

UFRRJ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

DISSERTAÇÃO

**ESTRUTURA DE COMUNIDADE DE FORMIGAS DA SERAPILHEIRA: A
INFLUÊNCIA DAS ESPÉCIES DE ÁRVORES E TÉCNICAS DE
AMOSTRAGEM**

Paula Ferreira Grossi

2022



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

ESTRUTURA DE COMUNIDADE DE FORMIGAS DA SERAPILHEIRA: A

INFLUÊNCIA DAS ESPÉCIES DE ÁRVORES E TÉCNICAS DE

AMOSTRAGEM

PAULA FERREIRA GROSSI

Sob a Orientação do Professor

Jarbas Marçal de Queiroz

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal, Área de Concentração em Biodiversidade Animal.

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

Ficha catalográfica elaborada com os dados fornecidos pelo autor

G878e Grossi , Paula Ferreira, 1994-
Estrutura de comunidade de formigas da
serapilheira: a influência das espécies de árvores e
técnicas de amostragem / Paula Ferreira Grossi . -
Rio de Janeiro, 2022.
30 f.: il.

Orientador: Jarbas Marçal de Queiroz.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Biologia Animal, 2022.

1. Ecologia. 2. Conservação. I. Queiroz, Jarbas
Marçal de, 1968-, orient. II Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro. Biologia Animal III. Título.

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



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL



TERMO Nº 1144 / 2022 - PPGBA (12.28.01.00.00.00.42)

Nº do Protocolo: 23083.068791/2022-11

Seropédica-RJ, 07 de novembro de 2022.

PAULA FERREIRA GROSSI

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre(a)** no Programa de Pós Graduação em Biologia Animal, Área de Concentração em Biodiversidade Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 04/11/2022

Conforme deliberação número 001/2020 da PROPPG, de 30/06/2020, tendo em vista a implementação de trabalho remoto e durante a vigência do período de suspensão das atividades acadêmicas presenciais, em virtude das medidas adotadas para reduzir a propagação da pandemia de Covid-19, nas versões finais das teses e dissertações as assinaturas originais dos membros da banca examinadora poderão ser substituídas por documento(s) com assinaturas eletrônicas. Estas devem ser feitas na própria folha de assinaturas, através do SIPAC, ou do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e neste caso a folha com a assinatura deve constar como anexo ao final da tese/dissertação.

JARBAS MARÇAL DE QUEIROZ (Orientador)

JAYME MAGALHÃES SANTANGELO

FERNANDA AVELINO CAPISTRANO DA SILVA (UniãoJosé)

(Assinado digitalmente em 07/11/2022 17:44)
JARBAS MARÇAL DE QUEIROZ
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
PPGCAF (12.28.01.00.00.00.00.27)
Matricula: 1356331

(Assinado digitalmente em 08/11/2022 21:54)
JAYME MAGALHAES SANTANGELO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptC Amb (12.28.01.00.00.00.00.29)
Matricula: 1728466

(Assinado digitalmente em 07/11/2022 13:36)
FERNANDA AVELINO CAPISTRANO DA SILVA
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 100.003.827-01

Para verificar a autenticidade deste documento entre em
<https://sipac.ufrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: **1144**, ano: **2022**, tipo: **TERMO**, data de emissão: **07/11/2022** e o código de verificação: **bd1e577e27**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais,
Jorge Luiz e Sonia Maria, que muito me incentivaram e apoiaram.

AGRADECIMENTOS

Meu orientador Jarbas Marçal de Queiroz.

A equipe do Laboratório de Ecologia e Conservação de Formigas.

Aos professores e ao coordenador Gerson da pós-graduação em Biologia Animal.

Ao professor Rodrigo Feitosa e sua equipe.

A banca examinadora.

Aos meus pais Jorge Luiz e Sonia Maria, meu marido Paulo Felipe, minha irmã Georgia, meu cunhado Fernando e minha sobrinha Daniela.

Aos meus amigos (em especial Ricardino, Eder, Adriano, Oséias e Carlos).

Ao Boo e Luke (in memoriam).

RESUMO

GROSSI, Paula Ferreira. **Estrutura de comunidade de formigas da serapilheira: a influência das espécies de árvores e técnicas de amostragem.** 2022. 30p Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2022.

Entre os organismos que são encontrados na serapilheira, as formigas se destacam pela sua abundância, frequência e diversidade. A serapilheira é fonte de alimento e abrigo para muitas espécies de formigas. Em florestas, a quantidade e qualidade da serapilheira devem variar temporalmente e espacialmente. Essas variações estão ligadas à fenologia das diferentes espécies de árvores encontradas nas florestas tropicais. A presente pesquisa teve como objetivo verificar se o padrão de diversidade da assembleia de formigas sob a copa de diferentes espécies de árvores usadas em área reflorestada na Mata Atlântica é influenciado pela técnica de coleta. As técnicas utilizadas para coleta das formigas foram o extrator de Winkler e a armadilha de queda (*pitfall*). Foram capturadas 54 espécies e 23 gêneros de formigas em um total de 44 amostras de cada técnica. O efeito da técnica de coleta sobre a riqueza de espécies foi marginalmente significativa, mas não houve efeitos das espécies de árvore e nem um efeito da interação entre árvores e técnica de coleta. A composição das assembleias de formigas nas amostras foi influenciada tanto pela espécie de árvore quanto pela técnica de coleta, mas não houve entre os dois fatores. Diferentes espécies de árvores utilizadas no reflorestamento da Mata Atlântica contribuem para o aumento da diversidade de espécies de formigas na interface solo-serapilheira. A associação de técnicas de coleta se demonstra adequada para avaliar a riqueza e composição de formigas do local estudado, corroborando com a literatura.

Palavras-chave: Filtros ambientais, fenologia, mirmecologia, Reserva Ecológica de Guapiaçu, Mata Atlântica.

ABSTRACT

GROSSI, Paula Ferreira. **Litter ant community structure: the influence of tree species and sampling techniques**. 2022. 30p Dissertation (Master Science in Animal Biology). Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2022.

Among the organisms found in the leaf litter, such as ants stand out for their abundance, frequency and diversity. Litter is a source of food and shelter for many ant species. In forests, litter quantity and quality must vary temporally and spatially. These variations vary among different species of tropical plants. The present research aimed to verify the pattern of diversity of the forms of collection under the canopy of different species of trees used in reforested areas in the Atlantic Forest is influenced by the collection technique. The techniques used to collect the ants were the Winkler extractor and the pitfall trap. A total of 54 species and 23 genera of forms were captured in a total of 44 samples of each technique. The effect of collection technique on species richness was marginally significant, but there was no effect of collection species and no effect of the interaction between trees and collection technique. The composition of the assemblages of forms in the samples was influenced by both the tree species and the collection technique, but there was no difference between the two factors. Different tree species used in the reforestation of the Atlantic Forest contribute to the increase in the diversity of ant species at the soil-litter interface. The collection association proves to be adequate for evaluating the richness and composition of the studied techniques, corroborating the literature.

Keywords: Environmental filters, phenology, myrmecology, Reserva Ecológica de Guapiaçu, Atlantic Forest.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. MATERIAL E MÉTODOS	12
Área de estudo.....	12
Método do estudo.....	13
Técnicas de coleta dos artrópodes	14
Análise de dados	16
3. RESULTADOS	17
4. DISCUSSÃO	24
5. CONCLUSÕES	26
6. Referências	27

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica brasileira foi severamente impactada durante os últimos 500 anos e projetos de recuperação da cobertura florestal são essenciais para a manutenção da biodiversidade e de processos ecossistêmicos importantes. Uma das estratégias empregadas para a recuperação florestal é o plantio de árvores de espécies nativas. As características de cada espécie escolhida para o plantio podem afetar a fauna de diversos modos e entender essas interações é importante para o manejo do processo de restauração.

Nas florestas tropicais há uma variedade de organismos que vivem na interface solo-serapilheira e que são importantes para o funcionamento do ecossistema florestal (ANDRADE *et al.*, 2003). Entre os organismos que são encontrados na serapilheira, as formigas se destacam pela sua abundância, frequência e diversidade (BACCARO *et al.*, 2015).

Os invertebrados vêm sendo estudados como bioindicadores de mudanças ecológicas após perturbações ambientais (BAGLIANO, 2012), sendo as formigas um dos grupos mais estudados por sua abundância e facilidade de amostragem (ANDERSEN & MAJER 2004). A riqueza e diversidade das espécies de formigas tendem a aumentar de acordo com a complexidade ambiente, pela maior disponibilidade de nichos presentes. Deste modo, a diversidade das formigas pode revelar o nível de qualidade ambiental da quais intervenções podem ser determinadas para manter, recuperar ou restaurar a saúde ambiental. (WINK *et al.*, 2005) sendo cada vez mais utilizadas em programas de avaliação, conservação e manejo ambiental. (SILVA & BRANDÃO, 1999)

Espécies de formigas que habitam o solo são componentes importantes da teia alimentar marrom, pois participam do processo de ciclagem de nutrientes através da decomposição da matéria orgânica da serapilheira e são consideradas engenheiras de ecossistemas por sua capacidade de manter ou restaurar a qualidade do solo. (DONOSO *et al.*, 2010, FOLGARAIT, 1998, LOBRY DE BRUYN, 1999).

Em florestas, a quantidade e qualidade da serapilheira podem variar temporal e espacialmente devido a fenologia das espécies arbóreas (PINTO *et al.*, 2008). Essas variações estão ligadas a sazonalidade e sua relação com condições ambientais, como temperatura, luz e umidade das diferentes espécies de árvores encontradas nas florestas

tropicais (ANDRADE *et al.*, 2003). A ecologia das formigas prevê possíveis efeitos das características das árvores nas formigas que habitam o solo (KASPARI, 2000). A serapilheira é fonte de alimento e abrigo para muitas espécies de formigas e estudos sobre a diversidade de formigas que habitam o solo mostraram a importância da serapilheira para os padrões na estrutura dessa comunidade (*e.g.* VARGAS *et al.*, 2007). Desta maneira, o estudo dos efeitos das espécies de árvores sobre as formigas que vivem na serapilheira pode ser relevante para a compreensão dos fatores que estruturam as comunidades desses organismos que participam da teia alimentar responsável pela decomposição da matéria orgânica (DONOSO *et al.*, 2010, 2013). Os ecossistemas florestais em regiões tropicais dependem da reciclagem da matéria orgânica como fonte de nutrientes para o crescimento da vegetação.

Vários métodos podem ser utilizados para o estudo dos organismos que compõem a teia alimentar de artrópodes que participam da reciclagem da matéria orgânica. Para determinar as técnicas de coleta de organismos ideais para seus objetivos é necessária muita cautela para que se utilize a mais indicada para o trabalho a ser realizado, tendo em vista que são tendenciosas e com isto podem não alcançar o objetivo do estudo. Os extratores de Winkler vem sendo muito utilizados em estudos de comunidades de formigas; a serapilheira primeiro é coletada e peneirada para remover folhas e galhos grandes da amostra; a amostra peneirada é então colocada no extrator de Winkler para obtenção das formigas (DELABIE *et al.*, 2000). A captura com as armadilhas de queda (*pitfall*) envolve a colocação de recipientes abertos no chão, os animais caem involuntariamente nessas armadilhas onde são mortos e preservados. Este método é usado para estimar a abundância e composição de espécies de formigas ativas da superfície do solo em uma área e tende a coletar espécies com maior mobilidade no ambiente (VARGAS *et al.*, 2007). A metodologia de extratores de Winkler tende a amostrar as espécies com menor mobilidade e com isso pode obter espécies que não são coletadas pelos *pitfalls*. Espécies que mais se movem tendem a cair em maior quantidade no *pitfall*, mas podem escapar se a metodologia envolve a coleta da serapilheira para posterior extração das formigas, como no uso dos extratores Winkler. Além disso, a malha da peneira utilizada para peneirar a serapilheira antes de colocar no extrator de Winkler pode limitar a passagem de espécies maiores, causando diferenças no conjunto de espécies amostrado por uma ou outra técnica (VARGAS *et al.*, 2009).

A presente pesquisa tem como objeto de estudo a estrutura da comunidade de formigas em uma área reflorestada da Mata Atlântica do Rio de Janeiro, comparando dois métodos de coleta em função de espécies de árvores utilizadas na área de reflorestamento. Nossas hipóteses de trabalho são que (1) a estruturação da comunidade de formigas é influenciada pela espécie de árvore devido a diferenças nos atributos físicos e funcionais das espécies de árvores, que podem atuar como filtros ambientais para as espécies de formigas; e (2) que estes resultados obtidos podem ser influenciados pela técnica utilizada para a amostragem da comunidade de formigas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi conduzido na Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA) situada no município de Cachoeiras de Macacu, RJ ($22^{\circ} 27' 14.8608''\text{S}$, $42^{\circ} 46' 12.9678''\text{W}$) (Figura 1). A Reserva é uma organização não-governamental e tem se empenhado na proteção de mais 9 mil hectares de Mata Atlântica. A vegetação da reserva consiste em uma floresta ombrófila densa permeada por algumas áreas de pastagens sob processos de restauração florestal; sua formação estende-se desde “formação de Terras baixas” à “formação Montana”, devido ao gradiente altitudinal local, que varia de 20m a 2000m acima do nível do mar (VELOSO *et al.*, 1991). A temperatura média da região é 23,1 °C, enquanto a pluviosidade anual é 1307 mm (Dados por *Climate-date.org*).

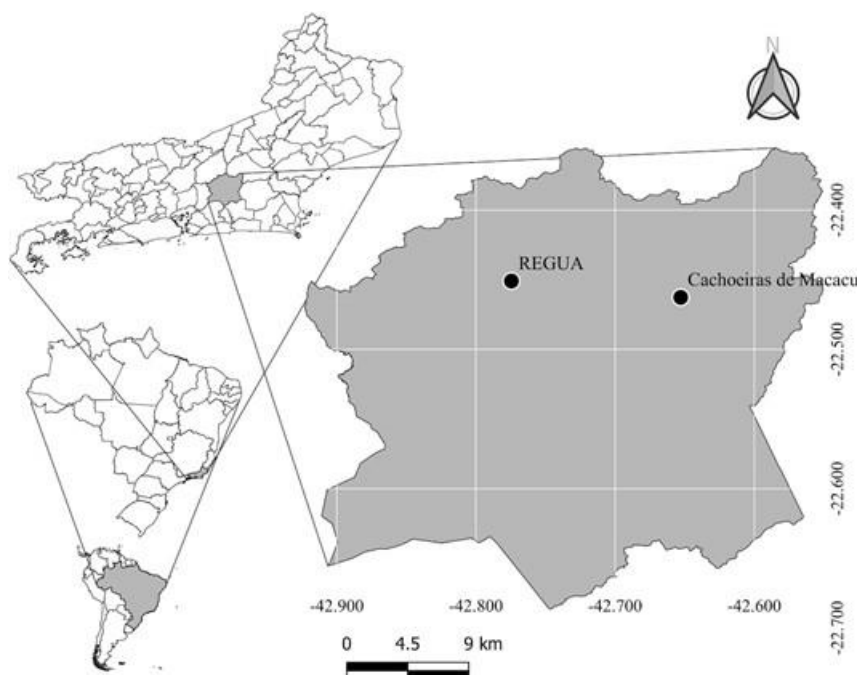


Figura1. Localização geográfica da Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA) no município de Cachoeiras de Macacu ($22^{\circ}27'3.41''\text{S}$, $42^{\circ}46'28.17''\text{O}$), estado do Rio de Janeiro, Região sudeste do Brasil.



Figura 2. A Reserva ecológica de Guapiaguçu (REGUA) está inserida no Bioma de Mata Atlântica e apresenta fitofisionomia de Floresta Ombrófila Densa com variações de altitude entre 20 e 2000 metros acima do nível do mar.

Método do estudo

Os experimentos foram desenvolvidos no mês de agosto de 2017, foi selecionada uma área de reflorestamento com aproximadamente dez anos para comparar a eficiência entre técnicas de amostragem e tomar amostras da comunidade de formigas da serapilheira a 1m de distância do tronco de 4 espécies nativas de árvores. Foram escolhidos 12 indivíduos de *Guarea guidonea* (L.) Sleumer, 11 de *Inga edulis* (Mart)., 11 de *Nectandra membranacea* (Swartz) Griseb.e 10 de *Piptadenia gonoacantha* (Mart). A escolha das espécies se deu por serem comuns em áreas reflorestadas sendo divididas em leguminosas e não leguminosas.

Inga edulis e *Piptadenia gonoacantha* são pioneiras, semidecíduas, pertencem à família Fabaceae e possuem capacidade de fixação de nitrogênio no solo por associação com bactérias e nectários extraflorais; *I. edulis* possui floração de outubro à janeiro e seus frutos amadurecem a partir de maio; *P. gonoacantha* floresce ao final do mês de outubro, podendo estender a floração até janeiro, a maturação de seus frutos ocorre de setembro à março (LORENZI, 1992; LORENZI, 1998; MARCON *et al.*, 2013; TAMASHIRO & ESCOBAR, 2016; PIREDA *et al.*, 2018); *Guarea guidonia* é pioneira, perene, pertencente à família Meliaceae, sua floração é conhecida para os meses de dezembro à março, com frutos maduros em novembro, dezembro (LORENZI, 1992; SILVA *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2020); e *Nectandra membranacea* é pioneira, perene, pertencente à família Lauraceae, floresce entre os meses de janeiro e maio, com frutos maduros de outubro a dezembro não sendo incomum que apresente floração e frutos na mesma época. (BAITELLO, 2003; MANTOVANI *et al.*, 2005; SÁ *et al.*, 2012) Foram escolhidas árvores com circunferência superior a 30 cm a altura do peito. Para garantir que a maior parte da serapilheira fosse composta por material da árvore focal.

Técnicas de coleta dos artrópodes

As técnicas utilizadas para coleta das formigas foram: extrator Winkler e armadilha de queda (*pitfall*). No Winkler as amostras de serapilheira foram obtidas em áreas de 0,25 m² para recolher a serapilheira. Primeiramente as amostras de serapilheira foram peneiradas com um tempo estabelecido de 1 minuto e 30 segundos; e depois ficaram no extrator por um período de 48h. Sendo posteriormente levadas ao laboratório para triagem e identificação do material coletado. Para os *pitfalls* (BESTELMEYER et al., 2000; SILVA et al., 2013) foram instalados no solo 44 copos de plástico de 300 ml nas mesmas localidades onde foram coletadas as amostras para a técnica do Winkler. Os *pitfalls* foram preenchidos com uma mistura de água, sal e detergente e ficaram no campo por 48h. Para fins de padronização, todas as amostras foram triadas entre um tempo mínimo de 30 minutos e um tempo máximo de 1 hora. As formigas foram montadas, morfoespeciadas. A conferencia taxonômica foi realizada pelo Dr. Rodrigo Feitosa e equipe (UFPR).



Figura 3. Processos da amostragem de formigas com auxílio de mini-Winkler. **A:** Coleta da serapilheira; **B:** Peneiração; **C:** Cabines de extração. A serapilheira coletada permaneceu por 48 horas nas cabines para a extração das formigas.



Figura 4. Amostragem de formigas com auxílio de armadilhas do tipo *pitfall*. As armadilhas ativas no local de amostragem por 48 horas.

Análise de dados

Para avaliar a influência das espécies de árvores e da técnica de coleta sobre a comunidade de formigas foram avaliadas a riqueza por amostra através de GLM, usando a distribuição de Poisson, e a composição em espécies através da PERMANOVA. As variáveis dependentes foram o número de espécies por amostra e a composição em espécies de formigas nas amostras e as espécies de árvores e a técnica de coleta foram as variáveis independentes. Também se avaliou a riqueza acumulada de espécies por técnica de amostragem e espécie de árvore. Foi realizado *Boxplot* para visualizar a riqueza de espécies por amostra em função das técnicas de amostragem e espécies de árvores, e NMDS para comparar a composição em espécies das comunidades.

3. RESULTADOS

Foram capturadas 54 espécies e morfoespécies de 23 gêneros de formigas. Os gêneros mais ricos em espécie foram *Pheidole* (Westwood, 1839) e *Solenopsis* (Westwood, 1840). O grupo de predadoras epigeicas generalistas foi o mais rico com 20 espécies. Quarenta e cinco espécies foram obtidas com as amostras de *pitfall* e 34 espécies pela técnica do Winkler (Tabela 1).

As curvas de acumulação de espécies evidenciaram que a diversidade é semelhante tanto entre as duas técnicas de amostragem quanto entre as diferentes espécies de árvores (Figura 3 e 5). Não houve efeito das espécies de árvores ou das técnicas de coleta sobre a riqueza de espécies por amostra (Figura 4, Tabela 2). Entretanto, para a técnica de Winkler, houve tendência de menor riqueza em relação ao *pitfall*. Também não houve interação entre identidade da árvore e técnica de coleta sobre a riqueza de espécies de formigas (Tabela 2).

Em relação a composição em espécies de formigas, houve efeito significativo da técnica de coleta e da identidade da árvore (Figura 6, Tabela 3). Houve uma separação bem nítida (Figura 6 A) em relação ao efeito da técnica de coleta sobre a composição de espécies de formigas. Por exemplo, *Rogeria scobinata* (Kugler, C., 1994), *Strumigenys* spp. (Smith, F., 1860) e *Hypoponera* spp. (Santschi, 1938) foram mais frequentes nas amostras com extrator de Winkler, enquanto *Ectatomma permagnum* (Forel, 1908), *Brachymyrmex admotus* (Mayr, 1887), *Pachycondyla harpax* (Fabricius, 1804), *Pheidole subarmata* (Mayr, 1884) e *Linepithema neotropicum* (Wild, 2007) foram mais frequentes nas amostras com *pitfalls* (Tabela 1). Já as diferenças nas frequências das espécies de formigas em relação à espécie da árvore, embora sejam significativas, o padrão é mais sutil e até mesmo difícil de ser visualizado na análise de NMDS realizada (Figura 6 B).

Tabela 1. Frequência de ocorrência de diferentes formigas por espécies de árvores e técnicas de coleta. (IE= *Inga edulis*; PG= *Piptadenia gonoacantha*; GG= *Guarea guidonia*; NM = *Nectandra membranacea*).

Espécies	Pitfall	Winkler	IE	PG	GG	NM
<i>Camponotus crassus</i>	1	0	0	1	0	0
<i>Camponotus</i> sp1	1	0	0	1	0	0
<i>Cephalotes pusillus</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Atta sexdens</i>	2	0	0	0	2	0
<i>Cyphomyrmex</i> sp1	5	3	1	1	4	2
<i>Cyphomyrmex major</i>	8	2	2	2	3	3
<i>Mycetarote parallelus</i>	1	0	0	0	1	0
<i>Mycocepurus goeldii</i>	3	1	0	1	1	2
<i>Mycocepurus smithii</i>	1	0	0	0	1	0
<i>Rogeria scobinata</i>	4	13	8	2	4	3
<i>Wasmannia affinis</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Wasmannia auropunctata</i>	1	2	0	1	1	1
<i>Neoponera verena</i>	2	0	1	0	1	0
<i>Strumigenys denticulata</i>	4	10	5	0	2	7
<i>Strumigenys eggersi</i>	1	10	0	5	3	3
<i>Strumigenys elongata</i>	0	1	1	0	0	0
<i>Strumigenys subdentata</i>	3	4	2	0	0	5
<i>Wasmannia affinis</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Wasmannia auropunctata</i>	1	2	0	1	1	1

<i>Ectatomma permagnum</i>	9	0	2	2	3	2
<i>Megalomyrmex drifti</i>	0	2	1	0	1	0
<i>Odontomachus bauri</i>	3	0	1	1	1	0
<i>Pachycondyla harpax</i>	14	1	4	2	4	5
<i>Pachycondyla</i> sp	1	0	1	0	0	0
<i>Pheidole mendicula</i>	2	1	3	0	0	0
<i>Pheidole sensitiva</i>	1	0	0	0	1	0
<i>Pheidole</i> sp1	1	0	0	0	1	0
<i>Pheidole</i> sp2	8	1	2	2	2	3
<i>Pheidole</i> sp3	1	0	1	0	0	0
<i>Pheidole subarmata</i>	20	5	5	7	10	3
<i>Solenopsis</i> sp1	0	3	0	2	1	0
<i>Solenopsis</i> sp2	7	7	4	2	1	7
<i>Solenopsis</i> sp3	6	1	4	1	1	1
<i>Solenopsis</i> sp4	0	1	1	0	0	0
<i>Solenopsis</i> sp5	1	5	1	1	1	3
<i>Solenopsis</i> sp6	0	3	1	0	0	2
<i>Solenopsis</i> sp7	19	30	13	9	12	15
<i>Solenopsis</i> sp (rainha)	1	4	1	0	1	3
<i>Hypoponera</i> sp1	1	1	1	1	0	0
<i>Hypoponera</i> sp2	2	1	2	0	1	0
<i>Hypoponera</i> sp3	0	1	1	0	0	0
<i>Hypoponera</i> sp4	0	13	4	3	3	3
<i>Labidus praedator</i>	2	0	0	1	1	0

<i>Brachymyrmex heeri</i>	4	3	1	4	0	2
<i>Brachymyrmex</i> sp2	0	3	0	2	0	1
<i>Brachymyrmex admotus</i>	17	3	3	7	5	5
<i>Linepithema neotropicum</i>	23	5	7	6	6	9
<i>Nylanderia fulva</i>	3	0	2	0	1	0
<i>Nylanderia</i> sp1	5	0	4	0	0	1
<i>Nylanderia</i> sp2	5	3	1	0	1	6
<i>Nylanderia</i> sp (rainha)	0	1	0	1	0	0
<i>Nylanderia steinheli</i>	3	3	0	0	1	5

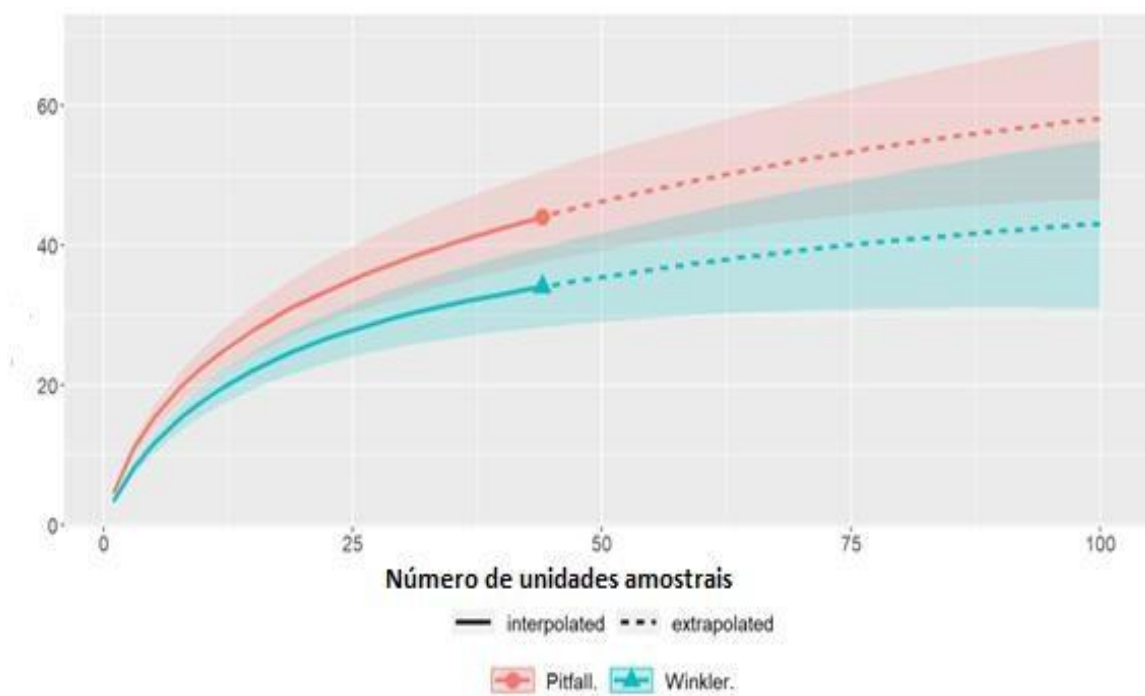


Figura 5. Curvas de acumulação de espécies de formigas por técnica de coleta. Área sombreada representa 95% intervalo de confiança.

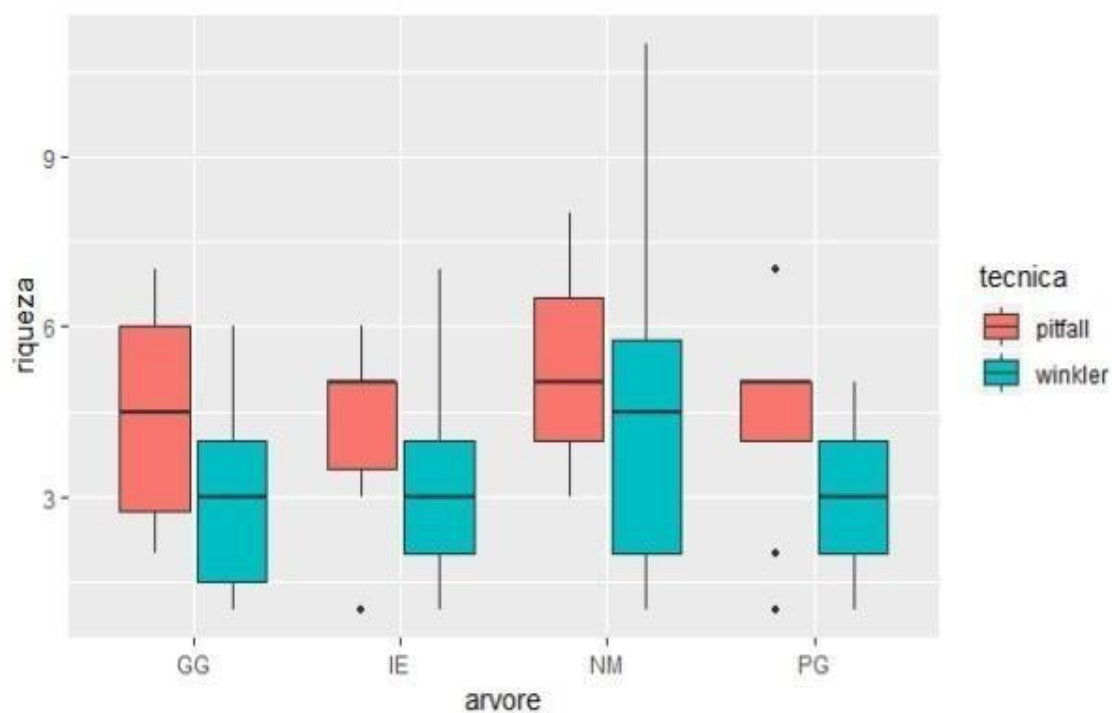


Figura 6. Riqueza de espécies de formigas por amostra de *pitfall* e Winkler por espécie de árvore. A linha central representa a mediana. GG= *Guarea guidonia*; IE= *Inga edulis*; NM = *Nectandra membranacea*; PG= *Piptadenia gonoacantha*.

Tabela 2. Análise GLM para avaliar a relação entre as diferentes técnicas e espécies de árvores.

	Estimado	Erro padrão	z	Pr(> z)
arvoreIE	-0,014085	0,201264	-0,070	0,9442
arvoreNM	0,196211	0,190977	1,027	0,3042
arvorePG	-0,007722	0,206123	-0,037	0,9701
tecnicawinkler	-0,430245	0,226912	-1,896	0,0579
arvoreIE:tecnicawinkler	0,197233	0,309019	0,638	0,5233
arvoreNM:tecnicawinkler	0,293754	0,300781	0,977	0,3287
arvorePG:tecnicawinkler	0,072858	0,336461	-0,217	0,8286

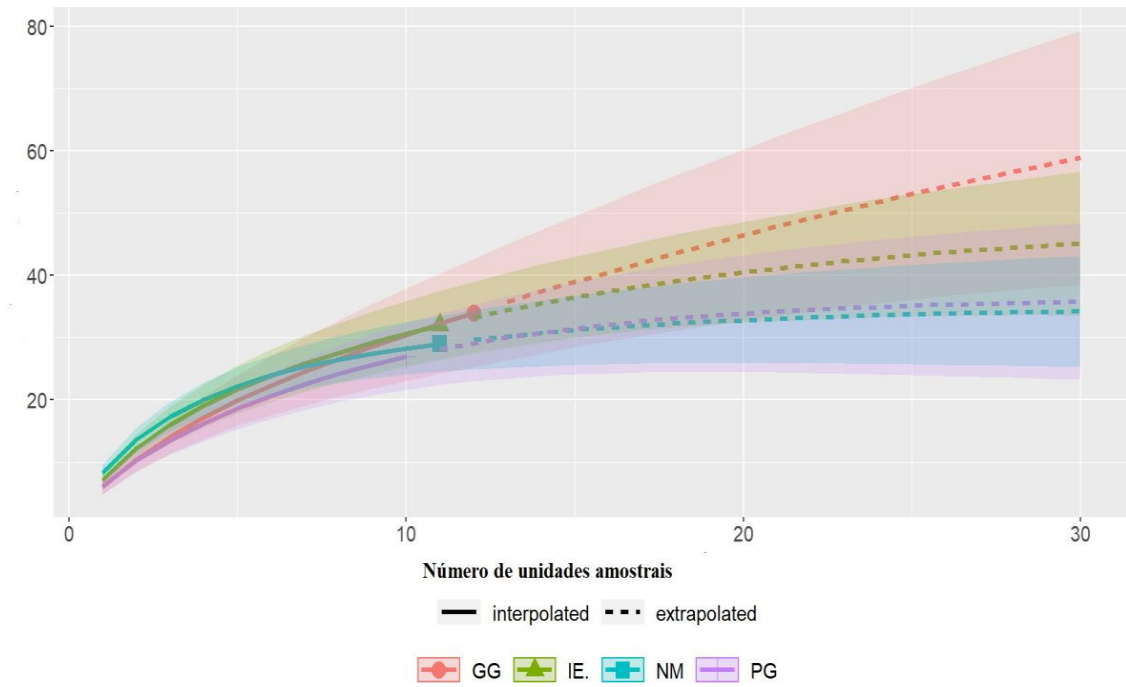
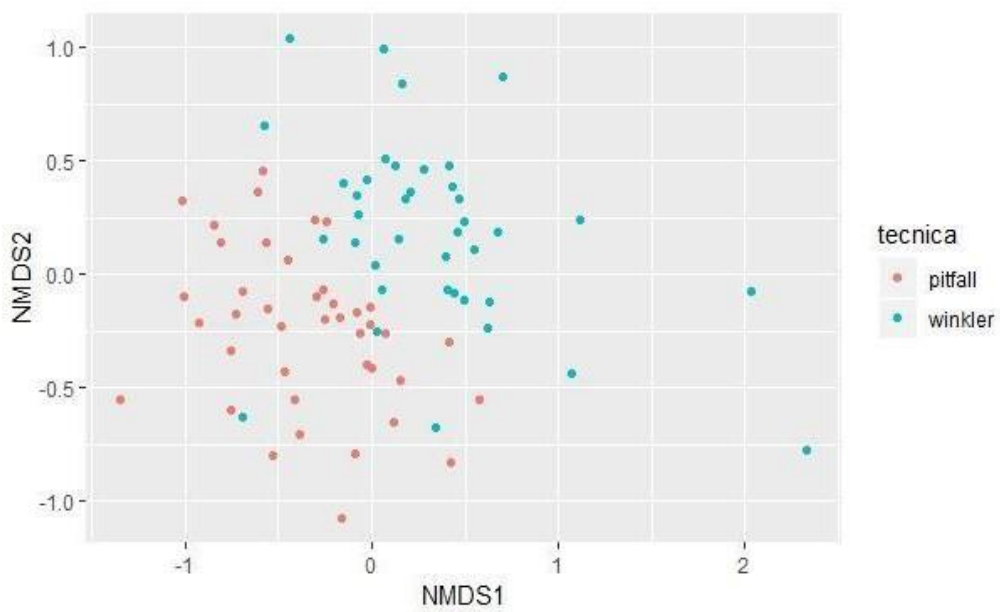


Figura 7. Curvas de acumulação de espécies de formigas por espécie de árvore. Área sombreada representa 95% intervalo de confiança. GG= *Guarea guidonia*; IE= *Inga edulis*; NM = *Nectandra membranacea*; PG= *Piptadenia gonoacantha*.

A



B

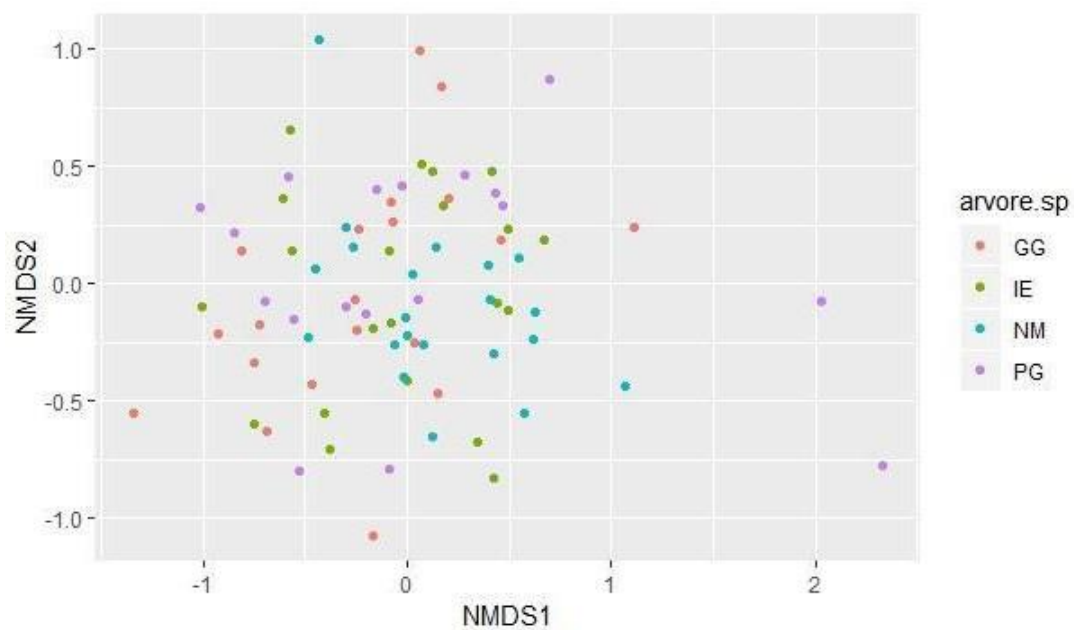


Figura 8. Ordenação de escala multidimensional não-métrica para espécies de formigas em diferentes técnicas de amostragem (A) e por espécies de árvores (B).

Tabela 3. PERMANOVA para composição de espécies de formigas. Método de Jaccard. 99 permutações.

	GL	SQ	QM	F	R2	P
Técnicas	1	2,624	2,62379	7,1014	0,07482	0,01
Árvores	3	1,581	0,52710	1,4266	0,04509	0,02
Técnicas x árvores	3	1,306	0,43546	1,1786	0,03725	0,12
Resíduos	80	29,558	0,36948		0,84284	
Total	87	35,070			1,0000	

4. DISCUSSÃO

Os resultados apresentados neste estudo corroboram parcialmente as hipóteses propostas; dos dois parâmetros investigados para a comunidade de formigas, riqueza e composição de espécies, foram observadas variações na riqueza de espécies, mas sem significância estatística, e um efeito significativo sobre a composição de espécies, tanto da espécie das árvores quanto da técnica empregada na amostragem dos organismos. Nosso resultado possivelmente tem relação com as condições do habitat que podem afetar a estrutura da comunidade de formigas (ANDERSEN, 2000; HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; NAKAMURA *et al.*, 2003) e, conseqüentemente, a frequência de cada espécie. Segundo LASSAU & HOCHULI (2004), a complexidade estrutural do ambiente afeta diretamente a estrutura das comunidades de formigas. O fator fundamental do ambiente para as formigas é a quantidade e qualidade de serapilheira (VARGAS *et al.*, 2009; NAKAMURA *et al.*, 2003). Não foi detectada interação significativa entre a identidade da árvore e a técnica de coleta, tanto sobre a riqueza de espécies quanto sobre a composição em espécies. A interação entre os dois fatores poderia ocorrer levando-se em consideração diferenças na produção da serapilheira entre as diferentes espécies de árvores e a tendência das armadilhas *pitfall* serem mais eficazes em habitats com menor estratificação da vegetação e menos serapilheira, tendo tendência de capturar espécies maiores e mais velozes (LOPES & VASCONCELOS, 2008; VARGAS *et al.*, 2009). O extrator de Winkler se mostra superior em áreas de floresta densa e que possui serapilheira mais úmida e abundante quando comparado com ambientes secos (OLSON, 1991; FISHER, 1999; KING & PORTER, 2005).

Alguns pontos sobre os métodos de coleta utilizados devem ser considerados com atenção. As armadilhas *pitfall* apresentam vantagens por ficar em operação ao longo de 48h no campo, coletando a fauna dia e noite, o que pode ter aumentado a sua eficiência na captura das formigas (ANDERSEN, 1991). Já o Winkler representa uma coleta pontual, efetuada no período diurno; vale também ressaltar que o baixo número de espécies por amostra obtido com o extrator de Winkler, comparado com outros estudos (*e.g.* VARGAS *et al.*, 2013), pode estar associado a quantidade de serapilheira peneirada que foi proveniente de amostras contendo $\frac{1}{4}$ de m² ao invés de 1 m². Por outro lado, por ser uma armadilha de queda, o *pitfall* coleta apenas as formigas em atividade na área. Devido a esta característica, alguns autores sugerem que a armadilha *pitfall* não proporciona uma amostra adequada da maioria das formigas de serrapilheira (OLSON, 1991; BESTELMEYER *et al.*, 2000).

O efeito de complementaridade entre *pitfall* e Winkler já foi notada em outros estudos (*e.g.* OLSON, 1991; DELABIE *et al.*, 2000, SOUZA, 2009), e os resultados obtidos neste estudo reforçam que ambas as técnicas devem ser utilizadas quando o objetivo é obter um levantamento mais completo das espécies de formigas de uma área. De fato, neste estudo, algumas espécies de *e.g.* *Strumigenys* spp. (Smith, F., 1860) e *Hypoponera* spp. (Santschi, 1938), foram muito mais frequentes nas amostras de Winkler do que nas armadilhas *pitfall*, possivelmente por nidificar em galhos e possuir pouca mobilidade.

Por outro lado, espécies como *Ectatommapermagnum* (Forel, 1908), *Brachymyrmex admotus* (Mayr, 1887), *Pachycondyla harpax* (Fabricius, 1804), foram muito mais frequentemente coletadas nas armadilhas *pitfall*.

As diferentes espécies de árvores não influenciaram a riqueza de espécies, mas houve efeito sobre a composição das espécies de formigas. A riqueza de espécies de formigas por amostra costuma variar mais quando os ambientes possuem uma estrutura de vegetação muito mais contrastante (*e.g.* VARGAS *et al.*, 2007; GOMES *et al.* 2013). Já a composição em espécies nas amostras pode ter ocorrido pelo efeito das características das árvores (CONCEIÇÃO-NETO *et al.* 2021), indicando que as diferenças entre as espécies de árvores são suficientes para influenciar a ocorrência das formigas, atuando como um filtro ambiental. Porém, nossos dados são oriundos de apenas uma coleta e não se pode descartar efeitos de fatores não controlados ao longo do processo de formação da comunidade de formigas na área estudada. Coletas adicionais em outras épocas do ano podem ser feitas para comprovar possíveis efeitos devido às diferenças nas fenologias das espécies de árvores estudadas.

Diferente do que ocorreu no trabalho de DONOSO *et al.*, (2010), neste trabalho houve diferença na composição em espécies das assembleias de formigas amostradas sob a copa de diferentes espécies de árvores. Isto pode se dar a variações na disponibilidade de recursos para as formigas, como a quantidade e características dos galhos, folhas; esses por sua vez podem ser influenciados pelo tamanho e cobertura da copa das árvores. Vale considerar o microclima que a árvore proporciona havendo maior ou menor iluminação, profundidade de serapilheira, podendo oferecer maior ou menor atratividade para as formigas. O fruto de *Inga edulis* pode ser utilizado pelas formigas para nidificação e *Guarea guidonia* possui frutos que atraem a fauna, incluindo as formigas (LORENZI, 1998). Seria interessante avaliar como as diferenças na composição em espécies de formigas sob a copa de diferentes espécies de árvores contribuem para possíveis diferenças na ciclagem da matéria na interface solo-serapilheira.

5. CONCLUSÕES

- a) A composição de espécies de formigas é mais variável do que a riqueza de espécies em ambiente florestal.
- b) As armadilhas *pitfall* e o extrator de Winkler podem ser usadas como técnicas complementares caso o objetivo seja um levantamento mais completo das espécies de uma área, mas produzem os mesmos resultados se o objetivo for comparar a estrutura da comunidade de formigas em função da influência em relação as diferentes espécies de árvores.
- c) Diferentes espécies de árvores utilizadas no reflorestamento da Mata Atlântica contribuem para o aumento da diversidade de espécies de formigas na interface solo-serapilheira.

6. Referências

ANDRADE, A. G. de; TAVARES, S. R. de L.; COUTINHO, H. L. da C. Contribuição da serapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 24, n. 220, p. 55-61, 2003.

ANDERSEN, AN., 2000. A global ecology of rain forest ants: Functional groups in relation to environmental stress and disturbance. In AGOSTI, D., MAJER, JD., ALONSO, LE. and SCHULTZ, TR. (Eds.). *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington: Smithsonian Institutions Press. p. 25-34

ANDERSEN, A.N. Sampling communities of ground foraging ants: pitfall catches compared with quadrat counts in an Australian tropical savanna. *Australian Journal of Ecology*, v 16, p. 273–279. 1991.

ANDERSEN, A. N.; MAJER, J. D. Ants Show the Way Down Under: Invertebrates as Bioindicators in Land Management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 2, n. 6, p. 291, ago. 2004.

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

BAGLIANO, R.V., 2012. Principais organismos utilizados como bioindicadores relatados com uso de avaliadores de danos ambientais. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, vol. 2, no. 1, pp. 28-34.

BAITELLO, J. B. Lauraceae. In: *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*. São Paulo: Fapesp/RiMa, 2003. p. 149–223.

BESTELMEYER, B. T., AGOSTI D., LEEANNE F., ALONSO T., BRANDÃO C. R. F., BROWN W. L., DELABIE J.H. C., & SILVESTRE R., 2000. Field techniques for the study of ground-living ants: An Overview, description, and evaluation, p. 122-144. 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.

CONCEIÇÃO-NETO, R.; FRANÇA, E.C.B.; FEITOSA, R.M.; QUEIROZ, J.M. 2021. Revisiting the ideas of trees as templates and the competition paradigm in pairwise analyses of ground-dwelling ant species occurrences in a tropical forest. *Revista Brasileira de Entomologia* 65(1):e20200026.

- 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.
- DONOSO DA, JOHNSTON MK, KASPARI M. 2010. Trees as templates for tropical litter arthropod diversity. *Oecologia* 164(1):201–211 DOI 10.1007/s00442-010-1607-3.
- DONOSO, D.A., JOHNSTON, M.K., CLAY, N.A., KASPARI, M., 2013. Trees as templates fortrophic structure of tropical litter arthropod fauna. *Soil Biol. Biogeochem.* 61,45–51, <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2013.02.004>.
- FISHER, B.L. 1999 Improving inventory efficiency: a case study of leaf-litter ant diversity in Madagascar. *Ecological Monographs*. 9: 714–31.
- FOLGARAIT, P. J. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity and Conservation*, v. 7, n. 9, p. 1221–1244, set. 1998.
- GOMES, D.S., ALMEIDA, F.S., VARGAS, A.B.; QUEIROZ. 2013. Resposta da assembleia de formigas na interface solo-serapilheira a um gradiente de alteração ambiental. *Iheringia*, 103(2):104-109.
- HÖLLDOBLER, B. and WILSON, EO., 1990. *The Ants* Cambridge: The Belknap Press of Harvard University. 733 p.
- KASPARI, M. A primer on ant ecology. In: AGOSTI, D. et al. (Eds.). *Ants standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington, DC.: Smithsonian Institution Press, 2000. p. 9–24.
- KING, J. R. & PORTER, S.D. 2005. Evaluation of sampling methods and species richness estimators for ants in upland ecosystems in Florida. *Environmental Entomology*. 34(6): 1566-1578.
- LASSAU, SA. & HOCHULI, DF., 2004. Effects of habitat complexity on ant assemblages. *Ecography*, vol. 27, no. 2, p. 157-164.
- LOBRY DE BRUYN, L. A. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. In: *Invertebrate Biodiversity as Bioindicators of Sustainable Landscapes*. [s.l.] Elsevier, 1999. p. 425–441.
- LOPES, C.T., VASCONCELOS, H.L., Evaluation of three methods for sampling ground-dwelling Ants in the Brazilian Cerrado. *Neotropical entomology* 37, 399–405. 2008.
- LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil*. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992.
- LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*, vol. 1. 2.ed. Nova Odessa: Plantarum, 1998.
- MANTOVANI, M. *et al.* Diversidade de espécies e estrutura sucessional de uma formação secundária da floresta ombrófila densa. *Scientia Forestalis/Forest Sciences*, n. 67, p. 14–26. 2005.

MARCON, T. R. *et al.* Guia ilustrado de Leguminosae Juss. arbóreas do Corredor de Biodiversidade Santa Maria - PR. *Biota Neotropica*, v. 13, n. 3, p. 350–373. 2013.

NAKAMURA, A., PROCTOR, H. and CATTERALL, CP., 2003. Using soil and litter arthropods to assess the state of rainforest restoration. *Ecological Management & Restoration*, vol. 4, p. 20-28. PMID:17923455. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1442-8903.4.s.3.x>

OLSON, D. M. 1991. A Comparison of the Efficacy of Litter Sifting and Pitfall Traps for Sampling Leaf Litter Ants (Hymenoptera, Formicidae) in a Tropical Wet Forest, Costa Rica. *Biotropica*, 23, 166-172.

PINTO, S.I.; MARTINS, S.V. & DIAS, H.C. 2008. Produção de serapilheira em dois estádios sucessionais de l floresta estacional semidecidual na Reserva Mata do Paraíso.

SÁ, D. *et al.* Estrutura e grupos ecológicos de um fragmento de floresta estacional semidecidual no Triângulo Mineiro, Brasil. *Caminhos de geografia*, v. 13, n. 44, p. 89–101. 2012.

SILVA, Rogério Rosa da; BRANDÃO, Carlos Roberto Ferreira. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. *Biotemas*, Florianópolis, v. 12, n. 2, p. 55-73, jan. 1999. ISSN 2175-7925. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/21777/19756>>. Acesso em: 02 mar. 2017. doi:<http://dx.doi.org/10.5007/%x>.

SILVA, B. F. *et al.* Ants Promote Germination of the Tree *Guarea guidonia* by Cleaning its Seeds. *Floresta e Ambiente*, v. 26, n. 3, e20180151. 2019.

SILVA, B. F. *et al.* Diaspore Abundance Promotes more Interaction with Ants in a Brazilian Atlantic Forest. *Floresta e Ambiente*, v. 27, n. 4, e20180238. 2020.

SOUZA, J.L.P. 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. 2009. 113 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal da Amazônia – INPA/UFAM, Manaus – AM.

TAMASHIRO, J.Y. & ESCOBAR, N.A.G.E.. Mimosoideae In: Tozzi, A.M.G.A.,*et. al.* Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. Instituto de Botânica, São Paulo, vol. 8, pp: 84-166. 2016.

VARGAS, A. B., MAYHÉ-NUNES, A. J., QUEIROZ; J. M., SOUZA, G. O. & RAMOS, E. F. (2007) Efeitos de fatores ambientais sobre a mirmecofauna em comunidade de Restinga no Rio de Janeiro, RJ. *Neotropical Entomology*, 36: 28-35. doi: 10.1590/S1519-566X2007000100004.

VARGAS, A. B. *et al.* Efeitos de fatores ambientais sobre a mirmecofauna em comunidade de restinga no Rio de Janeiro, RJ. *Neotropical Entomology*, v. 36, n. 1, p. 28–37. 2007.

VARGAS, A. B., QUEIROZ, J.M., MAYHE-NUNES, A.J., ORSOLON, G.S. & FOLLY-RAMOS, E. (2009). Teste da regra de equivalência energética para formigas de serapilheira: efeitos de diferentes métodos de estimativa de abundância em floresta ombrófila. *Neotropical Entomology*, 38: 867-870. doi: 10.1590/S1519-566X2009000600023.

VARGAS, A.B. ; MAYHE-NUNES, A. J. ; QUEIROZ, J. M. . Riqueza e composição de formigas de serapilheira na Reserva Florestal da Vista Chinesa, Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos UniFOA (Impresso)*, v. 2013, p. 85-94, 2013.

VELOSO, H. P., RANGEL FILHO, A. L. R. & LIMA, J. C. A. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambiental, Rio de Janeiro, 124 p., 1991.

WINK C, GUEDES JVC, FAGUNDES CK, ROVEDDER AP. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. *Revista de Ciências Agroveterinárias* [Internet]. 2005 [cited 2009 Sept 1];4(1): 60-71. Available from: http://rca.cav.udesc.br/rca_2005_1/wink.pdf.