

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS - UFGD
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS - FCBA

PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA - PROPP
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO
DA BIODIVERSIDADE - PPGECB

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO DA FAUNA DE FORMIGAS
(HYMENOPTERA: FORMICIDAE) ATRAÍDAS A ISCAS, NOS
PERÍODOS DIURNO E NOTURNO, NO SOLO E NA VEGETAÇÃO E
EM DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO, NA MATA ATLÂNTICA DO
PARQUE ESTADUAL MORRO DO DIABO - SP

Enedino Paulo Tiago Delfino

DOURADOS-MS

Dezembro/2020

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Enedino Paulo Tiago Delfino

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO DA FAUNA DE FORMIGAS
(HYMENOPTERA: FORMICIDAE) ATRAÍDAS A ISCAS, NOS
PERÍODOS DIURNO E NOTURNO, NO SOLO E NA VEGETAÇÃO E
EM DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO, NA MATA ATLÂNTICA DO
PARQUE ESTADUAL MORRO DO DIABO - SP

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação.

Orientador: Dr. Rogério Silvestre

Dourados-MS

Dezembro/2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

D349a Delfino, Enedino Paulo Tiago

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO DA FAUNA DE FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) ATRAÍDAS A ISCAS, NOS PERÍODOS DIURNO E NOTURNO, NO SOLO E NA VEGETAÇÃO E EM DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO, NA MATA ATLÂNTICA DO PARQUE ESTADUAL MORRO DO DIABO - SP [recurso eletrônico] / Enedino Paulo Tiago Delfino. -- 2021.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Rogério Silvestre .

Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2020.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Floresta Semidecidual Atlântica. 2. Iscas atrativas. 3. Mirmecofauna. 4. Sazonalidade. 5. Similaridade. I. Silvestre, Rogério. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

“ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO DA FAUNA DE FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) ATRAÍDAS A ISCAS, NOS PERÍODOS DIURNO E NOTURNO, NO SOLO E NA VEGETAÇÃO E EM DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO, NA MATA ATLÂNTICA DO PARQUE ESTADUAL MORRO DO DIABO- SP”.

Por

ENEDINO PAULO TIAGO DELFINO

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação



Dr. Rogério Silvestre
Orientador/Presidente - UFGD

Participação remota
Dr.^a Viviana de Oliveira Torres
Membro titular - UFGD

Participação remota
Dr. Yzel Rondon Suárez
Membro titular - UEMS

Dissertação aprovada em: 11 de dezembro de 2020

Biografia do Discente

Enedino Paulo Tiago Delfino nascido em São Jose do Rio Preto (São Paulo) em 01 de janeiro de 1990. Filho de Enedino Paulo Delfino com Sonia Maria Boronezi Cabral Delfino. cursou Ensino Fundamental e Médio na Escola Estadual Padre Fidélis dos anos de 2001 até 2007, em Tanabi - SP. Concluiu o Curso de Gestão Ambiental pela Universidade Federal da Grande Dourados pela Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais. No ano de 2018 entrou no Programa de Pós Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, com sua pesquisa voltada para o estudo da diversidade de formigas.

Tu és a minha esperança, ó Soberano
Senhor, em ti está a minha confiança desde a
juventude. Desde o ventre materno dependo de ti;
tu me sustentaste desde as entranhas de minha mãe.

Eu sempre te louvarei!

Bíblia Sagrada.

Tudo o que temos de decidir é o que fazer
com o tempo que nos é dado.

J. R. R. Tolkien.

Um leitor vive mil vidas antes de morrer, o
homem que nunca lê vive apenas uma.

G. R. R. Martin.

Agradecimentos

Agradecer a Deus primeiramente por todas as bênçãos derramadas sobre minha vida, e seu zelo por mim diante de mais esta conquista.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela ajuda financeira por meio da bolsa oferecida durante o período de dois anos.

Agradecer ao Instituto Florestal de São Paulo por abrir as portas do PEMD para nossa equipe de coleta.

Não tem como deixar de agradecer ao meu Professor, Orientador e Amigo Dr. Rogério Silvestre, pela oportunidade de trabalhar e o aprendizado adquirido. As viagens, idas a campo, conversas longas, cafés e muitas outras coisas, agradeço de coração por tudo.

Aos meus preciosos pais Enedino e Sonia, por todo apoio emocional, econômico (risos) e diversos outros, muito obrigado por tudo, sei que cheguei aqui graças aos seus ensinamentos e cuidados, amo muito vocês. Aos irmãos do circo Cairo e Paulo Lucas, pelas curtições juntos e apoio, apesar de tudo sempre estiveram comigo pro que der e vier, amo muito vocês e agradeço a Deus pelos irmãos maravilhosos que me presenteou, obrigado pelos conselhos e pelo apoio em cada questão.

A minha mulher Tainá, que me aguentou por todo esse tempo (risos) e me deu forças para continuar lutando a cada dia, sendo uma verdadeira parceira para todos os momentos, principalmente na reta final, me aconselhou e se dedicou em me ajudar a alcançar mais esta etapa, sou muito grato a Deus por ter colocado você em minha vida, obrigado meu amor, te amo.

Aos meus familiares, tios, minha querida vó Dona Maria, primos que sempre se preocuparam comigo e estiveram ao meu lado a cada dia. A minha família da II Igreja Presbiteriana de Tanabi por toda a oração e torcida, não tenho palavras para agradecer a vocês por tudo. Aos meus camaradas de Tanabi Maka, Juninho, Maicon, Cokin, Yuri, Kiboa, Curujinha, Natalia V, Natalia, Marina, Juliana, enfim, entre outros nomes que sempre estiveram ao meu lado apesar da distância, muito obrigado pelas energias positivas. Aos meus brothers de Dourados Alemão, Micael, João Marcelo, Leo Senna, Pilão, Negro, Muzulon, valeu pelas noitadas e pela parceria com tudo, aqui vocês são minha família e agradeço muito a Deus por ter vocês ao meu lado, valeu por tudo galera, e que Deus possa continuar a abençoar muito a vida de todos.

Preciso citar os dois que me deram uma base dentro do Laboratório, Bhrenno e Gustavo, que me ajudaram em tudo ali dentro, me dando apoio e sempre me colocando pra cima, agradeço fortemente aos dois pelas instruções e orientações e pela parceria criada, irei carrega-los pro resto da vida. Ao Gustavo inclusive pela parceria em campo que só os loucos sabem (risos), valeu mesmo Gu, que Deus continue a te abençoar muito.

Quero agradecer a todas as pessoas que trabalharam comigo dentro do laboratório e que me ajudaram de alguma forma a chegar nesta etapa final, o meu muito obrigado a todos. Junto a isso venho agradecer a colaboração do Professor Dr. Yzel com ajuda nas análises do trabalho, obrigado.

Agradeço ao Programa de Entomologia e Conservação da Biodiversidade, pela oportunidade de realizar e concluir este Mestrado. Aos alunos do Programa que me ajudaram de diferentes maneiras, tanto dentro como fora da universidade, agradeço por tudo, serviram como uma base muito forte de apoio nesta caminhada que todos enfrentamos e graças a vocês também consegui. Com isso não posso deixar de marcar os nome do Vitor e ao Coordenador Marcos Gino por toda ajuda, o meu muito obrigado.

E por fim, as caronas de ida e volta da universidade, sem esse pessoal não teria conseguido.

Peço desculpas por ter esquecido alguém em especial, muitos outros me ajudaram e apoiaram constantemente de diversas maneiras, quero agradece-los por tudo, seja um momento, um aprendizado, uma conversa, enfim, muito obrigado por agregar algo, sei que falta o nome de muitas pessoas, mas apesar de tudo, de algum modo, vou lembra-los no meu coração.

Lista de Figuras

Figura 1: Parque Estadual Morro do Diabo - SP. Mapa do Estado de São Paulo, Sede da Unidade de Conservação e Área da Pesquisa.....	10
Figura 2: Esquema da grade de coleta utilizada no levantamento da fauna de formigas (121 pontos demarcados em 11 transectos cobrindo 1ha). Adaptado de Silvestre (1995).....	12
Figura 3: Exemplo dos pontos demarcados por meio de fitas azuis, dentro da área amostral no Parque Estadual Morro do Diabo - SP, para coleta de formigas.....	13
Figura 4: Mapa com os pontos da grade de coleta, indicando os 25 pontos sorteados e o trajeto idealizado para as coletas de formigas no Parque Estadual Morro do Diabo - SP (Mapa da 3ª Coleta).....	14
Figura 5: Isca atrativa de sardinha exposta no solo da Floresta Atlântica do Parque Estadual Morro do Diabo - SP.....	15
Figura 6: Triagem das iscas de sardinha e mel utilizadas nas coletas de formigas no Parque Estadual Morro do Diabo – SP.....	16
Figura 7: Frequência de ocorrência das espécie de formigas amostradas em iscas no Parque Estadual Morro do Diabo – SP.....	27
Figura 8: A: <i>Pheidole oxyops</i> , B: <i>Pheidole radoszkowskii</i> . Fonte: antiwiki.org.....	28
Figura 9: <i>Camponotus sericeiventris</i> . Fonte: antiwiki.org.....	28
Figura 10: Análise de variância fatorial na comparação entre as variáveis amostradas para a fauna de formigas no Parque Estadual Morro do Diabo – SP.....	30
Figura 11: Análise de escalonamento multidimensional não métrico indicando as variações entre Solo x Vegetação, Meses de coleta, Períodos e Iscas Atrativas utilizando o coeficiente de Bray-Curtis.....	31
Figura 12: Curva do coletor por meses (estações) de coleta de formigas no Parque Estadual Morro do Diabo – SP.....	32
Figura 13: Curva de Rarefação das coletas de formigas realizadas com iscas atrativas no Parque Estadual Morro do Diabo - SP. Em vermelho a estimativa de riqueza e em azul espécies coletadas nas amostras.....	32

Lista de Tabelas

Tabela 1: Espécies de formigas amostradas por meio de iscas atrativas e coleta manual no Parque Estadual Morro do Diabo – SP.....	20
Tabela 2: Espécies de formigas coletadas por meio de iscas atrativas no Parque Estadual Morro do Diabo - SP, indicando as estações de coleta, períodos do dia, extratos de solo e vegetação e tipos de iscas.....	24
Tabela 3: Índices de similaridade de Sorensen e Morisita (em negrito), na comparação entre os meses de coletas de formigas realizadas no Parque Estadual Morro do Diabo – SP.....	29
Tabela 4: Índices de similaridade de Sorensen e Morisita, na comparação entre os períodos (Diurno x Noturno), tipos de iscas (Sardinha x Mel) e extratos (Solo x Vegetação) para as de coletas de formigas realizadas no Parque Estadual Morro do Diabo – SP.....	29
Tabela 5: Índices de Estimativas de Riqueza de Chao I, Jacknife I e II e Índice de Diversidade de Shannon-Weaver para as coletas de formigas realizadas no Parque Estadual Morro do Diabo – SP.....	30

Resumo

As formigas são organismos relevantes para a manutenção dos processos evolutivos dos ecossistemas terrestres. Estudar sua diversidade e como as comunidades estão estruturadas contribui para ampliar o conhecimento sobre esses processos evolutivos. O objetivo deste estudo consistiu em analisar a fauna de formigas que visita iscas atrativas em relação às estações do ano, aos períodos de atividade diurna e noturna, e ao estrato forrageiro do solo e da vegetação. A pesquisa foi realizada na Mata Atlântica do Parque Estadual Morro do Diabo, no estado de São Paulo. Para a coleta, foi construída uma grade com área de 1 ha (100m x 100m), na qual 121 pontos foram gerados e distribuídos em 11 transectos. Foram sorteados 25 pontos para cada uma das coletas com iscas de sardinha e mel, tanto no período diurno quanto noturno, e para as quatro estações do ano. Os indivíduos foram identificados, morfotipados no menor nível taxonômico possível e colocados na coleção de Hymenoptera do MuBio - UFGD. No total, 118 espécies de formigas foram amostradas por meio de coletas manuais e usando iscas atrativas, todas essas espécies foram divididas em sete subfamílias e 36 gêneros. 76 espécies foram capturadas por iscas e 42 espécies foram capturadas por coletas manuais na área do Parque. Apenas a amostra de formigas capturadas por iscas foi considerada na análise quantitativa. Os resultados sugerem que a variação entre os habitats (solo e vegetação) é o principal descritor da composição das espécies de formigas, de acordo com a análise da permanova. A rica variação das espécies observadas foi quantificada por meio de uma análise fatorial de variância, que mostrou que essa variação está significativamente ligada aos períodos do ano. O índice de Morisita revela a existência de aproximadamente 88% de similaridade no que se refere aos períodos de atividade diurna e noturna. No entanto, uma análise de NMDS revela que a composição das espécies de formigas coletadas é significativamente distinta. Este é o primeiro estudo aprofundado sobre Formicidae realizado no Parque Estadual Morro do Diabo, e tem potencial para contribuir para futuras investigações desenvolvidas na Mata Atlântica.

Palavras-chave: Floresta Semidecidual Atlântica, Iscas atrativas, Mirmecofauna, Sazonalidade, Similaridade.

Abstract

Ants are relevant organisms to the maintenance of evolutionary processes from terrestrial ecosystems. Studying the diversity of ants as well as how their communities are structured contributes to expand knowledge about these evolutionary processes. The goal of this study consisted in analyzing the fauna of ants which visits attractive baits in relation to the seasons of year, the activity periods of day and night, and the foraging stratum of soil and vegetation. The research was carried out in the Atlantic Forest from Morro do Diabo State Park, in São Paulo state. To collect ants, it was built a grid with an area of 1ha (100m x 100m), in which 121 points were generated and distributed in 11 transects. Twenty five points were drawn for each one of the collection of ants with sardine and honey baits, both in day and night period, and for the four seasons of the year indeed. The individuals were identified, morphotyped at the lowest possible taxonomic level, and placed in the Hymenoptera collection from MuBio – UFGD. In total 118 species of ants were sampled by performing manual collections and by using attractive baits, and all these species were divided into seven subfamilies and 36 genera. 76 species were captured by baits and 42 species were captured by manual collections in the Park area. Only the sample of ants captured by baits was considered in the quantitative analysis. The results suggest that the variation between the habitats (soil and vegetation) is the main descriptor of the composition of the species of ants, according to the permanova analysis. The rich variation of the species observed was quantified through a factorial analysis of variance, which showed that this variation is meaningfully connected to the periods of the year. Morisita index reveals the existence of approximately 88% of similarity in what refers to day and night activity periods of ants. However, a NMDS analysis reveals that the composition of the species of ants collected is meaningfully distinct. This is the first in-depth study about Formicidae accomplished at Morro do Diabo State Park, and it has potential to contribute to future investigation developed in Atlantic Forest.

Keywords: Atlantic Semideciduous Forest, Attractive Baits, Myrmecofauna, Seasonality, Similarity.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3. OBJETIVOS	9
3.1. Geral	9
3.2. Específicos	9
4. HIPÓTESES	9
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
5.1. Área de Estudo.....	10
5.2. Área Amostral.....	11
5.3. Campanhas.....	13
5.4. Coleta: Manual	13
5.5. Coleta: Iscas Atrativas	14
5.6. Triagem, Montagem e Identificação.....	16
5.7. Análises.....	17
6. RESULTADOS	20
7. DISCUSSÃO	33
8. CONCLUSÃO	39
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1. INTRODUÇÃO

A forma desordenada de como se desenvolveu o processo de uso e ocupação do solo no Brasil constitui uma característica marcante do fenômeno de urbanização e de apropriação do seu território. Ao longo do tempo essa condição histórica constituiu o fator decisivo para desencadear um quadro de degradação ambiental, que atualmente impõe um grande desafio à gestão pública. Uma das dificuldades encontradas é de como preservar os biomas brasileiros que estão devastados e conservar as áreas nativas (Silva, 1996).

A Mata Atlântica em sua extensão territorial abrangia cerca de 1.300.000 Km², possuindo diferentes mosaicos florestais que contribuía para sua rica biodiversidade, mas seu cenário atualmente se encontra em estado de risco (Ministério do Meio Ambiente, 2010; 2012). Este bioma está fragmentado em 17 estados brasileiros, restando apenas cerca de 16% de área nativa, considerando as áreas em processo de regeneração (Tabarelli *et al.*, 2005; Ribeiro *et al.*, 2009). Mesmo sendo uma floresta de grande importância ecológica, tem sofrido com diferentes ações antrópicas, principalmente com o desmatamento e queimadas que veem desde o início da colonização destas terras e também simboliza o começo de um processo de exploração e degradação deste bioma.

Hortal *et al.*, (2015) relacionam sete deficiências principais dos dados atuais de biodiversidade. O chamado “déficit linneano” que é relativo à dificuldade de se realizar uma taxonomia adequada das espécies, principalmente pela falta de revisões taxonômicas de muitos grupos; o “déficit wallaceano” que se refere à falta de conhecimento da distribuição geográfica das espécies; o “déficit prestoniano”, que pode ser definido como falta de conhecimento sobre a abundância de espécies e sua dinâmica populacional no espaço e no tempo; o “déficit darwiniano” que é relacionado à falta de definição na evolução das linhagens e na história natural das espécies; o chamado “déficit hutchinsoniano” relativo à deficiência em se estabelecer as tolerâncias abióticas das espécies e a definição dos nichos; o “déficit raunkiaerano”, que denota a falta de informação sobre as características e funções das espécies mais relevantes; e finalmente foi chamado de “déficit eltoniano” a falta de informação sobre as interações ecológicas entre espécies e sua participação nas cadeias tróficas. Neste contexto, trabalhos que

buscam descrever a diversidade biológica são importantes para responder cada uma dessas deficiências de forma pontual.

Devido à necessidade de se criar áreas de proteção e conservação da biodiversidade, com diretrizes e objetivos específicos e claros, com propósitos exclusivos, seja tratando de turismo, proteção da biodiversidade, estudos científicos e outras finalidades, leis e resoluções foram criadas servindo como um pilar importante para ajudar à suprir tais demandas, dando suporte e servindo como subsídio nas futuras tomadas de decisões de planejamentos e atuações nestes cenários. A lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000 tem um papel de extrema importância no quesito de proteção dos ecossistemas brasileiros o SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação). Esta designa especificações para fundação e gestão das Unidades de Conservação, possui objetivos que visam proteger as espécies ameaçadas de extinção e colaboram para a conservação e restauração da diversidade de ecossistemas naturais. Segundo o artº 11 da mesma, o objetivo básico dos Parques Nacionais é a preservação dos ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas, entre outros, estabelece ainda em seu inciso IV, que as criações destes parques possam ser tanto para âmbitos municipais quanto estaduais e deverão ser denominadas Parque Natural Municipal e Parque Estadual (Brasil, 2000).

O Parque Estadual Morro do Diabo (PEMD) está inserido dentro dos domínios morfoclimáticos do Bioma Mata Atlântica, que corresponde a uma das quatro maiores áreas de proteção, com mais de 10.000ha. Devido a grande extensão do Parque e suas condições favoráveis para muitas espécies é considerada uma área vantajosa para se habitar, exemplos da fauna que já foram observadas em seu território são a anta (*Tapirus terrestris* Linnaeus, 1758), onça parda (*Puma concolor* Linnaeus, 1771) e um dos primatas mais ameaçados da terra o mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus* Mikan, 1823), que tem a maior população de sua espécie livre vivendo no PEMD. Há muito a ser estudado da biodiversidade local, demonstrado por meio das pesquisas realizadas no plano de manejo do Parque, a descoberta de cinco novas espécies de aves, que, de acordo com último estudo, não haviam sido registradas; e uma espécie endêmica dos córregos da unidade, um bagre (*Cambeva diabola*, Bockmann, Casatti & de Pinna, 2004) (Faria & Pires, 2006). Já nos estudos com a entomofauna o destaque é para Lepidoptera, uma nova subespécie de Nymphalidae, Brassolinae, *Selenophanis cassiope guarany* Casagrande, 1992 foi descoberta no PEMD (Mielke & Casagrande, 1997).

A ordem Hymenoptera é constituída especialmente por três grupos popularmente conhecidos como Vespas, Abelhas e Formigas, as quais desempenham papéis complexos em seus ecossistemas, sendo uns dos mais importantes da classe Insecta. No que se trata de favorecimento ao homem as funções exercidas por essa fauna vão desde controle biológico por meio de algumas vespas parasitóides e predadoras, como a da principal polinizadora do mundo, as abelhas, que possuem uma importância sem precedentes para as flores (Triplehorn & Johnson, 2011; Camargo *et al.*, 2015).

A família Formicidae possui aproximadamente 16.475 espécies e subespécies válidas no mundo (Antweb, 2020), sendo que no Brasil ocorrem cerca de 1.504 espécies e subespécies descritas, compondo 13 subfamílias, 112 gêneros, das quais 522 são endêmicas (Antwiki, 2020). Esta fauna está muito marcada pelo seu comportamento de socialidade, visto que todas cooperam para o bem da colônia e trabalham de uma forma tão uniforme que recebem uma classificação denominada eusocial. Esse comportamento se baseia em três pontos chaves: a divisão de tarefas, que é realizada entre todos os indivíduos; o cuidado cooperativo com a prole e a sobreposição de gerações maduras na colônia; sendo poucos os insetos que possuem estas adaptações evolutivas (Hölldobler & Wilson, 1990; Baccaro *et al.*, 2015).

Modificações morfológicas vantajosas ocorreram nas operárias devido à ausência das asas que permitiu uma modificação do esqueleto torácico e músculos relacionados as atividades de forrageio; isto permitiu que as formigas realizassem um comportamento mais efetivo de forrageio (Wilson, 2010; Peeters *et al.*, 2020).

Os formigueiros podem ser encontrados em diferentes habitats variando em muito seus microhabitats e tamanhos, enquanto algumas espécies procuram fissuras nas árvores desde seus troncos, raízes, copas, arbustos, troncos mortos e solos rochosos, outras escavam ninhos no solo, de pequenos a grandes e bem estruturados, como os das espécies de *Atta*, conhecidas popularmente como saúvas. Os hábitos alimentares são variados, vão desde fungos, seiva, *honeydew*, predação, saprófagas, onívoras e outros (Hölldobler & Wilson, 1990; Triplehorn & Johnson, 2011; Rafael *et al.*, 2012).

Com isso as formigas conseguem apresentar uma ampla distribuição geográfica e uma alta abundância, ocorrendo praticamente em todos os ambientes terrestres, tendo uma grande importância ecológica por desempenharem papéis em todos os níveis tróficos, além de serem sensíveis às alterações no ambiente físico e suscetíveis as mudanças climáticas. Desta forma, elas podem servir como modelo de estudos em diversas áreas como morfologia, sistemática, biogeografia, além de poderem ser

classificadas em grupos funcionais que são moldados por fatores abióticos e bióticos do ecossistema (Hölldobler & Wilson, 1990; Silvestre *et al.*, 2003).

Por ser uma família de insetos de grande relevância, principalmente nas Florestas Tropicais (Fittakau & Klinge, 1973), conhecer as diferenças na dinâmica comportamental das formigas pode ser uma ferramenta essencial para ajudar a avaliação do estado de conservação do hábitat (Noss, 1990).

A maneira como os indivíduos compartilham o espaço e se organizam nele se deve a influência dos fatores que os cercam; com isso, existem diferentes métodos de coleta e estudo. No caso da mirmecofauna, estas técnicas podem indicar diversos fatores como: abundância, presença ou ausência, diversidade e riqueza de espécies, etc. de diferentes formas (Silva, 1996; Bestelmeyer *et al.*, 2000); mostrando que os dados amostrais podem variar conforme a técnica utilizada.

O uso de iscas atrativas pode servir para diferentes objetivos, além de ter um baixo custo e um fácil manuseio, sendo funcional para diferentes tipos de estudos, incluindo observações comportamentais, periodicidade de forrageio, preferência por hábitats, alimentações e outros. Este procedimento habitualmente é utilizado com diferentes iscas sendo as mais comuns, sardinha, mel, frutas, pequenos animais mortos (Silvestre & Brandão 2000; Baccaro *et al.*, 2015).

As formigas têm uma dieta constituída a base de carboidratos, lipídeos e proteínas. Os lipídeos são obtidos de óleos e gorduras, as proteínas são obtidas a partir da predação de outros invertebrados ou vertebrados, e os carboidratos são adquiridos por meio de açúcares e polissacarídeos decorrentes do néctar das plantas e secreção de outros grupos da classe Insecta (*honeydew*) (Fowler *et al.*; Parra, 1991). Em decorrência ao vasto número de espécies de formigas, ocorrem diferentes estratégias e hábitos comportamentais na busca por alimento, considerando o método por meio de iscas atrativas, algumas espécies podem se apresentar como dominantes na área considerada, criando dúvidas se esse levantamento está amostrando de fato a diversidade de formigas que poderiam estar visitando a isca ou se estaria privilegiando determinado grupo específico (Brandão *et al.*, 2000).

O objetivo do presente estudo foi o inventariamento da mirmecofauna que visitam iscas atrativas de sardinha e mel no Parque Estadual Morro do Diabo, inserido no Bioma Mata Atlântica no interior do Estado de São Paulo, visando descrever as diferenças na

mirmecofauna para os componentes de solo e vegetação arbórea, bem como verificar se existe diferença da fauna diurna e noturna e diferenças sazonais nesta comunidade.

Para responder estas questões realizamos coletas padronizadas, utilizando apenas o método de iscas atrativas, por entender que este resulta em maior especificidade em relação ao tempo de exposição e periodicidade de atividades por exemplo, o que não é possível através de métodos como Pitfall e Winkler, que se mostram ineficazes para esta finalidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Devido às intensas alterações antrópicas e a fragmentação de habitats com degradação dos ecossistemas, grupos de biodiversidade estão sendo perdidos; desta forma, boa parte das informações sobre as espécies talvez nunca possa ser efetivamente conhecida pela ciência, por isso a importância de se investir em coletas de campo e em coleções taxonômicas, para o salvamento científico das espécies (Machado *et al.*, 2008).

O desenvolvimento de estudos no bioma Mata Atlântica torna-se significativo, pois existem nestas florestas uma biodiversidade ainda desconhecida, isto gera várias lacunas nos estudos de Biodiversidade, Ecologia e Biogeografia (Lewinsohn & Prado, 2005).

As fitofissionomias como a Floresta Ombrófila Densa, Mista e Aberta; Floresta Estacional Semidecidual e Decidual; Campos de Altitude, brejos interioranos e outros mosaicos, trazem consigo uma alta heterogenicidade ambiental e por conta de toda sua riqueza junto com suas alterações é considerado um *hotspot* de biodiversidade em nível mundial (Myers *et al.*, 2000; Brasil, 2006).

A lei nº11.428, de dezembro de 2006, dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, trazendo no Art. 7 parágrafos I e II seus objetivos, sendo eles, a manutenção e a recuperação da biodiversidade, vegetação, fauna e regime hídrico do Bioma Mata Atlântica para as presentes e futuras gerações, o estímulo à pesquisa, à difusão de tecnologias de manejo sustentável da vegetação e à formação de uma consciência pública sobre a necessidade de recuperação e manutenção dos ecossistemas (Brasil, 2006).

No Brasil as Unidades de Conservação agregam valores em diferentes âmbitos, social, econômico, cultural, pesquisas, dentre outros. A população recebe estes benefícios de forma indireta e direta, por meio de áreas de lazer e turismo, que trazem vantagens e privilégios para os municípios, regiões e estados, como também o fornecimento de água em quantidade e qualidade para usinas hidrelétricas gerarem energia as cidades e indústrias. Em outros casos a biodiversidade dessas áreas acaba sendo utilizada de forma sustentável com diferentes finalidades, sejam elas proteção da fauna e flora, desenvolvimento de cosméticos, indústrias farmacêuticas, produtos alimentícios que atingem diretamente o ser humano, etc. Além de todas estas atividades, estas áreas preservadas contribuem de forma efetiva quando se trata de assuntos como mudanças climáticas, ao contribuir mitigando as emissões de CO₂ e outros gases que auxiliam no aumento do efeito estufa (Medeiros *et al.*, 2011).

O Parque Estadual Morro do Diabo contém a maior área preservada do estado de São Paulo tida como mata de interior com sua fitofisionomia sendo basicamente de Floresta Estacional Semidecidual confirmando assim sua importância, principalmente para este bioma que atualmente se encontra muito ameaçado e bastante fragmentado. O parque contém vestígios de Cerrado, assinalando por sua vez que está inserido em uma área de transição entre os biomas (Ministério do Meio Ambiente, 2010; Torres & Silva, 2010; Moura & Arana, 2018).

Já foram relatados diferentes incêndios em seu interior e arredores, como em 1968, o fogo ficou ativo cerca de 20 dias, tendo seu fim apenas com a chuva; em 1975 mais de 100 ha foram queimados; 1979 uma área estimada de 267 ha foi consumida; outro episódio marcante foi em 1989, a cidade de Teodoro Sampaio recebeu um político e devido aos fogos de artifícios soltos no aeroporto, uma área de 160 ha foi pega pelas chamas; existem relatos com menores expressões em 1963, 1973, 1976 e 1979 (Faria & Pires, 2006). Em 2010 um incêndio teve início na Estação Ecológica localizada ao lado do PEMD e acabou atingindo-o, um outro ocorreu em 2012, o parque obteve ajuda da Polícia Ambiental, brigadistas de incêndio da Usina ETH e um helicóptero Águia da Polícia Militar, conseguiram controlar o fogo que durou cerca de 15 horas queimando aproximadamente 6 ha (G1, 2010; Villar, 2012).

Faria & Pires (2006), realizaram estudos com a entomofauna no Parque, entretanto de maneira superficial devido sua grande extensão de floresta, diversidade de ordens, famílias e espécies que podem ocorrer e por poucos profissionais para cobrir a área. A

pesquisa realizou 2 coletas no ano de 2002, nos períodos de 06 a 08 de setembro e 24 a 04 de outubro, com 22 pontos de amostragem. Para facilitar, escolheram coletar apenas insetos voadores utilizando duas armadilhas, Malaise e outra, nomeada no trabalho como “suspensa”; a primeira obteve maiores resultados. Foram coletados um total de 8.133 indivíduos divididos em 6 ordens, com destaque para as ordens Diptera (4.322), Hymenoptera (1.939) e Lepidoptera (1.514).

Mais de 150.000 espécies de himenópteros são conhecidos, algumas estimativas indicam que ainda possa existir cerca de 1 milhão de espécies deste grupo para serem descritas (Hanson & Gauld, 2006). Esta ordem foi dividida em dois grupos iniciais Symphyta, onde a maioria são fitófagos, tendo como um dos principais aspectos morfológicos a falta da “cinturinha” de vespa. Já os Apocritas que são os mais populares, contém a cintura de vespa gerada a partir do tórax ao primeiro segmento abdominal, e sua alimentação é bastante diversificada, outros caracteres morfológicos ajudam a diferenciar um agrupamento do outro (Sharkey, 2007).

A incrível diferenciação morfológica das formigas facilitam diversas atividades, como hábitos de forrageamentos, defesa da colônia, formação de formigueiros, periodicidade de atividades e outras, isso se deve, em parte, pelas características evolutivas que cada espécie foi incorporando no decorrer de milhares de anos de evolução, essas modificações se tornaram completamente efetivas para sobrevivência dessa família. Devido a estes atributos, podemos observar e estudar a forma como coexistem e interagem entre si (Silvestre & Brandão, 2000; Wilson, 2010; Mello, 2014).

Normalmente as formigas apresentam rotinas diárias de forrageamento, algumas são mais ativas durante o dia, outras durante a noite, enquanto outras preferem a interface crepuscular. Há espécies que saem dois ou mais períodos do formigueiro no mesmo dia, mas por um curto espaço de tempo, acontecem também casos em que as espécies se adaptam, como observado em *Atta cephalotes* (Linnaeus, 1758), que tem característica predominantemente diurna e passam a forragear noturnamente durante alguns dias na Floresta Amazônica, também é o caso da *Paraponera* sp., da Costa Rica que possui hábitos noturnos e foi encontrada com frequência durante o dia (Hölldobler & Wilson, 1990).

Em relação à mirmecofauna existem diferentes técnicas de coletas que podem ser utilizadas, como a armadilha Pitfall, Malaise, extratores de Winkler, armadilhas subterrâneas, Pitfall arbóreo, etc (Belstelmeyer *et al.*, 2000). Há também a técnica de

observação de comportamento, onde o pesquisador deve observar, tomar nota das interações e coletar exemplares de formigas através de iscas atrativas expostas comumente no solo por um tempo pré-estipulado conforme a metodologia, dentre outros métodos utilizados (Silvestre, 1995; Silva *et al.*, 2011; Baccaro *et al.*, 2015; Camargo *et al.*, 2015).

Mesmo nos biomas e táxons relativamente estudados, a cobertura geográfica dos inventários, ainda é muito exordial e apenas alguns lugares são amostrados adequadamente. É visível a necessidade de um número maior de inventários organizados para se avaliar componentes dos locais e regionais da biota terrestre (Lewinsohn & Prado 2005).

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Analisar a fauna de formigas que visitam iscas atrativas de acordo com as estações do ano, período de atividade e local de forrageio, na Mata Atlântica do Parque Estadual Morro do Diabo- SP.

3.2 Específicos

Identificar as espécies de formigas coletadas no Parque Estadual Morro do Diabo;

Montar uma coleção científica de referência para o local;

Determinar quais espécies são exclusivas forrageadoras no solo e na vegetação e quais forrageiam em ambos os estratos;

Determinar quais as espécies de formigas têm atividades diurnas e noturnas;

Verificar a variação sazonal e comparar as épocas do ano para a atividade da fauna de formigas na Mata Atlântica dessa localidade.

4. HIPÓTESES

Nossa hipótese primária é que as formigas vão responder de formas diferentes à ocupação espacial e temporal, devido ao deslocamento de nichos para evitar competição; bem como acreditamos que haja diferença em relação à época do ano em que as espécies estão em atividade. Desta forma, esperamos que exista diferenças significativas entre os períodos de atividade diurno e noturno, bem como as que ocorrem na superfície do solo e de vegetação arbórea e entre os tipos de iscas utilizadas.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de Estudo

A Unidade de Conservação Parque Estadual Morro do Diabo (PEMD) (Figura. 1), criada pelo decreto Estadual N° 12.279/41, localizada na cidade de Teodoro Sampaio-SP, ocupa uma área de 33.845,33 ha de Mata Atlântica; nas coordenadas 22° 27' a 22° 40' de Latitude S e 52° 10' a 52° 22' de Longitude W (Torres & Silva, 2010). O parque está inserido na bacia do Paraná em um relevo composto por colinas e morros suaves, contendo uma elevação média de 500m, com pontos de 250m quando próximos do rio Paranapanema e Ribeirão Bonito, e o mais elevado é o Morro do Diabo (principal passeio turístico) com 599,5m do nível do mar e o solo apresentado na área amostral é o Argissolo Vermelho (Faria & Pires, 2006).

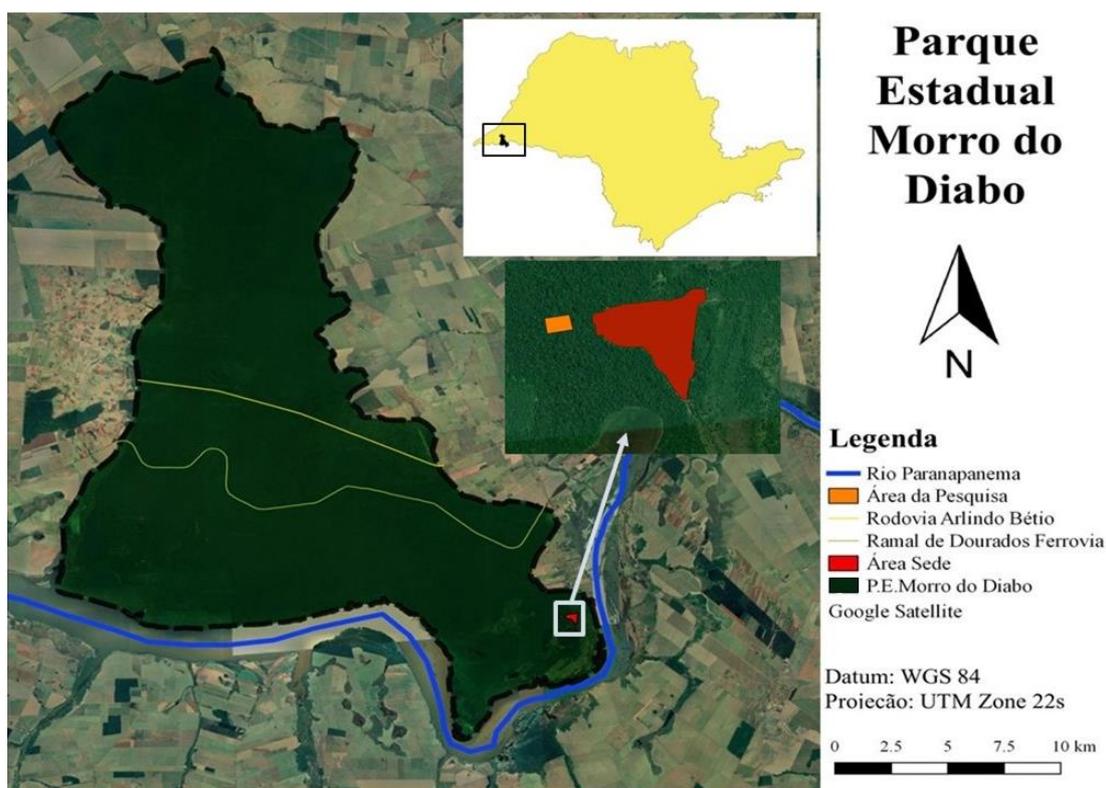


Figura 1: Parque Estadual Morro do Diabo – SP. Mapa do Estado de São Paulo, Sede da Unidade de Conservação e Área da Pesquisa.

Conforme dados do Clima tempo, que registrou a pluviometria e temperatura na região do Parque, a média dos últimos trinta anos referente aos meses equivalentes a este trabalho foi de 161mm, com temperatura máxima de 31°C e mínima a 22°C em

Fevereiro, Maio 102mm, com 25°C e 16°C, Agosto 51mm, com 30°C e 18°C, Novembro 125mm, com 32°C e 22°C.

Segundo Faria & Pires (2006) a Unidade sempre encontrou problemas devido às ações antrópicas, como a construção do aeroporto, ferrovia, rodovia e caça ilegal, que ainda causam impactos, outra questão sempre presente são os incêndios ocorridos. É possível observar várias localidades dentro do Parque, inclusive próximo à sede, onde ocorre o processo de regeneração em pequenas áreas com uma dominância de gramíneas exóticas conhecida popularmente como colônio (*Panicum maximum*), estas prejudicam o desenvolvimento natural da vegetação atrapalhando a germinação e favorecendo os riscos de queimadas.

O estudo de Mielke & Casagrande (1997) mostra a relevância do estudos sobre a entomofauna do Parque, foram coletados 426 espécies de Lepidoptera, distribuídas em 48 famílias, com as mais abundantes pertencendo a Hesperiidae, Nymphalidae, Lycaenidae e Riodinidae, pontuando assim a necessidade de pesquisas e estudos buscando conhecer esta fauna interna do Parque, por ser uma área rica em biodiversidade é possível que ocorram espécimes raros ou novos.

5.2 Área Amostral

Para definir o local de amostragem foi estudada a viabilidade em diferentes áreas do PEMD, levando em consideração alguns fatores que tornariam o estudo o mais viável e benéfico possível, seriam eles: acesso a localidade, facilidade para o manuseio de ferramentas e locais interditados para turismo. O ponto escolhido denominado como “Trilha das Perobeiras”, se encontra ao lado direito da entrada na sede do PEMD, que se encontra fechada para visitantes, aberto apenas para funcionários em raras ocasiões. Para chegar ao ponto amostral, existe uma trilha com cerca de 100m até uma enorme Figueira Branca (*Ficus guaranitica*), usada para simbolizar o ponto de início da grade (Ponto 0/0).

A metodologia empregada foi a mesma de Silvestre & Brandão (2000), delimitando a área da pesquisa em um 1ha (100m x 100m) de fragmento, contendo 11 transectos com uma distância de 10m entre eles, para demarcação das linhas retas foi utilizado fio de nylon esticado, com a altura na base de 2m. Para auxiliar na delimitação da área uma bússola foi usada, orientando o caminho a ser feito dentro da mata. Tendo início no ponto zero (Ponto 0/0), o fio de nylon foi estendido em direção ao norte por

100m, voltando ao ponto zero, uma distância de 10m rumo ao oeste era tomada e novamente o fio era estendido por 100m, paralelo ao anterior (Figura. 2).

Foram necessárias três pessoas para a delimitação da grade; uma segurando a bússola indicando a reta, outra na frente realizando as picadas e observando os melhores lugares para prosseguir e a terceira seguia a linha anterior para se certificar de que os 10m estavam sendo respeitados.

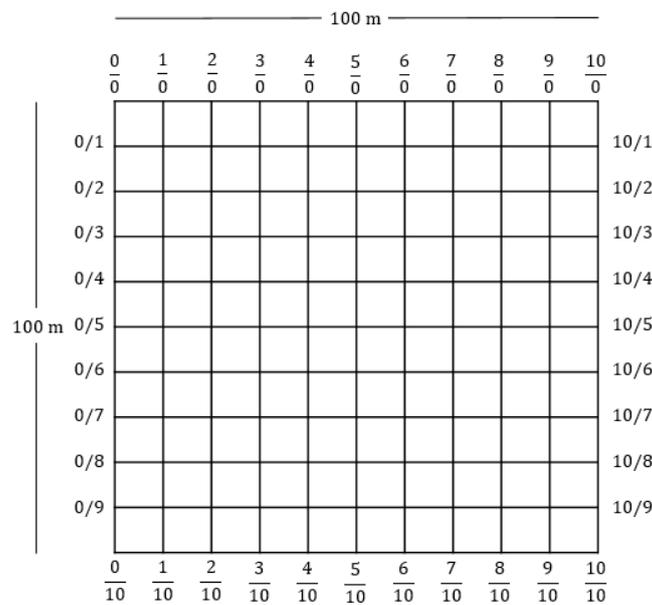


Figura 2: Esquema da grade de coleta utilizada no levantamento da fauna de formigas (121 pontos demarcados em 11 transectos cobrindo 1ha). Adaptado de Silvestre (1995).

Dentro da área delimitada foram amarradas fitas de coloração azul (Figura. 3) nas linhas de nylon para a identificação dos pontos, estas eram dispostas a cada dez metros, totalizando 121 pontos (ordenados por 0/0, 0/1, 0/2, ..., até 10/9, 10/10). No final da quarta expedição foram removidas todas as linhas com as fitas para não causar ainda mais impactos ao local.



Figura 3: Exemplo dos pontos demarcados por meio de fitas azuis, dentro da área amostral no Parque Estadual Morro do Diabo – SP, para coleta de formigas.

5.3 Campanhas

As campanhas foram realizadas no Parque Estadual Morro do Diabo em quatro meses no ano de 2019, sendo a primeira coleta em Fevereiro (Dia: 12 a 18), segunda Maio (Dia: 01 a 10), terceira Agosto (Dia: 13 a 24) e quarta Novembro (Dia: 05 a 16). Os meses se assemelham as estações do ano Verão, Outono, Inverno e Primavera.

5.4 Coleta: Manual

As coletas manuais ocorreram em várias localidades dentro da área do PEMD, trilhas, sede e meio da floresta. Por não adotar padrões de pontos exatos, habitats (arbóreas, solo, serapilheira, galhos podres e etc.) e por utilizar diferentes ferramentas (pincel, pinça e outros), este tipo de coleta foi utilizado como método amostral qualitativo. Após coletados, os indivíduos eram acondicionados no mesmo instante em uma solução de álcool 96% (Silvestre *et al.*, 2003; Silvestre, 2016).

5.5 Coleta: Iscas Atrativas

Para cada expedição foram sorteados 25 dos 121 pontos da grade, nestes foram realizadas coletas diurnas e noturnas respeitando os mesmos horários das 8h até as 11h e das 20h até as 23h. Em cada campanha era elaborado um mapa que anotávamos os pontos sorteados assim elaborava-se uma rota para auxiliar na locomoção dentro da mata na realização das coletas (Figura. 4).



Figura 4: Mapa com os pontos da grade de coleta, indicando os 25 pontos sorteados e o trajeto idealizado para as coletas de formigas no Parque Estadual Morro do Diabo - SP (Mapa da 3ª Coleta).

A metodologia com as iscas atrativas foi adaptada de Silvestre & Brandão (2000), utilizando uma colher de chá com atrativos de sardinha e mel, com quatro iscas para cada amostra, duas iscas ficam dispostas na superfície do solo (Mel x Sardinha) e duas na vegetação arbórea (Mel x Sardinha), utilizando o Diâmetro da Altura do Peito (DAP) como parâmetro para iscas arbóreas, como segue: as iscas foram dispostas cinco metros a direita e cinco a esquerda de cada ponto amostral, sendo assim, de um lado tínhamos a isca de sardinha inserida na vegetação e de mel no solo, com uma distância de dois metros entre elas, alterando-se do outro lado com uma isca de mel inserida na vegetação e de sardinha no solo, totalizando 200 iscas por evento de coleta, sendo 50 na superfície do solo e 50 na vegetação arbórea (diurna) e 50 na superfície do solo e 50 na vegetação arbórea (noturna) (Figura. 5). Seguindo Brandão *et al.*, (2000), o intervalo de tempo determinado entre a distribuição e recolhimento das iscas foi de 01h30min.

Para realizar as atividades houve a necessidade de duas pessoas, visto as dificuldades para se localizar dentro da área, distribuir e recolher as iscas. Cada membro da equipe ficava encarregado de distribuir e recolher uma isca, estas eram colocadas em cima de guardanapos e espalhadas em cada ponto. O recolhimento era feito utilizando sacos de plásticos inseridos na mão como uma espécie de luva para reter as iscas e tudo o que estava em sua volta, com todo o conteúdo do entorno (formigas, iscas, guardanapos e folhiços) em seguida o saco, foi amarrado com um nó na ponta até futura triagem (Silvestre & Brandão, 2000).



Figura 5: Isca atrativa de sardinha exposta no solo da Floresta Atlântica do Parque Estadual Morro do Diabo - SP.

Cada pessoa era encarregada de uma isca específica, os sacos plásticos eram guardados no mesmo momento dentro de sacos de batatas, sendo utilizado dois, um para as iscas de solo e a outro de vegetação. Após a etapa da coleta, os sacos plásticos eram colocados no freezer por 24 horas no mínimo.

Na primeira parte da triagem do material (Figura. 6), o conteúdo foi despejado dentro de uma bandeja entomológica para a separação das formigas; que eram realocadas dentro de potes de vidro ou Eppendorfs entomológicos com álcool 96% para sua conservação (Silvestre, 2016).



Figura 6: Triagem das iscas de sardinha e mel utilizadas nas coletas de formigas no Parque Estadual Morro do Diabo - SP.

5.6 Triagem, Montagem e Identificação

A morfotipagem e montagem do material e outras atividades que requerem um local adequado para o manejo dos materiais foram realizadas no Laboratório de Ecologia de Hymenoptera – HecoLab FCBA. As espécies que ocorreram nas coletas foram preparadas utilizando alfinetes entomológicos nº 02, e acondicionadas em caixas entomológicas com naftalina para melhor conservação dos indivíduos para futura identificação (morfotipos). Os espécimes eram preparados em cima de um isopor, buscando assemelhar-se a sua forma original (primeiro par de pernas dispostos a frente, próximos à cabeça e os outros pares para trás); na colagem do material, triângulos de plásticos foram perfurados e posicionados à 1cm do topo de alfinetes as espécimes eram coladas embaixo do tórax entre o primeiro ou segundo par de pernas na extremidade dos triângulos por meio de esmalte transparente e etiquetados com informações de coordenadas geográficas, coletor, data, localidade, e métodos de coleta (Baccaro *et al.*, Camargo *et al.*, 2015).

As réplicas foram acondicionadas em álcool 96% e guardadas na Coleção Científica de Hymenoptera (HYMB) do Museu da Biodiversidade da UFGD para estudos futuros. Para a identificação das espécies foi utilizado o estereomicroscópio, com a faixa de aumento de 1.0x a 8x, fator de zoom relativo de 8:1, e a objetiva apocromática e distancia de trabalho de 75 mm.

O livro Formigas do Brasil e outras chaves foram adotados na identificação até o nível taxonômico de gênero para os espécimes. Para chegar até o nível de espécies, foram utilizadas chaves dicotômicas e dois sites antwiki.org e antweb.org como suporte; ambos possuem um banco de dados sólidos com formigas que já foram coletadas, identificadas e tombadas, em alguns casos algumas espécies estão identificadas até o nível

de gênero e apenas como morfotipos, sendo estes desconsiderados primeiramente nas identificações, salvo quando a espécie tenha a morfologia muito similar. Outra página que foi utilizada é a antmaps.org, com a finalidade de indicar a localidade onde a espécie ocorre desde os Continentes, Países e Estados, mas apenas para as consideradas válidas.

O tombo do material catalogado no MuBio segue o esquema adotado por Silvestre (2016), o banco de dados digital contém as seguintes informações: Coleção; Tombo; Ordem; Super-família; Família; Sub-família; Tribo; Gênero; Espécie; Descritor/Ano; Determinado por; País; Estado; Município; Localidade; Bioma; Fitofisionomia; Latitude; Longitude; Altitude; Coletor; Data de coleta; Método; indivíduos alfinetados; Sexo do Ind.; Hábitat; Observações; Alterações taxonômicas; Armário; Gaveta; Caixa.

5.7 Análises

Para geração dos resultados uma tabela foi criada com todas as espécies coletadas em cada coleta e com todos os dados amostrais: pontos, iscas, habitas e períodos (os pontos que não ocorreram visitas ou iscas perdidas em campo não foram computados). A partir desta outras foram geradas especificamente para cada análise realizada. Seguindo Silvestre (1995) realizaram-se as comparações entre as iscas, por estações das coletas e por final período chuvoso e seco.

Foi utilizado o software EstimateS “Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples”, criado por Robert K. Colwell, utilizado para o processamento de matrizes de dados de frequência de espécie, para estimar riqueza e abundância de espécies, curva de rarefação entre outras análises (Colwell, 1997). Este permite analisar amostras em matrizes de abundância ou incidência, usando índices como o de Simpson, Fisher e Shannon e faz a análise de similaridade entre amostragens utilizando o índice de Morisita (Silvestre, 1995).

Na realização das análises de riqueza de espécie, utilizou-se a curva de rarefação que estipula o valor total de espécies, de maneira que quanto maior a quantidade adicionada mais a curva se estabiliza, demonstrando, quando alcança seu platô, a riqueza total possível (Longino *et al.*, 2002). Como estimadores de riqueza foram utilizados o índice Jackknife I, que expõe com maior fidelidade a riqueza completa de espécies amostradas (Palmer, 1991; Colwell, 2013); o índice de Jackknife II, que se baseia no número de espécies que possam ocorrer em apenas uma amostra e no número de espécies que ocorrem exatamente em 2 amostras; o índice de Chao I, que tem peso maior no

número de espécies raras, uma vez que sua fórmula utiliza principalmente os singletons (espécies com 1 indivíduo) e doubletons (espécies com 2 indivíduos). Também foi utilizado o índice de diversidade de Shannon-Weaver por aplicar o mesmo peso tanto para espécies raras como para as abundantes (Magurran, 1988; Provete *et al.*, 2011).

Para análise da similaridade faunística um dos métodos utilizados foi o de Morisita-Horn, que por não sofrer influência do tamanho da amostra e da diversidade de espécies. Este índice é bem conceituado para análises de similaridade entre faunas, que vão variar de 0 (comunidades completamente diferentes) e 1 (comunidades similares). A relevância do índice é reconhecida através de esquemas de aleatorização (Wolda, 1981; Caldas & Moutinho, 1993). Outro índice utilizado é o de Sorensen que conforme Provete *et al.*, (2011) aplica nas análises os fatores presença e ausência das espécies que possam ou não ocorrer nas amostras, seus valores finais vão de 0 (nenhuma espécie compartilhada) até 1 (todas as espécies compartilhadas), esta fórmula concede um peso maior para as amostras com presença de espécies.

A variação na riqueza de espécies foi quantificada através de uma análise de variância fatorial, onde a riqueza foi utilizada como variável resposta e os habitats, meses, horários de amostragem e tipo de isca foram utilizadas como variáveis explanatórias (fatores).

Buscando quantificar o efeito da diferença entre habitats (Solo x Vegetação), horários de amostragem (Dia x Noite), meses do ano e tipo de isca sobre a composição de espécies de formigas foi realizada uma análise de variância permutacional baseada em distância (permanova) utilizando a frequência relativa de amostragem das espécies de formigas e o coeficiente de distância de Bray-Curtis. Esta análise foi realizada utilizando o comando “adonis” do pacote “vegan”, com 999 permutações para definir a significância dos resultados.

Bray-Curtis é um índice que consegue medir a dissimilaridade demonstrando a diferença entre a fauna amostrada, seus valores finais amostrados vão de 0 até 1; este coeficiente quase não é afetado por espécies raras e consegue superar os dados amostrados em comparação com outras análises tendo uma posicionamento favorável em estudos ecológicos (Clarke *et al.*, 2006; Ecovirtual.ib.usp., 2016; Rodrigues & Rodrigues, 2018).

A existência de diferença na frequência de ocorrência das espécies entre os ambientes, horários de coleta e meses do ano foi testada através de uma análise do valor de indicação da espécie (IndVal), utilizando o comando “multipatt” do pacote “indicspecies” (Cáceres *et al.*, 2010).

As análises foram realizadas no software R versão 3.4.3 (R Core Team, 2017) Buscando uma representação gráfica do gradiente na distribuição entre espécies ao longo das amostragens realizamos uma análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) também utilizando o coeficiente de Bray-Curtis. Esta análise foi realizada utilizando o comando “metaMDS” do pacote vegan.

Foi construída uma curva do coletor para cada mês de amostragem, sendo utilizado o comando “specaccum”, do pacote “vegan”(Oksanen *et al.*, 2017). Este procedimento foi realizado com a aleatorização das amostras (1000 aleatorizações) de forma a obter uma riqueza média e seu intervalo de confiança para cada tamanho amostral.

6. RESULTADOS

Ao todo foram identificadas 118 espécies e morfoespécies de formigas, somando as coletas manuais e de iscas atrativas, divididas em 7 subfamílias e 36 gêneros, dos quais 18(50%) pertencem há subfamília Myrmicinae, que também resultou no maior número de espécies encontradas nas coletas (53), em conjunto com as subfamílias Formicinae (29) e Ponerinae (15) agregam um valor de 82% das 118 espécies identificadas. Do total de espécies ocorridas, 55(46,6%) foram exclusivamente nas iscas, enquanto nas coletas manuais o total foi de 42(35,6%), sendo 21 (17,8%) espécies amostradas pelos dois métodos; demonstrando a importância da realização de coletas qualitativas nos estudos. Abaixo (Tabela. 1) segue a lista com o total de espécies e os tipos de coletas.

Tabela 1: Espécies de formigas amostradas por meio de iscas atrativas e coleta manual no Parque Estadual Morro do Diabo - SP.

Subfamília/Espécies	Iscas Atrativas	Manual
Dolichoderinae		
<i>Azteca iheringi</i> Forel, 1915	X	
<i>Dolichoderus bispinosus</i> (Olivier, 1792)		X
<i>Dorymyrmex brunneus</i> Forel, 1908		X
<i>Dorymyrmex goeldii fumigatus</i> Forel, 1908		X
<i>Dorymyrmex pyramicus alticonis</i> Forel, 1912		X
<i>Linepithema humile</i> (Mayr, 1868)	X	
<i>Linepithema iniquum</i> (Mayr, 1870)	X	
<i>Tapinoma atriceps</i> Emery, 1888	X	
Dorylinae		
<i>Labidus praedator</i> (Smith, F., 1858)		X
<i>Neivamyrmex</i> Borgmeier, 1940 sp. 1		X
<i>Neivamyrmex</i> sp. 2		X
Ectatomminae		
<i>Ectatomma brunneum</i> Smith, F., 1858	X	X
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863	X	X
<i>Ectatomma permagnum</i> Forel, 1908	X	X
<i>Ectatomma tuberculatum</i> (Olivier, 1792)		X
<i>Gnamptogenys bruchi</i> (Santschi, 1922)		X
<i>Gnamptogenys striatula</i> Mayr, 1884	X	
Formicinae		
<i>Brachymyrmex aphidicola</i> Forel, 1909	X	
<i>Brachymyrmex coactus</i> Mayr, 1887		X
<i>Brachymyrmex degener</i> Emery, 1906	X	
<i>Brachymyrmex heeri</i> Forel, 1874	X	
<i>Brachymyrmex minutus</i> Forel, 1893	X	
<i>Brachymyrmex patagonicus</i> Mayr, 1868		X

<i>Brachymyrmex pilipes</i> Mayr, 1887		X
<i>Brachymyrmex</i> Mayr, 1868 sp. 1	X	
<i>Brachymyrmex</i> sp. 3		X
<i>Camponotus atriceps</i> (Smith, F., 1858)	X	
<i>Camponotus cingulatus</i> Mayr, 1862	X	
<i>Camponotus</i> cf. <i>simillimus</i> (Smith, F. 1862)	X	
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862	X	
<i>Camponotus renggeri</i> Emery, 1894	X	X
<i>Camponotus sericeiventris</i> (Guérin-Ménéville, 1838)	X	X
<i>Camponotus</i> Mayr, 1861 <i>Tanaemyrmex</i> sp. 1	X	
<i>Camponotus</i> sp. 1	X	
<i>Camponotus</i> sp. 3		X
<i>Camponotus</i> sp. 5	X	
<i>Camponotus</i> sp. 7	X	X
<i>Camponotus</i> sp. 8		X
<i>Camponotus</i> sp. 9	X	X
<i>Camponotus</i> sp. 10		X
<i>Camponotus</i> sp. 12		X
<i>Myrmelachista catharinae</i> Mayr, 1887	X	
<i>Nylanderia docilis</i> (Forel, 1908)	X	X
<i>Nylanderia fulva</i> (Mayr, 1862)	X	
<i>Nylanderia guatemalensis</i> (Forel, 1885)	X	X
<i>Nylanderia</i> Emery, 1906 sp. 1	X	
Myrmicinae		
<i>Acromyrmex coronatus</i> (Fabricius, 1804)	X	
<i>Acromyrmex lundii</i> (Guérin-Ménéville, 1838)		X
<i>Acromyrmex rugosus</i> (Smith, F., 1858)		X
<i>Apterostigma wasmannii</i> Forel, 1892	X	
<i>Atta sexdens</i> (Linnaeus, 1758)	X	X
<i>Cardiocondyla obscurior</i> Wheeler, W.M., 1929		X
<i>Cephalotes atratus</i> (Linnaeus, 1758)		X
<i>Cephalotes borgmeieri</i> (Kempf, 1951)		X
<i>Cephalotes pusillus</i> (Klug, 1824)	X	
<i>Crematogaster brasiliensis</i> Mayr, 1878	X	
<i>Crematogaster</i> Lund, 1831 FAE 01 (ANTWEB)	X	
<i>Crematogaster victima</i> Smith, F., 1858		X
<i>Cyphomyrmex laevigatus</i> Weber, 1938	X	
<i>Cyphomyrmex minutus</i> Mayr, 1862		X
<i>Cyphomyrmex rimosus</i> (Spinola, 1851)	X	
<i>Mycetomoellerius oetkeri</i> (Forel, 1908)	X	
<i>Mycetomoellerius papulatus</i> (Santschi, 1922)	X	
<i>Mycocepurus goeldii</i> (Forel, 1893)	X	X
<i>Myrmicocrypta ednaella</i> Mann, 1922	X	
<i>Nesomyrmex asper</i> (Mayr, 1887)		X

<i>Octostruma balzani</i> (Emery, 1894)		X
<i>Paratrachymyrmex cornetzi</i> (Forel, 1912)	X	
<i>Pheidole fimbriata</i> Roger, 1863	X	
<i>Pheidole fracticeps</i> Wilson, 2003	X	X
<i>Pheidole gertrudae</i> Forel, 1886		X
<i>Pheidole nitidula</i> Emery, 1888	X	
<i>Pheidole oxyops</i> Forel, 1908		X
<i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884	X	
<i>Pheidole rudigenis</i> Emery, 1906	X	
<i>Pheidole</i> Westwood, 1839 sp. 1	X	
<i>Pheidole</i> sp. 2	X	
<i>Pheidole</i> sp. 3	X	
<i>Pheidole</i> sp. 4	X	
<i>Pheidole</i> sp. 6	X	
<i>Pheidole</i> sp. 8		X
<i>Pheidole</i> sp. 9	X	X
<i>Pheidole</i> sp. 10	X	
<i>Pheidole</i> sp. 11	X	
<i>Pheidole</i> sp. 12		X
<i>Pheidole</i> sp. 13	X	
<i>Pheidole</i> sp. 14	X	
<i>Pheidole</i> sp. 16	X	
<i>Pheidole</i> sp. 19		X
<i>Sericomyrmex parvulus</i> Forel, 1912	X	
<i>Solenopsis bicolor</i> (Emery, 1906)	X	X
<i>Solenopsis loreтана</i> Santschi, 1936	X	
<i>Solenopsis</i> Westwood, 1840 sp. 1		X
<i>Solenopsis</i> sp. 2	X	X
<i>Solenopsis</i> sp. 12	X	
<i>Solenopsis</i> sp. 13	X	
<i>Solenopsis</i> sp. 14	X	
<i>Strumigenys elongata</i> Roger, 1863	X	
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	X	X
Ponerinae		
<i>Hypoponera distinguenda</i> (Emery, 1890)	X	X
<i>Hypoponera foreli</i> (Mayr, 1887)	X	
<i>Hypoponera reichenspergeri</i> (Santschi, 1923)		X
<i>Hypoponera</i> Santschi, 1938 sp. 6		X
<i>Neoponera curvinodis</i> (Firol, 1899)	X	
<i>Neoponera laevigata</i> (Smith, F., 1858)		X
<i>Neoponera verenae</i> (Forel, 1922)		X
<i>Neoponera villosa</i> (Fabricius, 1804)		X
<i>Odontomachus bauri</i> Emery, 1892		X
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	X	X

<i>Odontomachus haematodus</i> (Linnaeus, 1758)		X
<i>Odontomachus meinerti</i> Forel, 1905	X	X
<i>Pachycondyla impressa</i> (Roger, 1861)	X	
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)	X	X
<i>Pachycondyla striata</i> Smith, F., 1858	X	X
Pseudomyrmecinae		
<i>Pseudomyrmex curacaensis</i> (Forel, 1912)	X	
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)		X
<i>Pseudomyrmex tenuissimus</i> (Emery, 1906)		X
<i>Pseudomyrmex urbanus</i> (Smith, F., 1877)		X

Para as análises quantitativas foram utilizados os dados de coletas feitas por meio de iscas atrativas. Por não haver uma uniformidade no método das coletas manuais, estes dados não são considerados para as comparações realizadas.

Foram utilizadas para o método de iscas atrativas um total de 800 amostras; sendo 574 (71,75%) das iscas visitadas, 218 (27,25%) não continha nenhum exemplar da família Formicidae e 8 (1%) das iscas foram perdidas em campo.

Na amostragem por meio de iscas atrativas (Tabela. 2) ocorreram 76 espécies, 25 gêneros e 6 subfamílias, sendo que as mais abundantes Myrmicinae e Formicinae juntas somam 76,3% das espécies coletadas. Quanto aos gêneros mais abundantes *Pheidole* (16), *Camponotus* (11), *Solenopsis* (6), *Brachymyrmex* (5) e *Nylanderia* (4) que expressam um alto valor de 55,2% de todas as espécies.

Observou-se que 12 espécies apareceram nas 4 coletas *Atta sexdens*, *Azteca iheringi*, *Brachymyrmex minutus*, *Ectatomma tuberculatum*, *Nylanderia fulva*, *Odontomachus chelifer*, *Pheidole oxyops*, *Pheidole radoszkowskii*, *Pheidole* sp. 1, *Pheidole* sp. 4, *Solenopsis loreтана* e *Wasmannia auropunctata*.

Tabela 2: Espécies de formigas coletadas por meio de iscas atrativas no Parque Estadual Morro do Diabo - SP, indicando as estações de coleta, períodos do dia, extratos de solo e vegetação e tipos de iscas.

Espécies	1° Coleta								2° Coleta								3° Coleta								4° Coleta								Total		
	Diurno				Noturno				Diurno				Noturno				Diurno				Noturno				Diurno				Noturno						
	SS	SV	MS	MV	SS	SV	MS	MV	SS	SV	MS	MV	SS	SV	MS	MV	SS	SV	MS	MV	SS	SV	MS	MV	SS	SV	MS	MV	SS	SV	MS	MV		SS	SV
<i>Acromyrmex coronatus</i>	3	1	5	3	0	3	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	
<i>Apterostigma wasmannii</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Atta sexdens</i>	5	0	3	0	1	0	2	0	1	1	3	0	0	0	3	0	1	0	1	0	2	1	5	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	32	
<i>Azteca iheringi</i>	1	3	0	1	0	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	18	
<i>Brachymyrmex aphidicola</i>	0	0	0	1	1	0	1	3	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
<i>Brachymyrmex degener</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
<i>Brachymyrmex heeri</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
<i>Brachymyrmex minutus</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	0	1	1	0	1	0	13	
<i>Brachymyrmex Mayr sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	4	
<i>Camponotus atriceps</i>	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	
<i>Camponotus cingulatus</i>	0	0	0	0	5	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	1	1	0	0	0	0	7	1	0	0	0	25		
<i>Camponotus cf. simillimus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	6		
<i>Camponotus crassus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	5		
<i>Camponotus renggeri</i>	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
<i>Camponotus sericeiventris</i>	4	5	4	3	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	11	7	9	4	0	0	0	0	0	0	55	
<i>Camponotus Tanaemyrmex sp. 1</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3		
<i>Camponotus sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	3	0	4	1	0	11		
<i>Camponotus sp. 5</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Camponotus sp. 7</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Camponotus sp. 9</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
<i>Cephalotes pusillus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
<i>Crematogaster brasiliensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0	1	11	
<i>Crematogaster FAE 01 (ANTWEB)</i>	2	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	
<i>Cyphomyrmex laevigatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Cyphomyrmex rimosus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Ectatomma brunneum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Entre as espécies registradas, *Pheidole oxyops* foi a que apresentou maior frequência de ocorrência 199 (34,6%) do total de 574, seguida de *P. radoszkowskii* 118 (20,5%), no entanto, a predominância das espécies se altera no tempo, sendo que *P. oxyops* predomina nos meses de fevereiro, maio e agosto, sendo substituída por *S. loretana* no mês de novembro. Cabe ressaltar que a frequência de ocorrência de *P. oxyops* aumenta de fevereiro a agosto, onde esteve presente em mais de 50% das amostras (Figura. 7 e 8).

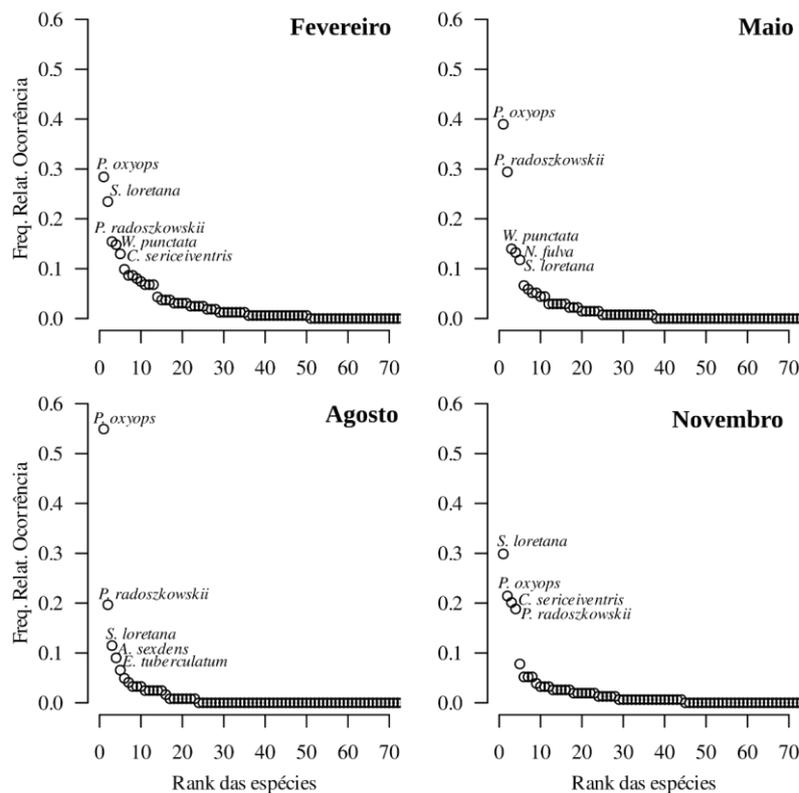


Figura 7: Frequência de ocorrência das espécie de formigas amostradas em iscas no Parque Estadual Morro do Diabo - SP.

Com um total de 55 registros nas 800 amostras, *Camponotus sericeiventris* (Figura. 9) foi uma das espécies mais frequentes na primeira coleta; entretanto, na 2^o coleta não apresentou nenhum registro e na 3^o coleta ocorreu em apenas 3 amostras, demonstrando um comportamento de forrageio mais frequente durante as estações chuvosas. Outro hábito apresentado foi a periodicidade, esteve presente em 49 (89%) amostras diurnas e em apenas em 6 (11%) amostras noturnas.



Figura 8: A: *Pheidole oxyops*, B: *Pheidole radoszkowskii*. Fonte: antiwiki.org.

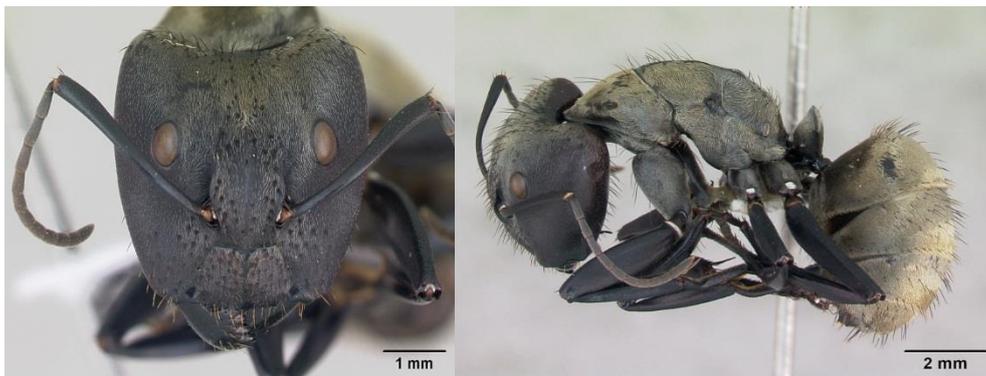


Figura 9: *Camponotus sericeiventris*. Fonte: antiwiki.org.

As espécies consideradas raras nos resultados desta pesquisa são aquelas que apareceram apenas 1 ou no máximo 2 amostras, sendo nomeadas Singletons e Doubletons, respectivamente, a partir das estimativas realizadas pelo EstimateS foram contabilizadas 23 espécies como Singletons e 7 Doubletons que juntas somam 39% da amostragem.

Os índices de similaridade de Sorensen (Tabela. 3) comparando todas as coletas, geraram resultados bem próximos, demonstrando que entre as coletas existe uma similaridade de aproximadamente 60%, apresentando o valor mais alto de 0,598 na

comparação entre a 1° coleta (verão) e a 2° coleta (outono), e o menor com 0,5 entre a 2° (outono) e 3° (inverno), com o cálculo médio de 0,55; este com ênfase nas amostras com mais ocorrências de espécies (Valentin, 1995). Já analisando a similaridade pelo índice de Morisita, a similaridade foi maior entre as coletas de Fevereiro e Novembro (0,845) e menor (0,635) entre as coletas de Fevereiro e Agosto sua média entre todas é de 0,74. Por não levar em consideração o tamanho da amostra, o índice de Morisita é um dos mais adequados, contudo é um quantificador sensível na variação de espécies abundantes (Wolda, 1981).

Tabela 3: Índices de similaridade de Sorensen e Morisita (**em negrito**), na comparação entre os meses de coletas de formigas realizadas no Parque Estadual Morro do Diabo - SP.

	1° Fevereiro	2° Maio	3° Agosto
1° Fevereiro	X	X	X
2° Maio	0,598 (0,783)	X	X
3° Agosto	0,521 (0,635)	0,5 (0,84)	X
4° Novembro	0,596 (0,845)	0,519 (0,73)	0,567 (0,645)

As comparações de similaridade de Sorensen e Morisita entre os componentes Dia x Noite (Período), Mel x Sardinha (Iscas) e Vegetação x Solo (Habitats) deram uma significância relativa principalmente entre as Iscas (Tabela. 4).

Tabela 4: Índices de similaridade de Sorensen e Morisita, na comparação entre os períodos (Diurno x Noturno), tipos de iscas (Sardinha x Mel) e estratos (Solo x Vegetação) para as de coletas de formigas realizadas no Parque Estadual Morro do Diabo - SP.

	Sorensen	Morisita
Diurno x Noturno	0,678	0,88
Sardinha x Mel	0,744	0,965
Solo x Vegetação	0,723	0,586

Os estimadores de riqueza baseada no índices de Chao I e Jacknife I e II (Tabela. 5) apontam para mais de 100 espécies visitando iscas no Parque Estadual Morro do Diabo, o que é ratificado pelo número de espécies capturadas de forma manual na área de coleta.

Tabela 5: Índices de Estimativas de Riqueza de Chao I, Jacknife I e II e Índice de Diversidade de Shannon-Weaver para as coletas de formigas realizadas no Parque Estadual Morro do Diabo - SP.

Chao 1	Jacknife 1	Jacknife 2	Shannon
107,59	103	116,33	3,23

A variação na riqueza de espécies foi quantificada através de uma análise de variância fatorial que foi significativamente explicada pelas variáveis utilizadas (r^2 ajustado=0,62; $F_{6,25}=9,40$; $p=0,001$). No entanto, considerando as variáveis utilizadas constatamos que a variação entre os meses de coleta foi a mais significativa ($F=14,01$; $p<0,001$), seguida da variação entre os ambientes ($F=10,98$; $p=0,003$), no entanto, a variação entre as iscas utilizadas ($F=1,76$; $p=0,197$) e o horário das amostragens ($F=1,48$; $p=0,236$) não apresentaram influência significativa (Figura. 10).

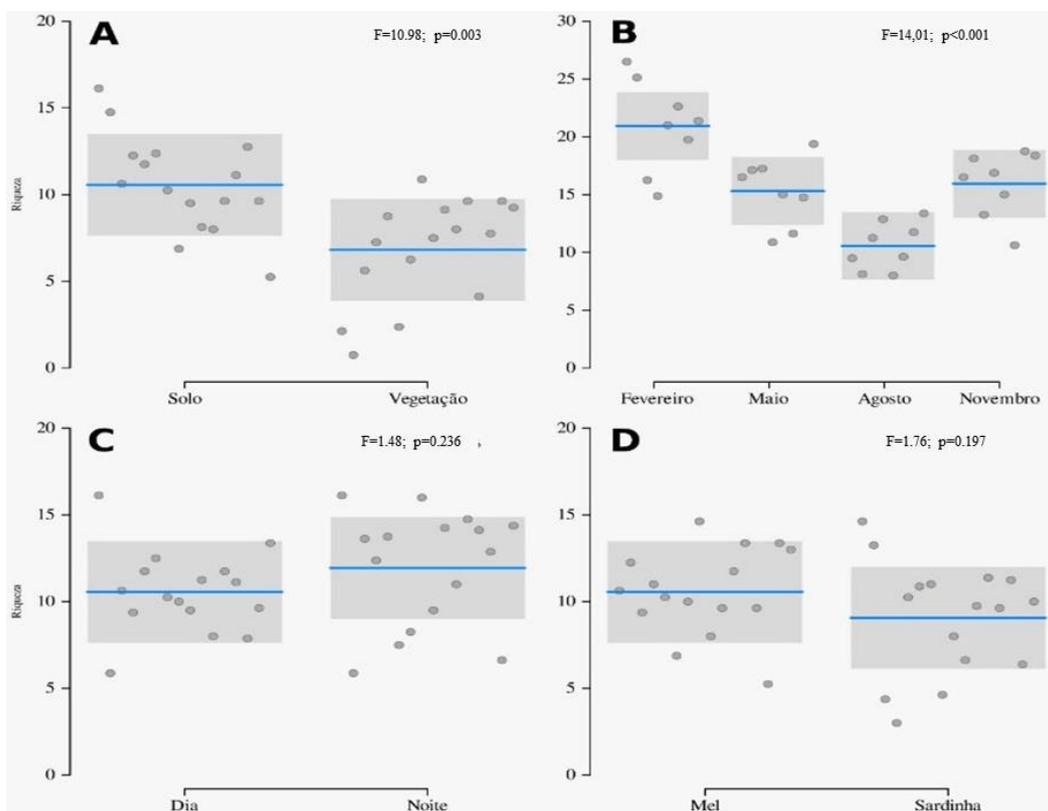


Figura 10: Análise de variância fatorial na comparação entre as variáveis amostradas para a fauna de formigas no Parque Estadual Morro do Diabo - SP.

O resultado da permanova sugere que a variação entre os habitats é o principal descritor da composição de espécies de formigas ($F_{(1,25)} = 13,90$; $p = 0,001$; $r^2 = 0,24$), seguido da variação entre os meses ($F_{(1,25)} = 4,28$; $p = 0,001$; $r^2 = 0,22$) e pela variação entre os horários de amostragem ($F_{(1,31)} = 4,66$; $p = 0,002$; $r^2 = 0,08$). Neste caso, ainda que o valor de F tenha sido maior para o horário de amostragem, o poder preditivo desta variável foi menor do que a variação entre os meses do ano. Não foi observada influência significativa do tipo de isca sobre a composição de espécies ($F_{(1,31)} = 0,74$; $p = 0,642$; $r^2 = 0,01$) (Figura. 11).

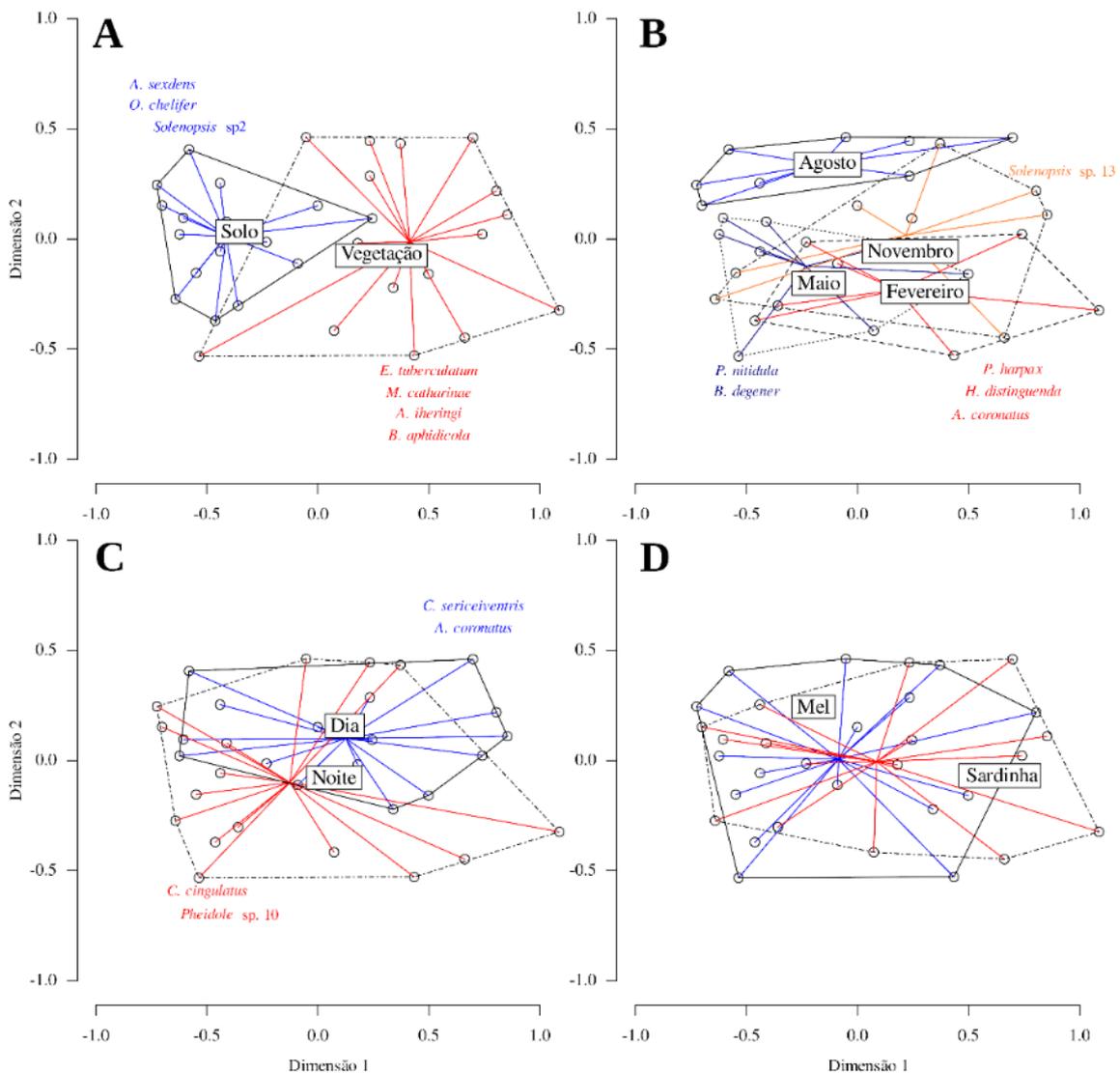


Figura 11: Análise de escalonamento multidimensional não métrica indicando as variações entre Solo x Vegetação, Meses de coleta, Períodos e Iscas Atrativas utilizando o coeficiente de Bray-Curtis.

A curva do coletor sugere que o mês de agosto é o que apresenta menor riqueza de espécies, independentemente do número de amostragens realizadas e que os meses de fevereiro e novembro apresentam a maior riqueza de espécies. Apenas o mês de agosto apresenta clara tendência de estabilização na riqueza de espécies (Figura. 12).

Para a curva de rarefação (Figura. 13), um gráfico foi realizado utilizando os valores do software Estimate S exportando-os para o Excel onde foi gerado o número de espécies coletadas (76) e o número de espécies por estimativa (115) que seria possível de ocorrer com uma melhor amostragem, o que novamente devido as coletas manuais foi amostrado.

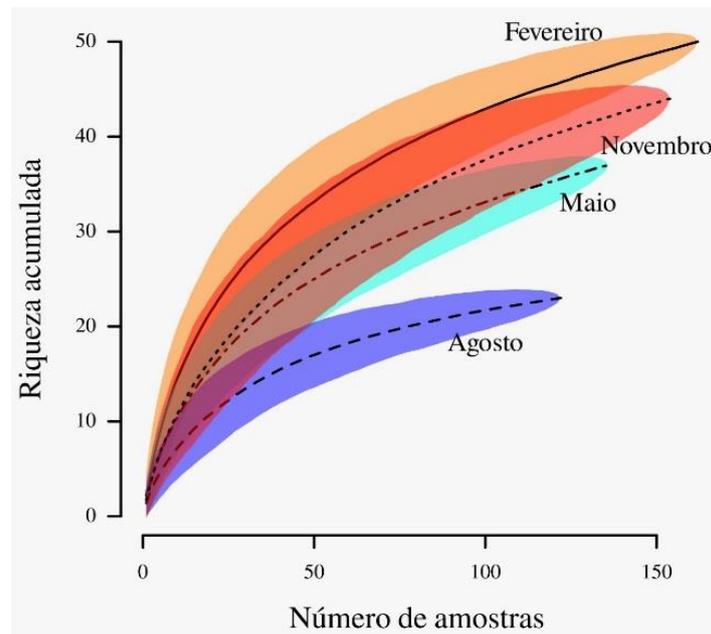


Figura 12: Curva do Coletor por meses (estações) de coleta de formigas no Parque Estadual Morro do Diabo – SP.

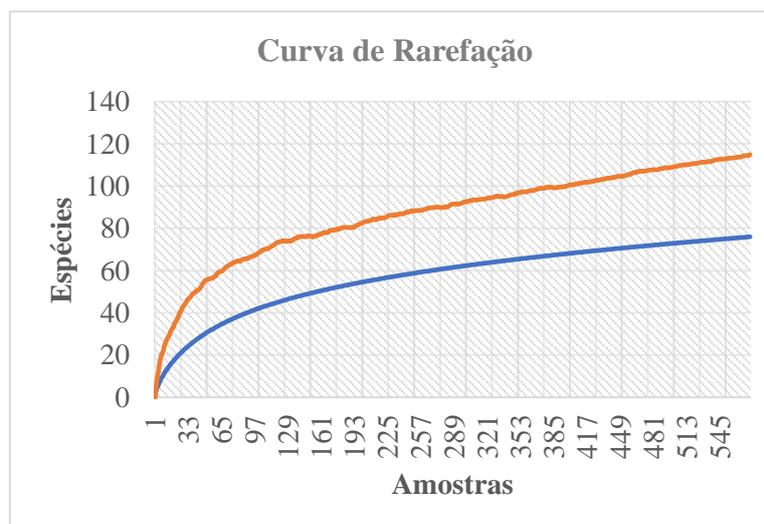


Figura 13: Curva de Rarefação das coletas de formigas realizadas com iscas atrativas no Parque Estadual Morro do Diabo - SP. Em vermelho a estimativa de riqueza e em azul espécies coletadas nas amostras.

7. DISCUSSÃO

O PEMD é uma das maiores áreas preservadas do bioma Mata Atlântica, principalmente pelas suas florestas de interiores. Até o presente momento não haviam levantamentos de dados realizados com a família Formicidae especificamente em seu território, sendo assim, as espécies encontradas são poucas, comparadas ao número que realmente pode ocorrer em toda a região do Parque.

As formigas estão entre o grupo de insetos mais estudados no mundo todo, através de diferentes métodos e análises. Comparando o presente estudo com outros realizados com levantamento de amostras e coletas, foram registradas com ambas as metodologias, manual e iscas, um número significativo de riqueza de espécies, com um total superior a trabalhos como o de Baccaro *et al.*, (2011), que analisou a distância entre iscas atrativas, Silva & Silvestre (2004); Ribeiro (2011) e Fleck *et al.*, (2015) que amostraram a serapilheira e o último inclusive com novos registros para o estado do Rio Grande do Sul, Silva (2006). Neupane & Subedi (2018) utilizaram diferentes métodos de amostragem em conjunto, Antoniazzi *et al.*, (2020) que coletou por meio de iscas atrativas e coletas manuais, Cidade (2011) que usou iscas e armadilhas Pitfalls.

E ficou abaixo de diversos outros, como os de Delabie *et al.*, (2000), com 17 armadilhas diferentes encontrou 134 espécies, Silvestre *et al.*, (2003) que registrou 331 espécies no Cerrado, Santos *et al.*, (2006) 142 espécies, Suguituru *et al.*, (2013) com 158, sendo que os dois últimos são de Mata Atlântica.

Devido a maior parte da população brasileira viver no bioma Mata Atlântica, seu território ficou muito fragmentado (Ministério do Meio Ambiente, 2010). Mesmo fracionado o bioma ainda possui uma alta biodiversidade, aparecendo em diversos levantamentos sobre a mirmecofauna com diferentes objetivos (Morini *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2012; Vargas *et al.*, 2013; Figueiredo *et al.*, 2013; Cantarelli *et al.*, 2015), entretanto, os citados dentre outros, não chegaram a ultrapassar os dados deste trabalho demonstrando assim a importância deste estudo para a fauna desta região.

Segundo Silva (1996), as espécies de fauna se distribuem em seu meio de acordo com as ações que ocorrem em seu entorno, como aspectos alimentares, competições, aspectos característicos favoráveis e outros. No caso das formigas que tem atuação em diversos nichos (Silvestre *et al.*, 2003), conseguir realizar amostras que retratam de forma completa a riqueza de qualquer ecossistema é uma difícil mas uma importante missão

para conhecer a fauna e entender melhor como estas espécies interagem entre si e com seu meio.

Mesmo ao avaliar apenas os dados relativos as iscas atrativas, o número de espécies amostradas supera trabalhos como de Leal & Lopes (1992) que amostrou iscas com sardinhas e coleta manual, áreas de solo e vegetação em oito transectos diferentes no bioma Mata Atlântica. Schmidt *et al.*, (2004), utilizou técnicas de iscas atrativas (Sardinha e Mel) em seis expedições de coletas manuais na vegetação no período de 1 ano. Klunk *et al.*, (2016) utilizou duas técnicas Winkler e Pitfalls de solo e arbóreo em duas estações de coleta. Júnior *et al.*, (2017) realizaram seis campanhas em dois meses, utilizando as técnicas de Pitfall e iscas de sardinhas. Orivel *et al.*, (2018) estudaram a elevação de 200 até 3200 m de altitude em um gradiente em Papua, Nova Guiné expondo cinco diferentes iscas para investigar o uso dos recursos e a preferência alimentar por espécie. Arnan *et al.*, (2019) amostraram com diversas iscas atrativas em dois meses do ano (maio e junho) com três localidades distintas.

Um trabalho semelhante no bioma Cerrado, foi o de Silvestre & Brandão (2000), que utilizou iscas de mel e sardinha nos substratos arbóreos e de solo, nos períodos diurno e noturno, que somaram 85 espécies, em seis campanhas totalizando 1200 amostras de iscas. Esses autores estimaram que com 1200 iscas uma porcentagem de 75% da fauna de uma área de 1ha de Cerrado foi amostrada. Este trabalho apresentou um esforço amostral superior, resultando em um valor maior de espécies coletadas encontradas somente em iscas atrativas.

Silvestre *et al.*, (2003) aplicou a mesma metodologia de iscas atrativas no solo e vegetação em diferentes localidades do Cerrado, em Niquelândia- GO registrou 71 espécies em 400 amostras; Colinas do Sul – GO (75 em 400); Campinaçu – GO (82 em 400); Uruaçu- GO (57 em 400); Luiz Antônio- SP (64 em 400); Cajuru- SP (85 em 1200); Águas Emendadas- DF (75 em 1200), tendo apenas duas localidades com registros superiores ao presente trabalho.

Quanto as três subfamílias mais ocorridas, Myrmicinae, Formicidae e Ponerinae, observou-se essa repetição em diversos outros estudos, (Silvestre *et al.*, 2003; Silva, 2006; Ribeiro, 2011; Suguituru *et al.*, 2013; Cantarelli *et al.*, 2015) inclusive com estudos no mesmo bioma (Leal & Lopes, 1992; Santos *et al.*, 2006; Morini *et al.*, 2007). As subfamílias amostradas por Júnior *et al.*, (2017), ao invés de Ponerinae, teve como predominância Dolichoderinae, e Vargas *et al.*, (2013) que obteve um número maior para Ectatomminae ao invés de Formicidae. Apesar de tudo a subfamília com maior ocorrência

foi o de Myrmicinae, (Boscardin *et al.*, 2011; Cantarelli *et al.*, 2015; Fleck *et al.*, 2015; Wazema *et al.*, 2018).

Os gêneros com maior representatividade *Camponotus*, *Pheidole* e *Solenopsis* foram encontrados em outros trabalhos, tendo *Pheidole* com o maior número (Baccaro *et al.*, 2011; Boscardin *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2012), já (Silvestre *et al.*, 2003; Schmitd *et al.*, 2004 e Peixoto *et al.*, 2010) relataram *Camponotus* e *Pheidole* como maiores e Cidade (2011) relatou os três gêneros com a mesma sequência numérica que este trabalho. Como relatado neste trabalho, *W. auropunctata* teve uma alta frequência como nos apresentados por Baccaro *et al.*, (2011) e Silva (2017), este observou maiores registros nas épocas chuvosas em comparação a época de seca, semelhante a este estudo. Segundo Melo & Delabie (2017), essa espécie ocorre em mais de 50% das cidades brasileiras, além de ser encontrada em diferentes habitats (áreas urbanas, verdes e outros), destacam também que espécies que regularmente são registradas em vários municípios e localidades são apontadas como invasoras.

Foram relatadas como espécies raras os Singletons (23) e Doubletons (7), a junção de ambos demonstrou uma alta taxa (39,47%) entre as que provieram das iscas, sendo de comum ocorrência em florestas tropicais as espécies tidas como raras (Silva, 2006; Vargas *et al.*, 2013). O estudo desse tipo de fauna é essencial principalmente no que diz respeito a conservação de ecossistemas, entretanto as coletas devem estabelecer padrões aceitáveis para que de fato possam amostrar toda a localidade, vis que por muitas vezes uma espécie que aparece como rara em um ponto amostral pode ser tida como abundante em outro (Longino *et al.*, 2002).

O índice de Morisita obtido indicou o mesmo resultado do trabalho de Silvestre (1995), uma alta similaridade entre mel e sardinha, fauna distinta entre solo e vegetação e os meses do ano, sendo diferente entre os períodos diurno e noturno. Antoniazzi *et al.*, (2020), relataram que há diversidade distinta entre amostras de dossel das árvores e superfície do solo, e outra pesquisa que também corroborou foi de Leal & Lopes (1992), que relataram uma diferença entre a vegetação e o solo, propondo que isto é esperado, pois o substrato solo oferece mais recursos alimentares e locais para a criação de seus formigueiros.

A diferença de espécies para os trabalhos de Morelli *et al.*, (2007) e Boscardin *et al.*, (2011) não foram notadas para as iscas de mel e sardinha e Aoki *et al.*, (2013) além de serem semelhantes encontrou mais espécies amostradas em mel, sendo a mesma isca com mais amostras desta pesquisa. Arnan *et al.*, (2019) usaram sementes, insetos e

açúcares líquidos e verificaram que boa parte das espécies mediterrâneas são generalistas. Uma pesquisa realizada por Orivel *et al.*, (2018) amostrou por meio de 5 iscas atrativas, sendo duas soluções, sacarose e melezitose, cupins, insetos esmagados e fezes de frango, que as iscas com maior número de visita foram as de insetos esmagados, enquanto as de carboidratos obtiveram os menores índices, mostrando um resultado diferente ao presente trabalho.

O coeficiente de Sorensen entre as estações demonstrou que o maior coeficiente foi entre a estação do verão para outono. De acordo com Faria & Pires (2006), o clima do PEMD foi classificado por meio de cálculos de Koppen, com verões quentes e chuvosos enquanto o inverno é tido como seco, o menor índice foi entre a segunda e terceira coleta, a menor em número de espécies ocorridas, mas que segundo o gráfico do coletor indicou um platô afirmando que na época de seca as formigas forrageiam menos.

Para com os dados: Diurno x Noturno, Solo x Vegetação e Sardinha x Mel, os valores estimados pelo índice de Sorensen retrataram uma similaridade alta nos três requisitos, mas com dois valores menores do que de Morisita que gerou um valor inferior entre os habitats; entretanto, ambos os índices demonstraram a similaridade acima em 50% da fauna. Silvestre *et al.*, (2003) retrataram em seus resultados que conforme a distância geográfica era maior de uma localidade a outra no planalto central, à similaridade é menor entre os pontos amostrados.

Vargas *et al.*, (2013) amostrando 50m de distância de pontos de serapilheira em uma transecção de 1200, estipulou uma similaridade de 38% nas amostras coletadas utilizando o mesmo método. Um trabalho na Argélia amostrando uma floresta nacional dispôs de três pontos amostrais distintos e utilizou quatro armadilhas seus índices de Sorensen atingiram de 41%, 44% e 70% de similaridade entre as três áreas escolhidas (Maouche *et al.*, 2020).

Comparando os índices de Chao I e Jacknife I ao de Silvestre *et al.*, (2003) nos seus sete pontos de coletas, cinco índices de Chao I tiveram valores abaixo deste trabalho, sendo as localidades com maiores números Niquelândia – GO (112,14) e Campinaçu – GO (131), quanto ao índice de Jacknife I todos os pontos deram resultados menores do que os relatados neste levantamento. sendo maior que o resultado relatado por Bastos (2009) e menor ao compararmos com os índices de Baccaro *et al.*, (2011) na Amazônia. Já o Jacknife II ficou abaixo do apresentado por Vargas *et al.*, (2013), mas demonstrou uma riqueza superior a de Ribeiro, (2011). Quanto ao índice de diversidade de Shannon-Weaver, resultou valores maiores do que diferentes pesquisas (Peixoto, 2010; Santos *et*

al., 2012; Cantarelli, 2015). Esta discrepância nos valores de estimativa de riqueza e diversidade obtidos nos diferentes trabalhos relatados indica que vários fatores ecológicos estão envolvidos e comparações são mais adequadas para protocolos de coletas idênticos.

Na variância fatorial utilizando o índice de Bray-Curtis foi constatado que não houve diferença significativa entre diurno e noturno e entre as iscas, o que discorda de nossa hipótese final, contudo, nossos resultados demonstraram diferenças significativas entre os meses de coleta e habitats e que por sua vez são apresentados em outras pesquisas (Silvestre *et al.*, 2003; Antoniazzi *et al.*, 2020). Silvestre & Brandão (2000) discorrem que houve diferença entre as espécies diurnas e noturnas, porém as comparações entre as iscas mostraram que não houve diferença significativa, bem como o encontrado neste estudo.

A análise NMDS mostra como as espécies se distribuíram entre os quatro componentes, a diferença entre solo e vegetação foi a que obteve o maior valor, seguido pelos meses de coleta (estações do ano); ambos resultados foram relatados como os maiores influenciadores, entretanto na variância fatorial os meses tiveram um valor maior, estes dois índices corroboram com outros trabalhos (Leal & Lopes, 1992; Silva, 2006). O resultado entre os períodos também foi significativo, constatando que existe uma composição faunística distinta, o mesmo que registrou Silvestre (1995). Enquanto Sardinha x Mel não demonstraram significância novamente, reafirmando as demais análises, o que indica que as formigas em grande parte são onívoras se alimentando de diferentes fontes (Silvestre & Brandão, 2000).

A curva de rarefação que interpreta a riqueza total presente da área amostral (Delabie *et al.*, 2000; Longino *et al.*, 2002), resultou em 115 espécies que poderiam ser encontradas na soma total das amostras, o que foi amostrado somando as coletas manuais. Silvestre & Brandão (2000) estimam que seria necessário cerca de 1600 amostras para que seja possível alcançar o platô de espécies registradas por meio desta metodologia.

Quanto à curva do coletor expressada pelas estações (meses), é possível observar que na época da estação chuvosa foram coletadas mais espécies, semelhante ao que foi encontrado em outras pesquisas (Silvestre, 1995; Schmidt *et al.*, 2004). Foi constatado também a ocorrência de um platô no mês de agosto, não ocorrendo nas demais coletas, indicando que nesse mês as amostras contemplaram quase que a totalidade das espécies em atividade, que são amostradas por iscas atrativas. Com o resultado final observamos a importância de se ter ao menos dois métodos de coletas que se complementem conforme

relatam outros trabalhos (Klunk *et al.*, 2016; Antoniazzi *et al.*, 2020; Maouche *et al.*, 2020).

A coleta manual é uma das técnicas mais eficientes para amostragem da família Formicidae como notamos neste trabalho e nas pesquisas realizadas por Antoniazzi *et al.*, (2020), quanto a Maouche *et al.*, (2020), entre quatro técnicas diferentes, as coletas manuais ficaram na segunda posição em números de espécies coletadas, perdendo apenas para as iscas de sardinha. Silvestre *et al.*, (2003), relatam que algumas espécies ocorreram devido aos tipos diferentes de armadilhas como iscas subterrâneas e luminosas. Conforme também relata Delabie *et al.*, (2000) a diferença da composição nas diferentes armadilhas utilizadas na pesquisa.

Como algumas armadilhas podem restringir a fauna coletada (Brandão *et al.*, 2000), o ideal é utilizar ao menos dois métodos para suprir requisitos que o outro não consiga (Longino *et al.*, 2002; Silva & Silvestre, 2004; Forny, 2013), sendo a coleta manual uma opção adequada, adotando padrões como realizou Antoniazzi *et al.*, (2020). A junção destas técnicas com a metodologia de iscas pode ser um importante modelo para amostrar uma área; é importante ressaltar que utilizar o conjunto de diferentes armadilhas onde uma supriria a falta da outra em diferentes habitats, espaço e tempo, podem ser fatores importantes para realizar um levantamento adequado da mirmecofauna da localidade avaliada.

8. CONCLUSÃO

Os resultados confirmaram as nossas hipóteses primárias entre as composições de formigas durante as estações do ano, demonstrando uma sazonalidade entre os meses de forrageamento das espécies, mesmo as que possuem maior abundância tiveram uma diminuição em suas visitas na estação seca. Os dados entre a superfície do solo e vegetação arbórea demonstrou uma diferença significativa na ocorrência de faunas distintas entre estes extratos, concluindo assim a importância de estudar estes meios para amostrar a fauna adequada do local.

Mesmo que os períodos noturnos e diurnos não retratem tanta diferença na riqueza de espécies, é possível observar pelo NMDS uma diferença entre a composição de espécies relatada.

Não houve diferença estatística entre as iscas de sardinha e mel, demonstrando a onivoria da maioria das espécies de formigas.

Notamos que métodos de coleta utilizando-se de iscas e métodos manuais se complementam para amostragem de uma parcela do PEMD, mas ainda assim para retratar de fato uma grande área como a do Parque é necessário a utilização de outras técnicas considerando diferentes épocas de amostragem, períodos do dia e local de forrageio.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antoniazzi, R.; Ahuatzin, D.; Martínez, J. P.; Lozada, L. O.; Leponce, M.; Dáttilo, W. 2020. On the Effectiveness of Hand Collection to Complement Baits When Studying Ant Vertical Stratification in Tropical Rainforests. *Sociobiology*, v. 67, n. 2, <http://dx.doi.org/10.13102/sociobiology.v67i2.4909>.
- AntWeb, 2020. Version 8.42. California Academy of Science, online at <https://www.antweb.org>. Acesso em: 24/10/2020.
- AntWiki, 2020. Disponível em: <https://www.antwiki.org>. Acesso em: 20/10/2020.
- Aoki, C.; Dargas, J. H. F.; Cardoso, I. L.; Coutinho, B. A.; Prado, A. 2013. Avaliação comparativa de iscas atrativas na amostragem de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no Maciço do Urucum, MS. Disponível em: <https://Pt.Scribd.Com/Document/232459185/avaliacao-comparativa-de-iscas-atrativas-na-amostragem-de-formigas>. Acesso em: 02/11/2020.
- Arnan, X.; Horas, R. M.; Blüthgen, N. 2019. Food resource exploitation and functional resilience in ant communities found in common Mediterranean habitats. *Science The Total Environment*, [S.L.], v. 684, p. 126-135. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.260>.
- Baccaro, F. B.; Ketelhut, S. M.; Morais, J.W. de. 2011. Efeitos da distância entre iscas nas estimativas de abundância e riqueza de formigas em uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, [S.L.], v. 41, n. 1, p. 115-122. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0044-59672011000100013>.
- Baccaro, F. B.; Feitosa, R. M.; Fernandez, F.; Fernandes, I. O.; Izzo, T. J.; Souza J. L. P. de.; Solar, R. 2015. Guia para os gêneros de formigas do Brasil. Manaus: Editora INPA, 388p.
- Bastos, A. H. dos S. 2009. Diversidade e composição de formigas Ponerine (Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae) de serapilheira na estação científica Ferreira Penna Caxiuanã, Melgaço, Pará, Brasil. Disponível em: http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/3529/1/Dissertacao_DiversidadeComposicaoFormigas.pdf. Acesso em: 05/11/2020.
- Bestelmeyer, B. T.; Agosti, D.; Alonso, L. E.; Brandão, C. R. F.; Brown Jar, W. L.; Delabie, J. H. C.; Silvestre, R. 2000. Field techniques for the study of ground-living ants: an overview, description and evaluation. In: Agosti, D.; Majer, J. D.; Alonso, L. E. & Schultz, T. eds. *Ants: standart methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington, Smithsonian Institution. P. 122 – 144.
- Boscardin, J.; Costa E. C.; Garlet, J.; Murari, A. B.; Delabie, J. H. C. 2011. Avaliação comparativa de iscas atrativas a partir da riqueza de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) numa floresta de *Eucalyptus grandis*, em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Augm Domus* 3:10-19.
- Brandão, C. R. F.; Silvestre, R.; Menezes, A. R. 2000. Influência das interações comportamentais entre espécie de formigas em levantamentos faunísticos em comunidades de cerrado. Pp. 371-404.
- Brasil. Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Presidência da República, Casa Civil, Brasília, DF, 2000.
- Brasil. Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Presidência da República, Casa Civil, Brasília, DF, 2006.

- Cáceres, M. de.; Legendre, P.; Moretti, M. 2010. Improving indicator species analysis by combining groups of sites. *Oikos*, [S.L.], v. 119, n. 10, p. 1674-1684, 14 set. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18334.x>.
- Caldas, A.; Moutinho, P. R. S. 1993. Composição e diversidade da fauna de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em áreas sob remoção experimental de árvores na Reserva Florestal de Linhares, ES, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, São Paulo, 37(2): 299-304.
- Cantarelli, E. B.; Fleck, M. D.; Granzotto, F.; Corassa, J. de N.; D'Avila, M. 2015. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serrapilheira em diferentes sistemas de uso do solo. *Ciência Florestal*, [S.L.], v. 25, n. 3. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509819612>.
- Camargo, A. J. A. de.; Oliveira, C. M. de.; Frizzas, M. R.; Sonoda, K. C.; Corrêa, D. do C. V. 2015. Coleções Entomológicas. Brasília, 118 p. Embrapa. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/122542/1/amabilio-01.pdf>. Acesso em: 15/10/2020.
- Cidade, M. P. N. 2011. Riqueza e abundância de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em diferentes classes de solo em uma área de savana próxima de Boa Vista-RR. Disponível em: https://ppbio.inpa.gov.br/sites/default/files/Dissertacao_CIDADE_M.P.N.2011.pdf. Acesso em: 02/11/2020.
- Clarke, K. R.; Somerfield, P. J.; Chapman, M. G. 2006. On resemblance measures for ecological studies, including taxonomic dissimilarities and a zero-adjusted Bray-Curtis coefficient for denuded assemblages. *Journal Of Experimental Marine Biology And Ecology*, v. 330, n. 1, p. 55-80. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2005.12.017>.
- Climatempo. 2020. Climatologia e histórico de previsão do tempo em Teodoro Sampaio, SP. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/567/teodorosampaio-sp>. Acesso em: 29/11/2020.
- Colwell, R. K. 1997. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 5. User's Guide and application.
- Colwell, R. K. 2013. EstimateS version 9.1: Statistical estimation of species richness and shared species from samples (software and user's guide). Disponível em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>. Acesso em: 27/10/2018.
- Delabie, J. H. C.; Fisher, B. L.; Majer, J. D.; Wright, I. W. 2000. Sampling Effort and Choice of Methods. *In*: D. Agosti; Majer, J.D.; Tennant, A.; Schultz, T.R. (Eds). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC., USA. p. 145-154.
- Ecovirtual.ib.usp. 2016. Análise de classificação - Roteiro em R. Disponível em: http://ecovirtual.ib.usp.br/doku.php?id=pdfcreator&do=export_pdfns&book_ns=ecovirt&book_title=roteiros;An. Acesso em: 02/11/2020.
- Faria, H. H. de.; Pires, A. S. 2006. Parque Estadual do Morro do Diabo: Plano de Manejo. Santa Cruz do Rio Pardo. Editoria Viena, 311 p.
- Figueiredo, C. J.; Silva, R. R.; Munhae, C. B.; Morini, M. S. C. 2013. Ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) attracted to underground traps in Atlantic Forest. *Biota Neotrop*. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v13n1/en/abstract?article+bn01413012013>. Acesso em: 01/11/2020.
- Fittakau, E. J.; Klinge, H. 1973. On biomas and trophic structure of the central Amazonian rain forest ecosystem. *Biotropica*, v.5, p.2-14.

- Fleck, M. D.; Cantarelli, E. B.; Granzotto, F. 2015. Registro de novas espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal*, [S.L.], v. 25, n. 2, p. 16 jun. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509818468>.
- Forny, J. A. de L. 2013. Comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) presentes em área urbanizada na cidade de Vassouras, RJ. Disponível em: [http://r1.ufrrj.br/wp/ppgcaf/wp-content/uploads/COMUNIDADE%20DE%20FORMIGAS%20\(HYMENOPTERA,%20FORMICIDAE\)%20PRESENTES%20EM%20C3%81REA%20URBANIZADA%20NA%20CIDADE%20DE%20VASSOU.pdf](http://r1.ufrrj.br/wp/ppgcaf/wp-content/uploads/COMUNIDADE%20DE%20FORMIGAS%20(HYMENOPTERA,%20FORMICIDAE)%20PRESENTES%20EM%20C3%81REA%20URBANIZADA%20NA%20CIDADE%20DE%20VASSOU.pdf). Acesso em: 03/11/2020.
- Fowler, H. G.; Forti L. C.; Brandão, C. R. F.; Delabie, J. H. C.; Vasconcelos H. L. 1991. *Ecologia nutricional de formigas.. Ecologia Nutricional de Insetos e Suas Implicações no Manejo Integrado de Pragas*. São Paulo: Editora Manole LTDA.
- G1. Agência Estado. 2010. Fogo destrói parte de reserva do mico-leão-preto no interior de SP. Disponível em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2010/09/fogo-destroi-parte-de-reserva-do-mico-leao-preto-no-interior-de-sp.html>. Acesso em: 15/10/2020.
- Hanson, P. Y.; Gauld, I. D. 2006. *Hymenoptera de la Región Neotropical*. Memmoirs American Entomology Institute, Gainesville.
- Hölldobler, B.; Wilson, E. O. 1990. *The ants*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Hortal, J.; Bello, F. de.; Filho, J. A. F. D.; Lewinsohn, T. M.; Lobo, J. M.; Ladle, R. J. 2015. Seven Shortfalls that Beset Large-Scale Knowledge of Biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 46(1):523–549.
- Júnior, J. F. do V.; Lima, A. C. S.; Cidade, M. P. N.; Bandeira, H. F. da S.; Cruz, D. L. de S. de S. 2017. Composição da assembleia de formigas em área de savana no norte da Amazônia. *Revista Agro@Mambiente On-Line*, [S.L.], V. 11, N. 2, P. 153. Universidade Federal De Roraima. <Http://Dx.Doi.Org/10.18227/1982-8470ragro.V11i2.3813>.
- Klunk, C. L. 2016. Composição e riqueza de formigas em uma área do Parque Nacional de são Joaquim, sul do Brasil. Disponível em: <Https://Core.Ac.Uk/Download/Pdf/84614428.Pdf>. Acesso em: 02/11/2020.
- Leal, I. R.; Lopes, B. C. 1992. Estrutura das comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de solo e vegetação no Morro da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, SC. *Biotemas* 5: 107-122.
- Lewinsohn, T. M.; Prado P. I. 2005. How many species are there in Brazil? *Conservation Biology* 19: 619-624.
- Longino, J. T.; Coddington, J.; Colwell, R. K. 2002. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways. Disponível em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/RKCPublications/LonginoCoddingtonColwell2002.pdf>. Acesso em: 04/11/2020.
- Machado, A. B. M.; Brescovi, A. D.; Mielke, O. H.; Casagrande, M.; Silveira, F. A.; Ohlweile, F. P.; Zeppelin, D.; Maria, M. de.; Wieloch, A. H. 2008. "Invertebrados terrestres" Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de extinção. Brasília, DF: MMA. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/179/_arquivos/vol_i_invertebrados_terrestres.pdf. Acesso em: 26/10/2018.
- Magurran, E. A. 1988. *Diversidad Ecológica y su Medición*. Disponível em: http://www.geografiasica.org/sem_2016_02/geo131/fuentes/MAGURRAN-diversidad-ecologica-y-su-medicion-es.pdf. Acesso em: 25/10/2018.

- Maouche, A.; Tahraoui, A.; Moulai, R. 2020. Ants' diversity (Hymenoptera-Formicidae) in the Algeria's humid forests, case of the Gerrouche forest massif (Taza National Park). *Sociobiology*, [S.L.], v. 67, n. 2, p. 153-200. Universidade Estadual de Feira de Santana. <http://dx.doi.org/10.13102/sociobiology.v67i2.4985>.
- Medeiros, R.; Young, C. E. F.; Pavese, H. B.; Araújo, F. F. S. 2011. Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: Sumário Executivo. Brasília: UNEP-WCMC, 44p.
- Mello, R. 2014. A Relevância Da Vida Social Das Formigas Na Estruturação Dos Ecossistemas Terrestres: Ciência E Literatura Como Proposta Transdisciplinar De Conscientização Ecológica. *Revista Terceiro Incluído*, 4(1), 24-43. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/teri/article/view/33942/17958>. Acesso em: 01/11/2020.
- Melo, T.; Delabie, J. H. C. 2017. Ecologia e conservação da biodiversidade de formigas em ambientes urbanos. *Formigas em ambientes urbanos no Brasil*. Bauru: Canal 6 Editora. p. 189-240.
- Mielke, O. H. H.; Casagrande, M. M. 1997. *Papilionoidea e Hesperioidea* (Lepidoptera) do Parque Estadual do Morro do Diabo, Teodoro Sampaio, Brasil, com notas taxonômicas sobre Hesperiiidae. *Revista Brasileira de Zoologia*, 14. p. 967-1001.
- Ministério do Meio Ambiente. 2010. Mata Atlântica: patrimônio nacional dos brasileiros. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Núcleo Mata Atlântica e Pampa; organizadores Maura Campanili [e] Wigold Bertoldo Schaffer. – Brasília: MMA, 408 p. : il. color. ; 23 cm. - (Biodiversidade, 34).
- Ministério do Meio Ambiente. 2012. A Mata Atlântica tem legislação específica. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/folder_legislao_mata_atlantica.pdf. Acesso em: 15/09/2020.
- Morelli, M. M.; Arruda, V. M.; Bonacina, A. K. B.; Nomura, E.; Varotti, G. L.; Fowler, H. G. 2007. Interação competitiva entre formigas (Hymenoptera:Formicidae) em iscas de carboidrato e proteína. Disponível em: <http://www.seb-ecologia.org.br/revistas/indexar/anais/viiiiceb/pdf/1061.pdf>. Acesso em: 04/11/2020.
- Moura, M. A. de.; Arana, A. R. A. 2018. Environmental fragmentation in the State Park Morro do Diabo in Teodoro Sampaio, SP, Brazil. *Sustentabilidade em Debate*, v. 9, n. 3, p. 125-159. Editora de Livros IABS. <http://dx.doi.org/10.18472/sustdeb.v9n3.2018.18377>.
- Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A. B.; Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, vol. 403, p. 853-858.
- Neupane, P.; Subedi, I. 2018. Ant diversity in Muhan Pokhari area of Shivapuri-Nagarjun National Park, Nepal. *Journal of Natural History Museum*, 30, 180-191. <https://doi.org/10.3126/jnhm.v30i0.27554>.
- Noss, R. N. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, n.4, p. 355-364.
- Oksanen, J.; Blanchet, F. G.; Friendly, M.; Kindt, R.; Legendre, P.; Mcglin, D.; O'hara, R. B.; Simpson, G. L.; Solymos, P.; Stevens, M. H. H.; Szoecs, E.; Wagner, H. *Vegan: Community Ecology Package*. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>. Acesso em: 29/11/2020.
- Orivel, J.; Klimes, P.; Novotny, V.; Leponce, M. 2018. Resource use and food preferences in understory ant communities along a complete elevational gradient in Papua New Guinea. *Biotropica*, [S.L.], v. 50, n. 4, p. 641-648. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/btp.12539>.

- Parra, J. R. P. 1991. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: Panizzi, A. R.; Parra, J. R. P. (Ed.). *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas*. São Paulo, SP: Manole. p. 9- 66.
- Palmer, M. W. 1991. Estimating richness species: the second order Jackknife reconsidered. *Ecology*, 72: 1512-1513.
- Peeters, C.; Keller, R. A.; Khalife, A.; Fischer, G.; Katzke, J.; Blanke, A.; Economo, E. P. 2020. The loss of flight in ant workers enabled an evolutionary redesign of the thorax for ground labour. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342465326_The_loss_of_flight_in_ant_workers_enabled_an_evolutionary_redesign_of_the_thorax_for_ground_labour. Acesso em: 29/11/2020.
- Peixoto, T. S.; Praxedes, C. L.; Baccaro, F. B.; Barbosa, R. I.; Júnior, M. M. 2010. Composição e riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em savana e ambientes associados de Roraima. *Revista Agro@mbiente On-Line*, [S.L.], v. 4, n. 1. Universidade Federal de Roraima. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v4i1.345>.
- Provete, D. B.; Silva, F. R. da.; Souza, T. G. 2011. Estatística aplicada à ecologia usando o R. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/36983905/estatistica-aplicada-a-ecologia-usando-o-r>. Acesso em: 29/11/2020.
- R-Core-Team. 2017. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Ribeiro, M. C.; Metzger, J. P.; Martensen, A. C.; Ponzoni, F. J.; Hirota, M. M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, vol. 142. p. 1141-1153.
- Ribeiro, T. C. 2011. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de fragmentos florestais em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/5277/RIBEIRO%2c%20TAISE%20COLPO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 07/11/2020.
- Rodrigues, E. I.; Rodrigues, E. I. 2018. *Ecologia Numérica*. 2018. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/51972980/livro-02-ecologia-numerica-rodrigues-e-rodrigues-2018>. Acesso em: 29/10/2020.
- Rafael, J. A. 2012. *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia I* editores, Gabriel Augusto Rodrigues de Melo, Claudio José Barros de Carvalho, Sônia Aparecida Casari, Reginaldo Constantino.-- Ribeirão Preto : Halos, Editora, 810 p. : il. i 28.
- Santos M. S.; Louzada, J. N. C.; Dias, N.; Zanetti, R.; Delabie, J. H. C.; Nascimento, I. C. 2006. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*; 96(1): 95-101. <http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212006000100017>.
- Santos, M. P. C. J.; Moreira, Alberto F. C.; Torres, Jorge B. 2012. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em floresta ombrófila densa e em cultivo de cana-de-açúcar, no município de Igarassu, PE. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, vol. 7, núm. 4. pp. 648-656.
- Schmidt, K; Corbetta, R; Camargo, A. J. A. de,. 2004. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) da Ilha João da Cunha, SC: composição e diversidade. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/21459/19421>. Acesso em: 05/11/2020.
- Sharkey, M. J. 2007. Phylogeny and classification of Hymenoptera. *Zootaxa*, V. 1668, N. 1, P. 521-548. Magnolia Press. <Http://Dx.Doi.Org/10.11646/Zootaxa.1668.1.25>.

- Silva, G. L. da.; Maia, A. C. R.; Santo, N. B. do E.; Fagundes, R.; Costa, C. B. da.; Ribeiro, S. P. 2011. Análise preliminar de mosaico de formigas arbóreas: métodos comparativos para a investigação de insetos de dossel - MG. *MG Biota*, v. 3, p. 25-42. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/biodiversidade/mg-biota>. Acesso em: 29/10/2020.
- Silva, L. L. da., 1996. *Ecologia: Manejo de Áreas Silvestres MMA/FNMA/FATEC*, DF, 352.
- Silva, L. B. de A. da., 2006. Composição, riqueza e raridade de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em povoamentos de eucaliptos e mata nativa na Reserva Biológica União/IBAMA, RJ. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 2006.
- Silva, R. R. da.; Silvestre, R. 2004. Riqueza da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habita as camadas superficiais do solo em seara, Santa Catarina. *Papéis Avulsos de Zoologia (São Paulo)*, v. 44, n. 1, p. 1-10. Universidade de São Paulo, Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica (AGUIA). <http://dx.doi.org/10.1590/s0031-10492004000100001>.
- Silva, S. C. da., 2017. Composição faunística de Formicidae (Hymenoptera) em diferentes ecossistemas localizados no município de Igarapé - Açú no nordeste paraense. Disponível em: <https://capanema.ufra.edu.br/antigo/attachments/article/255/silmara%20silva.pdf>. Acesso em: 08/11/2020.
- Silvestre, R. 1995. Levantamento da fauna de formigas de uma mancha de Cerrado no Estado de São Paulo e observações sobre a dinâmica de visitação às iscas. Ribeirão Preto, SP, FFCL-USP. 141 p. (Dissertação de Mestrado).
- Silvestre, R.; Brandão, C. R. F. 2000. Formigas (Hymenoptera, Formicidae) atraídas a iscas em uma “ilha” de Cerrado no município de Cajuru, estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, vol. 44. p. 71-77.
- Silvestre, R.; Brandão, C. R. F.; Silva, R. R. 2003. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los grêmios del cerrado, p.113–148. *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Bogotá. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, xxv+424 p.
- Silvestre, R. 2016. Estruturação e divulgação da coleção científica de Hymenoptera do MuBio-UFGD. Disponível em: <http://fundect.ledes.net/project/view/p/37541/estruturacao-e-divulgacao-da-colecao-cientifica-de-hymenoptera-do-mubio-ufgd>. Acesso em: 26/10/2018.
- Suguituru, S. S.; Souza, D. R.; Munhae, C. B.; Pacheco, R.; Morini, M. S. C. 2013. Diversidade e riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em remanescentes de Mata Atlântica na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, SP. *Biota Neotrop.* vol. 13, no. 2 <https://www.biotaneotropica.org.br/v13n2/pt/abstract?inventory+bn00813022013> ISSN 1676-0603.
- Tabarelli, M.; Pinto, L. P.; Silva, J. M. C.; Hirota, M.; Bede, L. 2005. Challenges and Opportunities for Biodiversity Conservation in the Brazilian Atlantic Forest. *Conservation Biology*. vol, 3. p. 695-700.
- Torres, E. C.; Silva, F. J. 2010. *Pontal Do Paranapanema: Um Olhar Por Meio De Trabalho De Campo*. 19 f. - Curso de Geografia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- Triplehorn, C. A.; Johnson, N. F. 2011. *Estudo dos insetos: tradução da 7ª edição de Borror and DeLong's introduction to the study of insects*. São Paulo, Cengage Learning, 809 p.

- Valentin, J. L. 1995. Agrupamento e ordenação. *Oecologia brasiliensis*, [s.l.], v. 02, n. 01, p. 27-55. *Oecologia australis*. [Http://dx.doi.org/10.4257/oeco.1995.0201.02](http://dx.doi.org/10.4257/oeco.1995.0201.02).
- Vargas, A. B.; Nunes, A. J. M.; Queiroz, J. M. 2013. Riqueza e composição de formigas de serapilheira na Reserva Florestal da Vista Chinesa, Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos Unifoa: Edição Especial Ciências da Saúde e Biológicas*, Rio de Janeiro.
- Villar, S. 2012. Bombeiros controlam incêndio na Reserva Morro do Diabo em SP. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/noticias/geral,bombeiros-controlam-incendio-na-reserva-morro-do-diabo-em-sp,905482>. Acesso em: 03/09/2020.
- Wazema, C. T.; Campana, D. R. S.; Morini, M. S. C. 2018. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como bioindicadoras na Reserva da Kimberly-Clark. Disponível em: http://www.umc.br/_img/_diversos/pesquisa/pibic_pvic/XXI_congresso/artigos/Claudia_Tiemi_Wazema.pdf?fbclid=IwAR0GM3r8sCbrveCa-JpkDpHMR3x_D6dKJVUwLxFCwoBIKbMgze1hQJYAPZs. Acesso em: 06/11/2020.
- Wilson, E. O.; Abbott, K. L.; Parr, C. L.; Lach, L. 2010. *Ant: Ecology*. New York: Oxford, 429 p.
- Wolda, H. 1981. Similarity indices, sample size and diversity. *Oecologia* 50: 296-302.