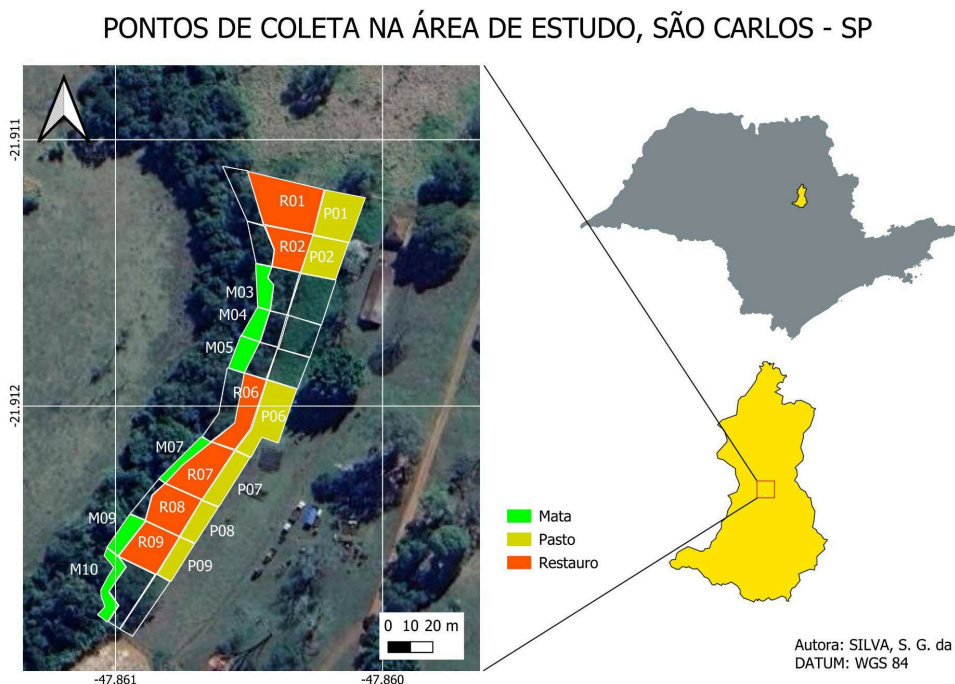


Figura 1 - Desenho esquemático da área de estudo da zona ripária, mostrando os três tipos de vegetação (remanescente de vegetação nativa, área restaurada e pasto) e as parcelas selecionadas.

Entre os dez blocos, selecionamos apenas as parcelas 1, 2, 6, 7, 8 e 9 do Pasto e do Restauo e 3, 4, 5, 7, 9 e 10 da mata, uma vez que o conjunto destas parcelas refletia bem o gradiente de solo e estrutura da vegetação nos sítios sob restauração e para eliminar as parcelas mais estreitas para que possíveis efeitos de borda não influenciassem os resultados.

As coletas foram realizadas na estação chuvosa (dezembro de 2023) e na estação de seca (maio de 2024). As formigas foram coletadas através de armadilhas de queda (pitfall), seguindo-se Brown & Matthews (2016). Em cada parcela, foram enterrados cinco potes transparentes de 9cm de diâmetro e 10cm de altura. Uma cobertura plástica rígida apoiada em hastes de madeira a uma altura de aproximadamente 10 cm foi instalada em cada pote para evitar o acúmulo de água da chuva e queda de galhos. Os potes foram distribuídos aleatoriamente dentro das parcelas evitando as faixas marginais de 2m para diminuir os possíveis efeitos de borda.

Primeiramente as armadilhas foram enterradas ainda tampadas e deixadas por um período de sete dias para diminuir os efeitos de perturbação provocada durante a instalação, como

abertura dos buracos e marcação. Após este período, as tampas foram removidas e uma solução de 100 ml de formol a 4% e algumas gotas de detergente foram adicionadas com a finalidade de conservação dos macroinvertebrados e quebra de tensão superficial da água. Após uma semana, as armadilhas foram retiradas e levadas até o laboratório.

O conteúdo dos recipientes foi passado em uma peneira de malha de 2mm para separar os macroinvertebrados de solo, que foram transferidos para vidros com álcool 70% para sua conservação. Este material foi depositado para posterior identificação. As formigas foram identificadas até gênero usando as chaves de Baccaro et al. (2015) e Feitosa & Dias (2024). O presente trabalho apresenta os resultados de três armadilhas por parcela, devido ao grande tempo necessário para identificação das formigas.

3.2 ANÁLISE DE DADOS

Buscando minimizar a distorção causada por armadilhas colocadas perto das entradas dos ninhos ou trilhas de forrageamento, consideramos no máximo 50 indivíduos por gênero por armadilha para as análises (FRANÇOIS, et al., 2023). Para comparar a estrutura das comunidades de formigas, foram analisadas a abundância total e a riqueza de espécies por parcela. Após a análise gráfica dos resíduos para verificar a normalidade e homogeneidade de variâncias, os dados de abundância foram passados para logaritmo.

Considerando-se as diferenças de abundância encontradas entre parcelas e a dependência dos indicadores de diversidade em relação ao esforço de amostragem, usamos o estimador Chao1 para a riqueza de espécies (MAGURRAN, 2004). Para analisar até que ponto um conjunto é dominado por uma ou algumas espécies, foram usados o índice de dominância de Simpson e o índice de diversidade de Shannon (MAGURRAN, 2004). Para comparar as épocas de monitoramento (dezembro vs maio) e os três tipos de vegetação (Pasto vs Restauo vs Remanescente) foi usada Análise de Variância de Medidas Repetidas (RM-ANOVA) (UNDERWOOD, 1997).

Para determinar se a composição das comunidades difere entre os três tipos de vegetação entre as duas épocas de amostragem, foi usado um modelo PERMANOVA considerando os dois fatores, estação do ano e tipos de vegetação, de forma similar ao modelo ANOVA acima (ANDERSON, 2001).

Foram calculadas duas matrizes de similaridade a partir dos coeficientes de similaridade de Sorensen (qualitativo) e Bray-Curtis (quantitativo) e os dados foram visualizados de acordo com Análise de Escalonamento Multidimensional (CLARKE, 1993). A partir das matrizes,

para indicar quais gêneros foram responsáveis pelas diferenças entre os usos do solo foi usada a Análise de Quebra de Similaridades (SIMPER), que decompõe as similaridades médias (Bray-Curtis ou Sorensen) entre os pares de amostras de cada grupo de acordo com a contribuição relativa (em porcentagem) de cada gênero. Assim, pode-se determinar qual a contribuição média de cada gênero para as diferenças entre grupos (CLARKE, 1993). As análises foram realizadas com os softwares Systat 13.0 e Primer/Permanova 6.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas 4595 formigas, 1837 na estação chuvosa (coleta de dezembro de 2023), distribuídas em 6 subfamílias e 31 gêneros e 2758 na estação seca (coleta de maio de 2024), distribuídas nas mesmas 6 subfamílias e 24 gêneros (Tabela 1). A maior parte dos gêneros identificados pertencem à subfamília Myrmicinae, entre eles os gêneros *Pheidole* e *Atta* que foram os mais encontrados em ambas as coletas, na primeira, o gênero *Pheidole* estava presente em 88,68% das amostras e o gênero *Atta* em 79,25%. Na segunda coleta os gêneros estavam presentes, respectivamente, em 96,30% e 70,37% das amostras.

Tabela 1 - Abundância de gêneros de formiga para diferentes usos do solo nas estações seca e chuvosa

Gênero	Restau Chuvosa	Restaur o Seca	Mata Chuvosa	Mata Seca	Pasto Chuvosa	Pasto Seca
Dolichoderinae						
<i>Dorymyrmex</i> Mayr	0	3	0	0	129	71
<i>Linepithema</i> Mayr	0	0	1	1	0	0
Ectatomminae						
<i>Ectatomma</i> F. Smith	0	0	0	0	1	0
<i>Holcaponera</i> Mayr	20	2	53	20	14	15
Formicinae						
<i>Brachymyrmex</i> Mayr	17	8	2	2	27	33
<i>Camponotus</i> Mayr	28	32	24	14	12	16
Myrmicinae						
<i>Acromyrmex</i> Mayr	3	3	10	8	4	5
<i>Apterostigma</i> Mayr	7	0	0	0	0	0
<i>Atta</i> Fabricius	285	117	52	77	75	43
<i>Cardiocondyla</i> Emery	0	5	0	0	6	24
<i>Cephalotes</i> Latreille	0	1	1	3	0	1
<i>Crematogaster</i> Lund,	1	0	2	1	2	0

<i>Cyphomyrmex</i> Mayr	2	1	9	1	4	15
<i>Mycetarotes</i> Emery	0	0	0	0	1	2
<i>Mycetomoellerius</i> Solomon et al.	16	3	3	0	0	2
<i>Mycetophylax</i> Emery	0	0	0	0	3	0
<i>Mycocepurus</i> Forel	3	5	1	9	10	7
<i>Ochetomyrmex</i> Mayr	0	0	0	0	1	0
<i>Pheidole</i> Westwood	224	233	153	241	500	1587
<i>N.Id</i>	6	0	12	2	8	25
<i>Strumigenys</i> F. Smith,	4	0	0	0	0	2
<i>Tranopelta</i> Mayr	2	0	0	1	0	0
<i>Wasmannia</i> Forel	2	0	1	0	6	8
<i>Xerolitor Sosa-Calvo et al.</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Xenomyrmex</i> Forel	3	0	2	0	0	0
<hr/>						
Ponerinae						
<hr/>						
<i>Hypoponera</i> Santschi	5	2	10	8	3	44
<i>Odontomachus</i> Latreille	5	0	3	1	14	11
<i>Anochetus</i> Mayr	5	0	1	3	5	7
<i>Pachycondyla</i> F. Smith	1	0	10	6	14	14
<hr/>						
Pseudomyrmecinae						
<hr/>						
<i>Myrcidris</i> Ward	0	0	0	0	1	0
<i>Pseudomyrmex</i> Lund	3	8	2	5	2	0
<hr/>						

Composição das comunidades

Considerando-se a abundância de espécies com o índice de similaridade de Bray-Curtis, a PERMANOVA indicou que não houve interação entre estação e uso, mas houve diferença significativa entre as estações chuvosa e seca e entre os usos (Tabela 2). O teste de comparações múltiplas mostrou diferença significativa entre Pasto e Restauo ($P = 0,008$) e entre Pasto e Mata ($P = 0,004$), mas não houve diferença entre Restauo e Mata ($P = 0,227$). O MDS (Figura 2), ilustra de forma gráfica os resultados obtidos na PERMANOVA.

Tabela 2 - Resultados da PERMANOVA considerando-se o índice de similaridade de Bray-Curtis

Entre objetos				
	gl	QM	F	P
Usos	2	7859,6	4,6071	0,0021
Erro 1	15	1706		
Dentro de Objetos				
	gl	QM	F	P
Estação	1	2101,8	2,4407	0,0408
Estação x Usos	2	1557,4	1,8085	0,0595
Erro 2	15	861,12		

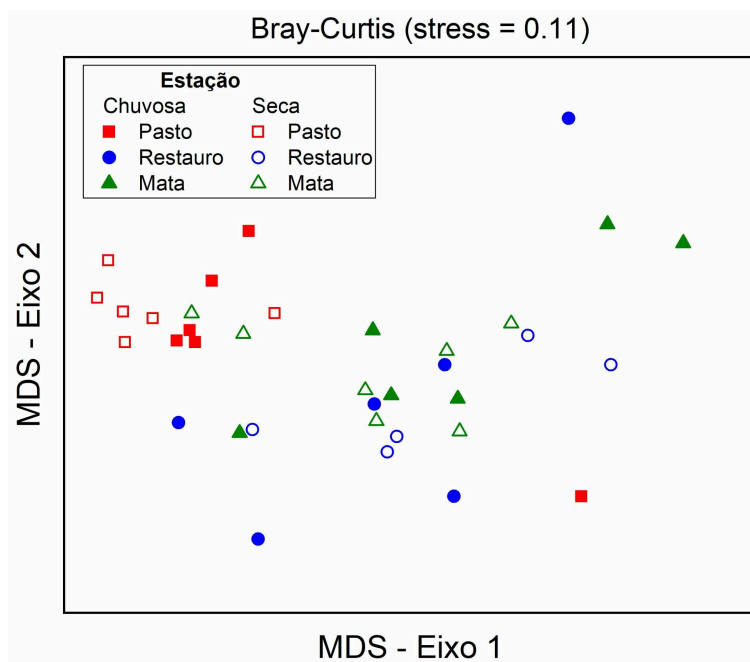


Figura 2 - Ordenação das parcelas em diferentes usos do solo nas duas estações do ano por MDS considerando-se o índice de similaridade de Bray-Curtis.

De acordo com o SIMPER, os gêneros que mais contribuíram para as diferenças entre Restauo e Pasto foram *Pheidole*, *Dorymyrmex*, *Brachymyrmex* e *Hypoponera*, que foram mais abundantes no Pasto, e *Atta* que foi mais abundante no Restauo (Tabela 3).

Tabela 3 - Contribuição de cada gênero para a diferença entre as comunidades do Restauo e do Pasto de acordo com o índice de similaridade de Bray-Curtis.

Gênero	Restauo	Pasto	Contribuição (%)	% Acumulada
	Abundância	Abundância		
<i>Pheidole</i>	12,69	34,83	50,26	50,26
<i>Atta</i>	10,61	3,28	15,49	65,75
<i>Dorymyrmex</i>	0,08	4,89	8,95	74,69
<i>Brachymyrmex</i>	0,69	1,67	2,96	77,66
<i>Hypoponera</i>	0,19	1,31	2,89	80,55
<i>Camponotus</i>	1,67	0,78	2,65	83,20
<i>Pachycondyla</i>	0,03	0,78	2,3	85,49
<i>Holcponera</i>	0,61	0,81	2,24	87,74
<i>N.Id</i>	0,17	0,92	1,63	89,36
<i>Cardiocondyla</i>	0,14	0,83	1,55	90,91

Para a diferença encontrada entre a Mata e o Pasto (Tabela 4), os gêneros que mais contribuíram foram *Pheidole* (mais abundante no pasto), *Dorymyrmex* que só foi encontrado no pasto, *Atta* e *Holcponera* presentes em ambos, mas mais abundantes na mata e *Hypoponera* e *Brachymyrmex*, mais abundantes no pasto.

Tabela 4 - Contribuição de cada gênero para a diferença entre as comunidades da Mata e do Pasto de acordo com o índice de similaridade de Bray-Curtis.

	Mata	Pasto		
				%
Gênero	Abundância	Abundância	Contribuição (%)	Acumulada
<i>Pheidole</i>	11,35	34,83	55,09	55,09
<i>Dorymyrmex</i>	0	4,89	9,52	64,60
<i>Atta</i>	3,69	3,28	6,86	71,47
<i>Holcoponera</i>	2,32	0,81	4,57	76,04
<i>Hypoponera</i>	0,51	1,31	3,32	79,36
<i>Brachymyrme</i>				
<i>x</i>	0,11	1,67	3,31	82,67
<i>Pachycondyla</i>	0,44	0,78	2,41	85,08
<i>Camponotus</i>	1,25	0,78	2,23	87,32
<i>N.Id</i>	0,44	0,92	1,87	89,18
<i>Cardiocondyl</i>				
<i>a</i>	0	0,83	1,51	90,69

Uma segunda PERMANOVA foi realizada a partir do índice de Sorensen que leva em consideração a presença ou ausência dos gêneros; a partir dela, observa-se que houve interação entre estação e uso (Tabela 5). Na estação chuvosa, houve diferença significativa apenas entre Mata e Restauo ($P = 0,045$), enquanto na estação seca houve diferença significativa entre as três comunidades: Pasto e Mata ($P = 0,015$), Pasto e Restauo ($P = 0,003$) e Mata e Restauo ($P = 0,012$). O MDS (Figura 3), ilustra de forma gráfica os resultados obtidos na PERMANOVA.

Tabela 5 - Resultados da PERMANOVA considerando-se o índice de similaridade de Sorensen

Entre objetos				
	gl	QM	F	P
Usos	2	3562,7	3,4758	0,0014
Erro 1	15	1025		
Dentro de Objetos				
	gl	QM	F	P
Estação	1	2351,4	3,012	0,030
Estação x Usos	2	1557,4	2,1954	0,0413
Erro 2	15	780,66		

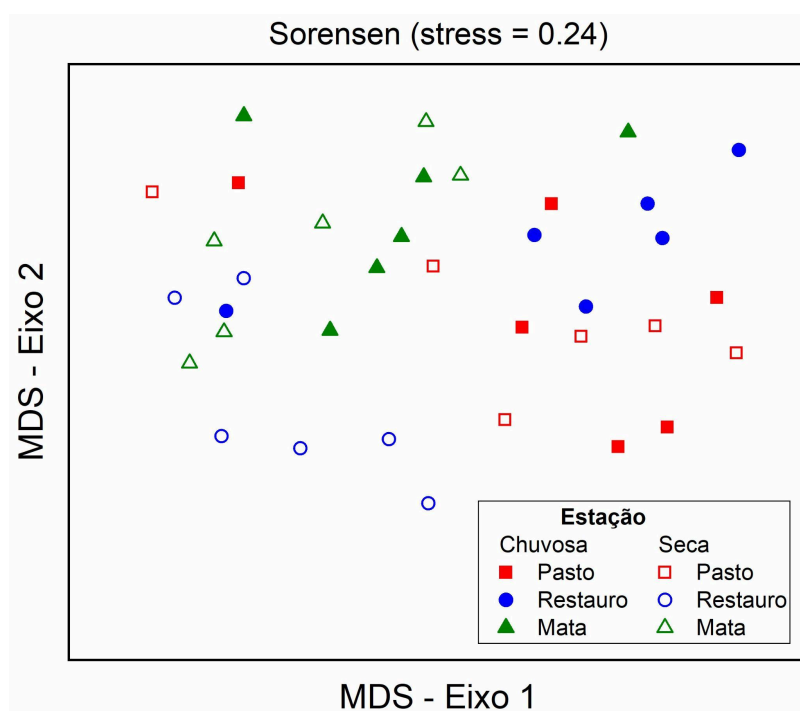


Figura 3 - Ordenação das parcelas em diferentes usos do solo nas duas estações do ano por MDS considerando-se o índice similaridade de Sorensen.

Na estação chuvosa, 80% das diferenças entre Restauro e Mata foram devidas a 14 gêneros, sendo que apenas *Strumigenys* foi exclusivo do restauro (Tabela 6).

Tabela 6 - Contribuição de cada gênero para a diferença entre as comunidades do Restauo e da Mata na estação chuvosa de acordo com o índice de similaridade de Sorensen.

Gênero	Restauo	Mata		
	Ocorrência	Ocorrência	Contribuição (%)	% Acumulada
<i>Pachycondyla</i>	0,17	0,83	8,33	8,33
<i>Odontomachus</i>	0,67	0,17	7,01	15,33
<i>Brachymyrmex</i>	0,83	0,33	7	22,34
<i>Mycetomoelleri</i>				
<i>us</i>	0,67	0,17	6,7	29,04
<i>Acromyrmex</i>	0,5	0,83	6,15	35,19
<i>Hypoponera</i>	0,5	0,5	5,84	41,03
<i>Mycocepurus</i>	0,5	0,17	5,82	46,85
<i>Xenomyrmex</i>	0,5	0,17	5,48	52,33
<i>N.Id</i>	0,67	0,67	5,4	57,72
<i>Strumigenys</i>	0,5	0	5,37	63,09
<i>Cyphomyrmex</i>	0,33	0,33	4,86	67,95
<i>Anochetus</i>	0,33	0,17	4,43	72,39
<i>Camponotus</i>	0,67	0,83	4,37	76,76
<i>Wasmannia</i>	0,33	0,17	4,27	81,03

Para as diferenças encontradas na estação seca, os gêneros que mais contribuem (com até 80%) para a diferença entre os usos podem ser observados nas tabelas abaixo, Restauo e Mata (Tabela 7), Restauo e Pasto (Tabela 8) e Mata e Pasto (Tabela 9). Na Mata os gêneros mais frequentes que contribuíram para a diferenciação foram *Holcoponera*, *Pachycondyla*, *Hypoconera* e *Cephalotes*, enquanto no Restauo foram *Pseudomyrmex* e *Brachymyrmex*,. No Pasto, os gêneros com maior contribuição para as diferenças foram *Cyphomyrmex*, *Hypoconera*, *Pachycondyla*, *Cardiocondyla* e *Dorymyrmex*.

Tabela 7 - Contribuição de cada gênero para a diferença entre as comunidades do Restauero e da Mata na estação seca

Gênero	Restauero		Mata	
	Ocorrência	Ocorrência	Contribuição (%)	% Acumulada
<i>Holcponera</i>	0,33	1	9,61	9,61
<i>Pachycondyla</i>	0	0,67	9,43	19,04
<i>Pseudomyrmex</i>	0,83	0,33	8,92	27,96
<i>Hypoconera</i>	0,33	0,50	7,32	35,27
<i>Brachymyrmex</i>	0,5	0,33	7,28	42,56
<i>Cephalotes</i>	0,17	0,50	6,94	49,50
<i>Mycocepurus</i>	0,67	0,67	6,57	56,07
<i>Acromyrmex</i>	0,33	0,17	5,38	61,45
<i>N.Id</i>	0	0,33	4,59	66,04
<i>Dorymyrmex</i>	0,33	0	4,57	70,61
<i>Mycetomoelleri</i>				
<i>us</i>	0,33	0	4,29	74,90
<i>Camponotus</i>	0,83	0,83	4,24	79,14
<i>Cyphomyrmex</i>	0,17	0,17	4,16	83,30

Tabela 8 - Contribuição de cada gênero para a diferença entre as comunidades do Restauro e do Pasto na estação seca

Gênero	Restauro	Pasto	Contribuição (%)	% Acumulada
	Ocorrência	Ocorrência		
<i>Cyphomyrmex</i>	0,17	1	8,99	8,99
<i>Pseudomyrmex</i>	0,83	0	8,52	17,51
<i>Sole/Care</i>	0	0,83	8,17	25,69
<i>Hypoponera</i>	0,33	0,83	6,76	32,45
<i>Pachycondyla</i>	0	0,67	6,3	38,75
<i>Cardiocondyla</i>	0,17	0,67	5,98	44,72
<i>Dorymyrmex</i>	0,33	0,67	5,65	50,37
<i>Holcoponera</i>	0,33	0,50	5,47	55,84
<i>Mycocepurus</i>	0,67	0,50	5,43	61,27
<i>Acromyrmex</i>	0,33	0,50	5,40	66,67
<i>Brachymyrmex</i>	0,50	0,67	5,33	72,00
<i>Anochetus</i>	0	0,50	4,78	76,78
<i>Mycetomoellerius</i>	0,33	0,33	4,55	81,34

Tabela 9 - Contribuição de cada gênero para a diferença entre as comunidades da Mata e do Pasto na estação seca

Gênero	Mata	Pasto	Contribuição (%)	% Acumulada
	Ocorrência	Ocorrência		
<i>Cyphomyrmex</i>	0,17	1	8,81	8,81
<i>Cardiocondyla</i>	0	0,67	6,49	15,3
<i>Dorymyrmex</i>	0	0,67	6,49	21,79
<i>N.Id.</i>	0,33	0,83	6,47	28,26
<i>Brachymyrmex</i>	0,33	0,67	5,80	34,06
<i>Mycocepurus</i>	0,67	0,50	5,60	39,65
<i>Acromyrmex</i>	0,17	0,50	5,55	45,20
<i>Hypoponera</i>	0,50	0,83	5,28	50,49
<i>Cephalotes</i>	0,50	0,17	5,28	55,77
<i>Anochetus</i>	0,33	0,50	5,18	60,95
<i>Pachycondyla</i>	0,67	0,67	5,08	66,04
<i>Holcoponera</i>	1	0,50	5,05	71,09
<i>Odontomachus</i>	0,17	0,50	4,83	75,92
<i>Atta</i>	0,83	0,67	4,46	80,37

Nota-se que, na análise realizada a partir da ocorrência ou não do gênero, sem considerar a abundância, a contribuição de cada um para a diferença é pequena e gêneros que foram significativos quando levada em consideração a abundância como *Pheidole* e *Atta* não aparecem no resultado do SIMPER para a estação chuvosa e *Atta* aparece no da estação seca, mas contribuindo muito pouco para a diferença.

Por isso, pode-se aferir que o uso do coeficiente de similaridade de Bray-Curtis oferece resultados mais significativos. Assim, temos as diferenças entre os usos Pasto e Mata e Pasto e Restauo marcadas pela presença ou ausência dos gêneros e a abundância deles em cada um dos usos. O Pasto difere dos outros dois usos, principalmente pela presença e abundância do gênero *Pheidole*, formigas cosmopolitas, que podem ser encontradas nos mais diversos

ambientes, sendo generalistas, onívoras e oportunistas e nidificam em lugares diversos, solo, árvores e sob pedras (Baccaro et al., 2016). Suas características, justificam a presença do gênero em todos os usos do solo, porém sua abundância no pasto o diferencia dos outros dois, o que pode estar relacionado com a tendência a ecossistemas preservados geralmente abrigarem menos espécies generalistas porque esses ambientes favorecem especialistas que prosperam em condições específicas.

As formigas do gênero *Dorymyrmex* não foram encontradas na mata e são encontradas no restauro de forma menos abundante do que no pasto, por construírem ninhos no solo, preferencialmente em lugares abertos, regiões arenosas e com pouca cobertura vegetal, além de serem mais resistentes às temperaturas e serem frequentemente encontradas buscando alimento nas horas mais quentes do dia, o que evita a competição com espécies mais sensíveis ao calor (BACCARO, et al., 2016).

Outros gêneros mais abundantes no pasto mostram hábitos mais generalistas como *Brachymyrmex*, que nidificam no solo, embaixo de pedras, troncos, na serapilheira e vegetação baixa, apresenta maioria das espécies onívora e boa parte das espécies tolerante à perturbações, podendo ser encontradas em áreas altamente antropizadas. E *Hypoponera*, nidificam no solo, embaixo de pedras, na serapilheira ou em madeira em decomposição, a maior parte das espécies possui hábitos de predação generalista, mas algumas têm preferência por colêmbolos ou cupins (BACCARO, et al., 2016).

As formigas do gênero *Atta* são encontradas nos três tipos de uso, porém sua abundância é maior na mata e no restauro, o que os diferencia do pasto, elas utilizam folhas, frutos, sementes, galhos e partes de flores para cultivar o fungo do qual se alimentam. Apesar de serem consideradas pragas agrícolas, por cortarem grandes quantidades de biomassa vegetal em pastos, florestas e cultivos comerciais, sua presença pode trazer impactos positivos na estrutura química e física do solo, ajudando na aeração e circulação de nutrientes, pela maneira como constroem seus ninhos (BACCARO, et al., 2016).

Por fim, contribuindo para a diferenciação entre pasto e mata, as formigas do gênero *Holcaponera* foram mais abundantes no remanescente florestal. O gênero *Holcaponera* era parte do gênero *Gnamptogenys* Rogers (CAMACHO, et al., 2022) formigas encontradas preferencialmente em florestas úmidas, com ninhos no solo, em madeira em decomposição ou na serapilheira, a maioria das espécies forrageiam no solo, sob a serapilheira e na vegetação herbácea (BACCARO, et al., 2016).

Os resultados encontrados na análise qualitativa, com o índice de similaridade de Sorensen, apontam maior diferença entre os usos da terra na estação seca quando comparado com a estação chuvosa, com uma grande variedade de gêneros sendo responsáveis por tais diferenças. Estes resultados estão de acordo com Dantas et al. (2024) ao estudar comunidades de formigas em floresta atlântica no nordeste brasileiro, que encontraram maior variação na composição de espécies entre parcelas (ou seja, maior diversidade beta) na estação seca em relação à estação chuvosa, em relação à altura das árvores, resultando em maiores diferenças microclimáticas. Portanto, na estação seca as diferenças ambientais entre diferentes usos do solo podem ser maiores, com maiores diferenças também na disponibilidade de recursos, resultando em diferentes comunidades de formigas de acordo com o uso do solo.

Estrutura das comunidades

Não houve diferença significativa na riqueza taxonômica entre usos, estações e nem para a interação (Tabela 10), com cerca de dez gêneros encontrados em cada ambiente e estação (Figura 4).

Tabela 10 - Análise de Variância de Medidas Repetidas para Riqueza de espécies

Entre objetos				
	gl	QM	F	P
Usos	2	27,750	2,937	0,084
Erro 1	15	9,450		
Dentro de Objetos				
	gl	QM	F	P
Estação	1	20,250	3,005	0,104
Estação x Usos	2	15,083	2,238	0,141
Erro 2	15	6,739		

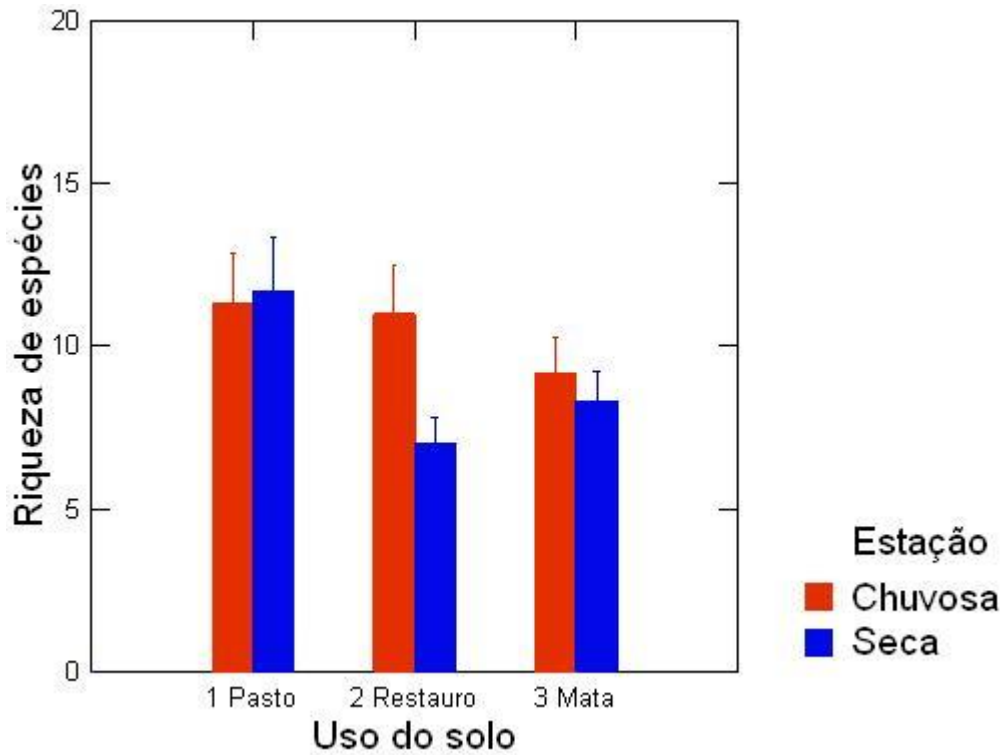


Figura 4 - Riqueza média de gêneros de formigas (+erro padrão) para os usos do solo nas duas estações.

Da mesma forma, não foram encontradas diferenças para a riqueza estimada pelo índice de Chao 1 (Tabela 11), com valores similares entre usos e estações (Figura 5).

Tabela 11 - Análise de Variância de Medidas Repetidas para índice de Chao 1

Entre objetos				
	gl	QM	F	P
Usos	2	27,116	2,101	0,157
Erro 1	15	12,903		
Dentro de Objetos				
	gl	QM	F	P
Estação	1	37,843	3,931	0,066
Estação x Usos	2	19,752	2,052	0,163
Erro 2	15	9,627		

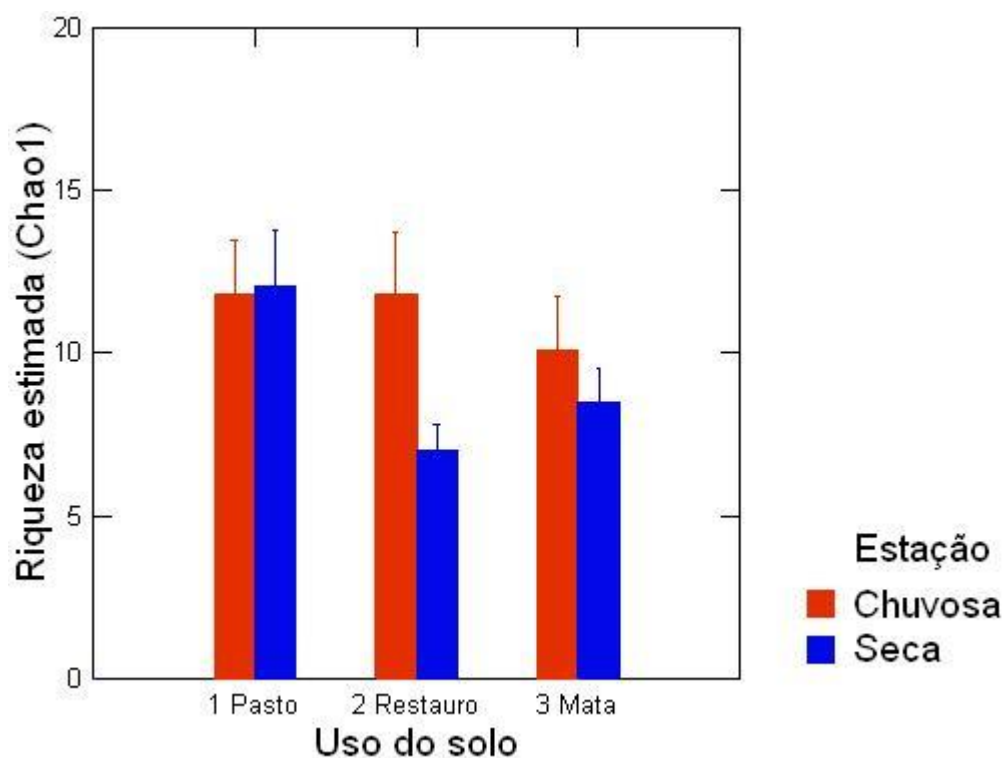


Figura 5 - Riqueza média de gêneros estimada por Chao 1 (+erro padrão) para os usos do solo nas duas estações.

Em relação à abundância de espécies não houve interação significativa, nem diferenças entre as estações, apenas entre usos do solo (Tabela 12). De acordo com o teste de Tukey, a abundância foi maior no pasto e menor na mata, com valores intermediários no restauro (Figura 6).

Tabela 12 - Análise de Variância de Medidas Repetidas para Abundância de formigas.

Entre objetos				
	gl	QM	F	P
Usos	2	3,635	5,293	0,018
Erro 1	15	0,687		
Dentro de Objetos				
	gl	QM	F	P
Estação	1	0,069	0,323	0,578
Estação x Usos	2	0,582	2,725	0,098
Erro 2	15	0,214		

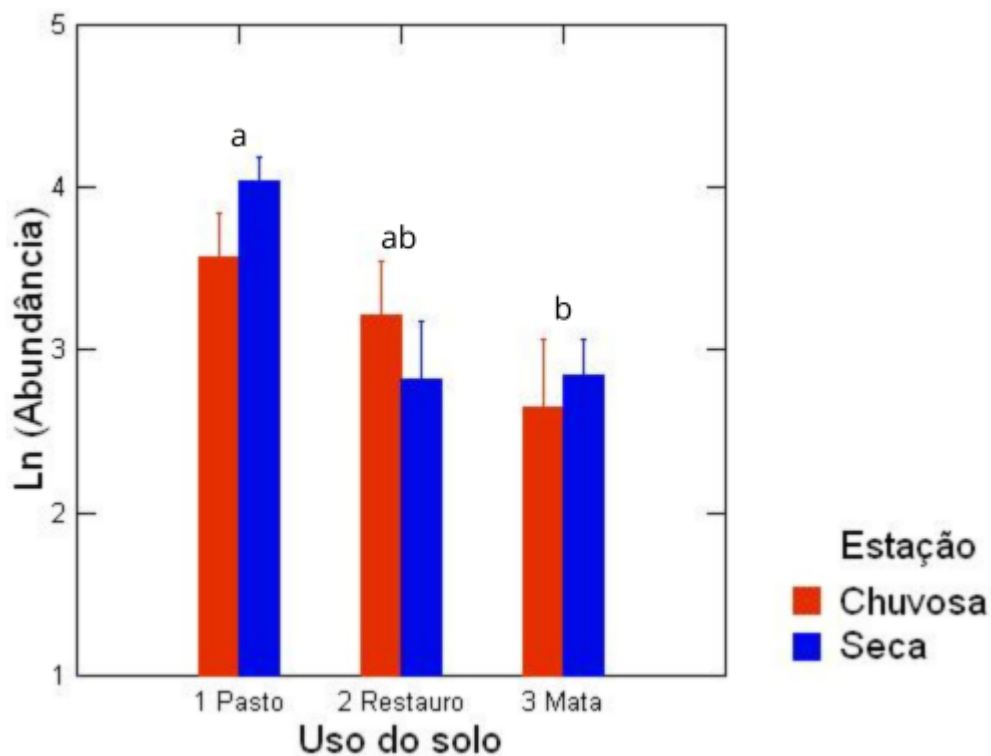


Figura 6 - Abundância média de espécies (+erro padrão) para os usos do solo nas duas estações. Letras iguais representam diferenças não-significativas conforme o teste de Tukey ($P > 0,05$).

Em relação ao índice de dominância de Simpson, a interação não foi significativa, ao contrário dos efeitos principais de estação do ano e usos do solo (Tabela 13). Houve maior dominância na estação seca, com maior valores no pasto e menores na mata, enquanto o restauro apresentou valores intermediários (Figura 7).

Tabela 13 - Análise de Variância de Medidas Repetidas para o índice de Dominância de Simpson

Entre objetos				
	gl	QM	F	P
Usos	2	0,100	4,406	0,031
Erro 1	15	0,023		
Dentro de Objetos				
	gl	QM	F	P
Estação	1	0,108	7,621	0,015
Estação x Usos	2	0,009	0,653	0,535
Erro 2	15	0,014		

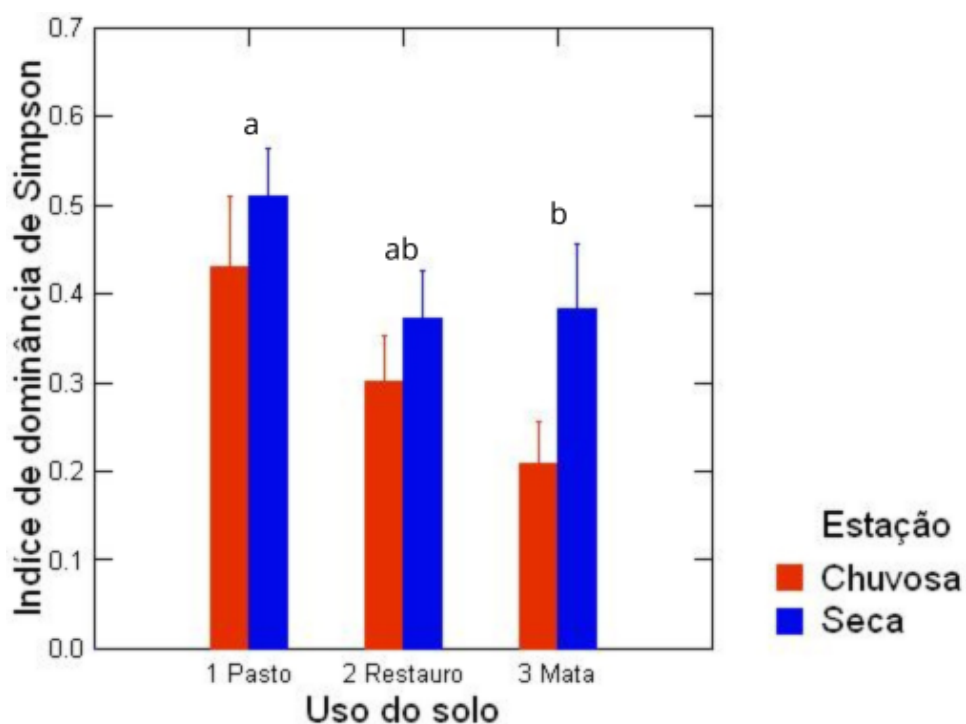


Figura 7 - Índice de dominância de Simpson (média + erro padrão) para os usos do solo nas duas estações. Letras iguais representam diferenças não-significativas conforme o teste de Tukey ($p > 0,05$).

Para o índice de diversidade de Shannon, não houve interação entre a diversidade encontrada em cada um dos usos em diferentes estações do ano, nem para os efeitos principais de usos do solo (Tabela 14). O efeito da estação do ano foi significativo, com maior diversidade na estação chuvosa (Figura 8).

Tabela 14 - Análise de Variância de Medidas Repetidas para o índice de diversidade de Shannon

Entre objetos				
	gl	QM	F	P
Usos	2	0,418	3,551	0,055
Erro 1	15	0,118		
Dentro de Objetos				
	gl	QM	F	P
Estação	1	0,915	11,103	0,005
Estação x Usos	2	0,079	0,955	0,407
Erro 2	15	0,082		

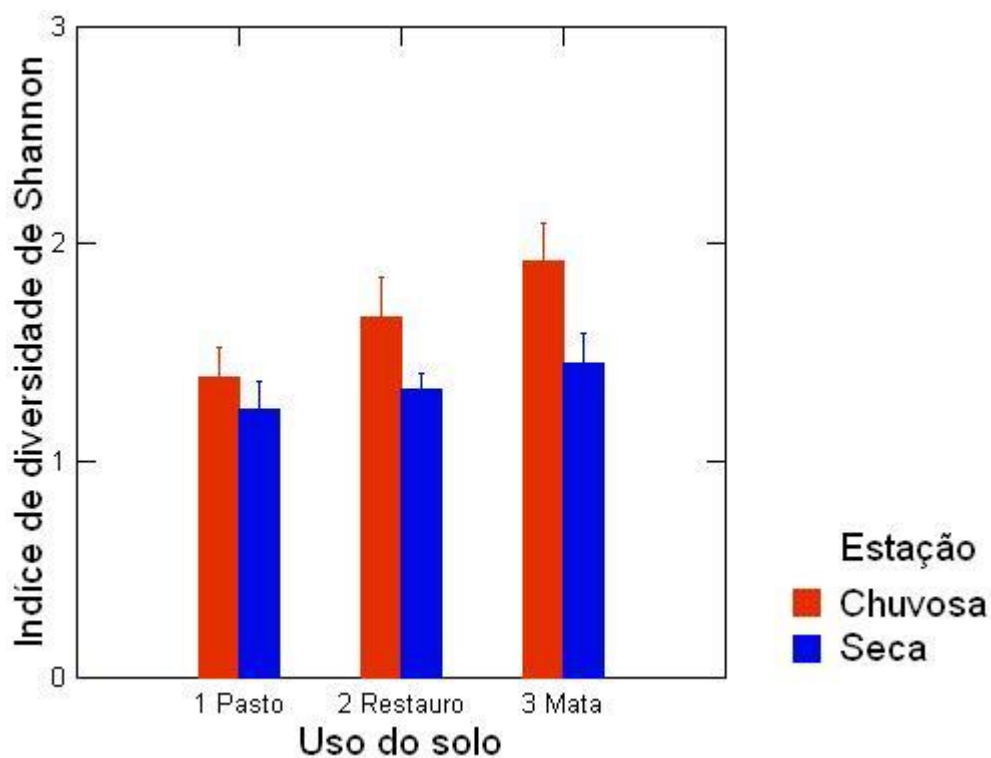


Figura 8 - Índice de diversidade de Shannon (média +erro padrão) para os usos do solo nas duas estações.

A partir das análises, observou-se que não há diferença entre os usos do solo e as estações de coleta para a riqueza de gêneros, nem a total e nem a riqueza estimada por Chao 1. Entretanto, houve maior abundância e dominância de formigas no pasto em relação à mata, com valores intermediários no restauração, apesar de não haver diferenças no índice de diversidade de Shannon entre usos do solo. A maior dominância de alguns gêneros no pasto reflete-se também nas diferenças entre usos observadas na composição de espécies com o índice de Bray-Curtis, que considera as abundâncias de cada gênero.

Os gêneros com maior abundância no pasto foram *Pheidole* e *Dorymyrmex*. A abundância de *Pheidole* foi cerca de três vezes maior no pasto que na mata e no restauração, resultando em grande dominância neste ambiente. Como discutido anteriormente, *Pheidole* é bastante generalista, tanto em relação à alimentação quanto aos locais para nidificação, sendo capaz de utilizar ampla gama de recursos no ambiente. Por outro lado, *Dorymyrmex* ocorre mais frequentemente em ambientes abertos (CUEZZO & GUERRERO, 2012), sendo uma predadora altamente competitiva, que também ocorre frequentemente em plantações (Souza et al. 2010). Em nosso estudo, este gênero foi encontrado predominantemente nas coletas do pasto, com apenas três indivíduos no restauração e nenhum na mata.

Em relação às estações do ano, foi encontrada maior diversidade e menor dominância na estação chuvosa em relação à estação seca, apesar de não haver diferenças na riqueza taxonômica. Numa revisão recente, Queiroz, et al. (2023) encontraram maior abundância e riqueza de espécies na estação chuvosa em relação à seca, especialmente no Cerrado e Mata Atlântica, apesar de outros estudos (GOMES, et al., 2014; MARQUES, et al., 2017) terem encontrado o padrão oposto. Apesar de não termos encontrado diferenças na riqueza taxonômica ou na abundância, nossos resultados se alinham com as análises de Queiroz, et al. (2023), pois a maior diversidade verificada na estação chuvosa deve-se à menor dominância por diferentes gêneros de formigas em todas as áreas estudadas. Assim, as condições microclimáticas mais favoráveis na estação chuvosa, junto com maior disponibilidade de recursos especialmente de alimentação, pode ter possibilitado aumento das populações de diferentes gêneros (e.g., VAN DIJK, et al., 2024), reduzindo assim a dominância e aumentando a diversidade, mesmo sem alteração na riqueza taxonômica.

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivos, avaliar se há diferença entre as comunidades de formigas em área de pasto, floresta em restauração e remanescente de floresta estacional semidecídua e em cada uma das áreas analisadas nos períodos de chuva e seca. Esperava-se encontrar diferenças entre os usos, tendo em vista a influência da estrutura da vegetação e dos recursos presentes em uma determinada área na estrutura de comunidades de formigas e esperava-se que as diferenças diferissem entre estações do ano, principalmente na estação seca.

Os resultados obtidos demonstraram que há diferenças significativas entre as comunidades de formiga em áreas de pasto, restauro e remanescente (mata), principalmente quando tratamos da composição das comunidades, a abundância e a dominância. Quando tratamos da composição, o restauro e a mata diferem do pasto, mostrando a tendência da área restaurada a se tornar mais próxima à área de referência, outros indicadores como a abundância e a dominância mostram que o restauro não difere da mata e do pasto, possuindo índices intermediários que indicam que a área está em processo de sucessão e os estudos devem ser realizados por mais tempo. Além disso, a proximidade das áreas pode influenciar a dinâmica das comunidades no restauro que está entre o pasto e a mata (geograficamente), estudos que analisem a paisagem mostrariam a importância de se conhecer o entorno da área do restauro para entender os possíveis impactos disso em seu desenvolvimento.

Tratando-se da sazonalidade, ao contrário do esperado, não houve interação entre os usos da terra e as estações do ano, exceto para a análise qualitativa da composição. De modo geral, no período de seca o índice de dominância foi maior, fazendo com que a diversidade (índice de Shannon) tenha sido menor, a dominância de espécies pode estar atrelada a diferença amostral e à mudança na dinâmica no período de seca com a diminuição dos recursos disponíveis. Na análise qualitativa da composição, maiores diferenças entre o uso da terra foram encontradas, possivelmente devido aos maiores efeitos climáticos nos padrões de atividade dos organismos.

Assim, o entendimento das dinâmicas sazonais é importante e deve ser considerado nas análises tendo em vista que a época de coleta de dados pode influenciar os resultados obtidos. Ademais, o uso das formigas como bioindicadores é importante para avaliar a qualidade dos ecossistemas e para avaliar a evolução e sucesso de restauros, podendo contribuir para tomadas de decisões.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, M. J. A new method for non parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecol.** 26, 32–46. 2001. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x>
- ALONSO, L. E. & AGOSTI, D. Biodiversity studies, monitoring, and ants: an overview. *In*: AGOSTI, D., MAJER, J. D., ALONSO, L. E. & SCHULTZ, T. R. (eds). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biological diversity*. Washington D. C.: **Smithsonian Institution Press**, 2000.
- BACCARO, F. B., FEITOSA, R. M., FERNÁNDEZ, F., FERNANDES, I. O., IZZO, T. J., SOUZA, J. D. & SOLAR, R. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil**. Manaus: Editora INPA, 2015, 388.
- BROWN, G.R. & MATTHEWS, I.M. A review of extensive variation in the design of pitfall traps and a proposal for a standard pitfall trap design for monitoring ground-active arthropod biodiversity. **Ecol. Evol.** 6, 3953–3964, 2016. <https://doi.org/10.1002/ece3.2176>
- CALDERANO FILHO, B., SANTOS, H. G., FONSECA, O. O. M., PRIMAVESI, O., PRIMAVESI, A. C., **Os solos da Fazenda Canchim, Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste, São Carlos, SP**: Levantamento Semidetalhado, Propriedades e Potenciais. Embrapa-CPPSE, São Carlos, 1998.
- CAMACHO, G. P., FRANCO, W., BRANSTETTER, M. G., PIE, M. R., LONGINO, J. T., SCHULTZ, T. R. & FEITOSA, R. M. UCE Phylogenomics Resolves Major Relationships Among Ectaheteromorph Ants (Hymenoptera: Formicidae: Ectatomminae, Heteroponerinae): A New Classification For the Subfamilies and the Description of a New Genus, **Insect Systematics and Diversity**, v.6, ed.1, January 2022, 5, <https://doi.org/10.1093/isd/ixab026>
- CASIMIRO, M. S., SANSEVERO, J. B. & QUEIROZ, J. M. What can ants tell us about ecological restoration? A global meta-analysis. **Ecological Indicators**, 102, 593-598, 2019. doi: 10.1016/j.ecolind.2019.03.018
- CASTILHO, G. A., NOLL, F. B., DA SILVA, E. R. & DOS SANTOS, E. F. Diversidade de Formicidae (Hymenoptera) em um fragmento de Floresta Estacional Semidecídica no Noroeste do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, [S. l.], v. 9, n. 2, 2011.
- CASTRO SOLAR, R. R., BARLOW, J., ANDERSEN, A. N., SCHOEREDER, J. H., BERENQUER, E., FERREIRA, J. N., & GARDNER, T. A. Biodiversity consequences of land-use change and forest disturbance in the Amazon: A multi-scale assessment using ant communities. **Biological Conservation**, 197, 98-107, 2016.
- CLARKE, K. R.. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Aust. J. Ecol.** 18, 117–143, 1993. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>
- CUEZZO, F., & GUERRERO, R. J. The ant genus *Dorymyrmex* Mayr (Hymenoptera: Formicidae: Dolichoderinae) in Colombia. **Psyche: A Journal of Entomology**, 2012(1), 516058.

DANTAS, A., MENEZES, R. F., RIBEIRO-NETO, J. D. et al. Rainy season decreases ground-dwelling ant richness, but increases the difference in species composition in a tropical relictual mountain forest. **Trop Ecol** 65, 609–618, 2024. <https://doi.org/10.1007/s42965-024-00344-x>.

DIAS, H. C. T., FIGUEIRA, M. D., SILVEIRA, V., FONTES, M. A. L., OLIVEIRA FILHO, A. T. de, SCOLFORO, J. R. S. Variação temporal de nutrientes na serapilheira de um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, MG. **Cerne**, v. 8, n. 2, p. 1-16, 2002.

EDWARDS, D. P., & CERULLO, G. R. Biodiversity is central for restoration. **Current Biology**, 34(9), R371-R379, 2024.

FEITOSA, R. M., & DIAS, A. M. An illustrated guide for the identification of ant subfamilies and genera in Brazil. **Insect Systematics & Evolution**, 55(5), 451-571, 2024.

KAROLAK, M., & FIEDLER, K. Reassembly of ground-dwelling ant communities in reforestation plots in SW Costa Rica. **Insectes Sociaux**, 71(3), 283-293, 2024.

MAGURRAN, A. E. **Measuring Biological Diversity**. Blackwell Science Ltd. UK, 2004.

MARQUES, T., ESPÍRITO-SANTO, M., NEVES, F., & SCHOEREDER, J. Ant Assemblage Structure in a Secondary Tropical Dry Forest: The Role of Ecological Succession and Seasonality. **Sociobiology**, 64, 261-275, 2017. <https://doi.org/10.13102/SOCIOBIOLOGY.V64I3.1276>

MARTINS, Sebastião Venâncio; RODRIGUES, Ricardo Ribeiro. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Brazilian Journal of Botany**, v. 22, p. 405-412, 1999.

POORTER, L., Craven, D., JAKOVAC, C. C., VAN DER SANDE, M. T., AMISSAH, L., BONGERS, F., ... & HÉRAULT, B. Multidimensional tropical forest recovery. **Science**, 374(6573), 1370-1376, 2021.

QUEIROZ, A. C. M., MARQUES, T. G., RIBAS, C. R., CORNELISSEN, T. G., NOGUEIRA, A., SCHMIDT, F. A., FEITOSA, R. M., SOBRINHO, T. G., QUINET, Y., BACCARO, F. B., ULYSSÉA, M. A., VARGAS, A.B., MORINI, M. S. C, SOUZA, J. L. P., PAOLUCCI, L. N., DÁTILLO, W., DEL-CLARO, K., LANGE, D., SANTOS, J. C., SILVA, R.R., CAMPOS, R. B. F., ALBUQUERQUE, E.Z., IZZO, T., RABELLO, A. M., SOLAR, R. R. C., SOARES, S. A., CARVALHO, K. S., MORAES, A. B., TOREZAN-SILINGARDI, H. M., NAHAS, L., DOS SANTOS, I. A., COSTA-MILANEZ, C. B., ESTEVES, F., FRIZZO, T., HARADA, A. Y., DAROCHA, W. & DIEHL-FLEIG, E. Ant diversity decreases during the dry season: A meta-analysis of the effects of seasonality on ant richness and abundance. **Biotropica** 55:29–39, 2023.

ROLIM, G. de S., CAMARGO, M. B. P. de, LANIA, D. G. & MORAES, J. F. L. de. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia** 66, 711–720, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000400022>

ROMANELLI, J. P., MELI, P., SANTOS, J. P. B., JACOB, I. N., SOUZA, L. R., Rodrigues, A. V., & RODRIGUES, R. R. Biodiversity responses to restoration across the Brazilian Atlantic Forest. **Science of the Total Environment**, 821, 153403, 2022.

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

SOUZA, D. R., STINGEL, E., Stingel, ALMEIDA, L. C. D., MUNHHAIE, C. B., MAYHÉ-NUNES, A. J., BUENO, O. C., & MORINI, M. S. C. Ant diversity in a sugarcane culture without the use of straw burning in southeast, São Paulo, Brazil. **American Journal of Agricultural and Biological Science**, v. 5, n. 2, p. 183-188, 2010.

SOUSA JUNIOR, J. G., DEMATTÊ, J. A. M., ARAÚJO, S. R. Modelos espectrais terrestres e orbitais na determinação de teores de atributos dos solos: Potencial e custos. **Bragantia** 70, 610–621, 2011. <https://doi.org/10.1590/s0006-87052011000300017>

UNDERWOOD, A. Experiments in Ecology: Their Logical Design and Interpretation Using Analysis of Variance. **Cambridge University Press**, Cambridge, 1997.

VAN DIJK, L. J., FISHER, B. L., MIRALDO, A., GOODSSELL, R. M., IWASZKIEWICZ-EGGEBRECHT, E., RAHARINJANAHARY, D. & TACK, A. J. Temperature and water availability drive insect seasonality across a temperate and a tropical region. **Proceedings of the Royal Society B**, 291, 20240090, 2024.

VELOSO, H. P. et al. (Org.). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE/Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1992. 93p.