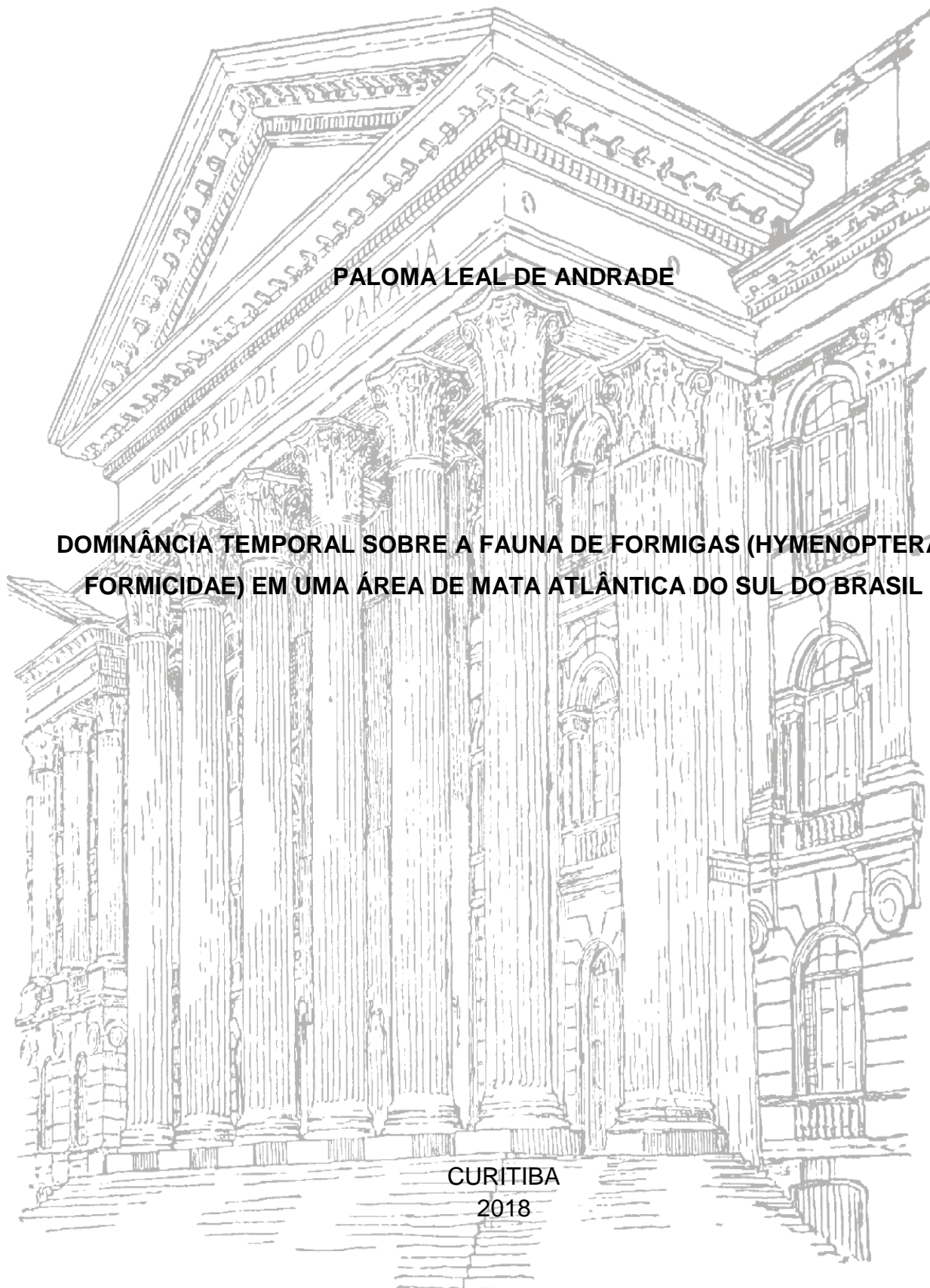


**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**PALOMA LEAL DE ANDRADE**

**DOMINÂNCIA TEMPORAL SOBRE A FAUNA DE FORMIGAS (HYMENOPTERA:  
FORMICIDAE) EM UMA ÁREA DE MATA ATLÂNTICA DO SUL DO BRASIL**

**CURITIBA  
2018**



PALOMA LEAL DE ANDRADE

**DOMINÂNCIA TEMPORAL SOBRE A FAUNA DE FORMIGAS (HYMENOPTERA:  
FORMICIDAE) EM UMA ÁREA DE MATA ATLÂNTICA DO SUL DO BRASIL**

Monografia apresentada à disciplina de Estágio Curricular em Biologia, como requisito parcial à conclusão do Curso de Bacharel em Ciências Biológicas, no Departamento de Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Machado Feitosa.

Co-orientador: Prof. Dr. Sebastian Sendoya Echeverry.

CURITIBA  
2018

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à minha inspiração profissional, meu orientador e amigo Rodrigo Feitosa. Agradeço por todo o apoio acadêmico, emocional e confiança desde 2016.

Agradeço ao meu co-orientador Sebastian Sendoya pelo auxílio e dedicação durante a realização desse projeto.

Agradeço aos colegas de laboratório Alexandre Ferreira, Aline Machado, Ana Caroline, Gabriela Camacho, Jaqueline Paes, Mila Ferraz, Natalia Ladino, Suiane Alves, Tainara Jory, Thiago Silva, Yasmin Silva e Weslly Franco pela companhia no laboratório, RU, churrascos e principalmente pelo o que aprendi com cada um de vocês.

Agradeço ao Weslly Franco por sempre estar disposto a ajudar, principalmente no que diz respeito a análises estatísticas.

Agradeço ao Marcelo Borges pela disponibilidade de dividir seus conhecimentos estatísticos.

Agradeço a Universidade Federal do Paraná e a Pró-reitoria de Assuntos Estudantis (PRAE), por toda assistência durante esses anos de graduação.

Agradeço aos meus professores, principalmente aos que me inspiraram como profissionais.

Agradeço a todos os amigos que fiz durante a graduação, principalmente à Aline Nunes, Amanda Rodrigues, Daniel Pamplona, Fabiene Faiffer, Gustavo Genelhoud e Luiza Rauen por todos os momentos que tivemos juntos. Vocês fizeram a graduação e minha vida mais feliz.

Agradeço aos meus amigos Andrey Souza, Thaffany Hladczuk e Valéria Melo por me incentivarem nas minhas decisões durante essa jornada. Agradeço também por me fortalecerem em cada momento que eu imaginei que não seria capaz de seguir, vocês são e foram essenciais.

Agradeço ao meu amigo Fernando Takizawa por estar sempre com um sorriso no rosto e disposto a ajudar.

Agradeço à dona Ana Moreira por me apoiar durante um longo período da graduação me ajudando com seu enorme coração.

Agradeço ao meu irmão Christian Guilherme por me fazer querer ser uma pessoa melhor a cada dia e por me alegrar em qualquer circunstância.

Por último agradeço a pessoa mais importante da minha vida, minha mãe Ozelia Leal, por ter me dado todo amor, educação e toda a dedicação que uma filha poderia ter na vida. Essa conquista também é sua!

## RESUMO

Dentre todos os artrópodes que habitam as florestas tropicais, as formigas estão, ao lado dos cupins, entre os organismos mais abundantes, representando cerca de 90% dos indivíduos e até 95% da biomassa animal. Diante de tamanha diversidade e abundância, as formigas exercem um papel importante na dinâmica de qualquer ambiente terrestre. Esses organismos são sensíveis a diversas variações em seu habitat, variações essas que podem ocorrer em escala sazonal e temporal. Esses efeitos somados a outros padrões podem refletir na abundância desses indivíduos nas comunidades. É importante buscar entender esses padrões e investigar como essas dinâmicas afetam diferentes guildas. O objetivo desse estudo foi avaliar como a variação temporal afeta as comunidades de formigas em uma área da Floresta Atlântica. Para isso, foram coletados conjuntos de amostras no solo por meio de armadilhas de queda do tipo *pitfall*. O protocolo de coleta foi repetido em dois períodos distintos, sendo um na estação chuvosa de 2015 e outro na mesma estação em 2016. Após as coletas, o material foi processado (triado, morfoespeciado, montado, associado e rotulado) no Laboratório de Sistemática e Biologia de Formigas da UFPR. Foram encontradas 60 espécies distribuídas em 23 gêneros pertencentes a sete subfamílias, sendo elas: Myrmicinae, Formicinae, Ponerinae, Dolichoderinae, Ectatomminae, Dorylinae e Heteroponerinae. Dentre as espécies coletadas, 33 foram capturadas no ano de 2015 e 45 no ano de 2016, sendo que 17 espécies foram compartilhadas nos dois eventos de coleta. A espécie mais frequente em ambas as coletas foi *Pachycondyla striata* com 17 registros, seguida de *Gnamptogenys striatula* com 15 registros. Dados como frequência e riqueza das espécies foram analisados estatisticamente mostrando diferenças significativas entre um ano e outro. Os dados climáticos de temperatura e precipitação foram avaliados de forma ampla para uma melhor compreensão do possível efeito dessas variáveis durante, quatro meses antes e doze meses antes da realização das coletas. A precipitação nos quatro meses anteriores à coleta apresentou diferença significativa entre os anos, sendo que para 2015 houve um alto índice de precipitação. Esses resultados indicaram que, provavelmente, essas variações climáticas influenciaram a fauna de formigas coletada entre esses dois anos, reduzindo a frequência de ocorrência e riqueza encontrada no ano de 2015. Além das variações sazonais e temporais, vários fatores devem ser considerados, visto que a diversidade taxonômica entre os anos foi diferente e complementar na amostragem quanto às espécies exclusivas e raras. As formigas apresentam uma biologia extremamente diversa que envolve diversos padrões de forrageamento e comportamentos que podem interferir e serem explicados pelas variações temporais e sazonais em uma área.

Palavras chave: Temporalidade, Sazonalidade, Diversidade, Floresta Atlântica.

## ABSTRACT

Among all the arthropods that inhabit tropical forests, ants and termites are among the most abundant organisms, representing about 90% of the individuals and 95% of the animal biomass. These organisms can be sensitive to many variations in their microhabitat, can be related to seasonal and temporal changes. These effects added to other patterns may reflect the abundance of these individuals within the communities. In order to measure these effects, it is important to understand the patterns and to investigate how these dynamics affect different ant guilds. The objective of this study was to evaluate how the temporal variation affects ant communities in an area of the Atlantic Forest. For this, soil samples were collected with pitfall traps. The collection protocol was repeated in two distinct periods, one in the rainy season of 2015 and the other in the same season in 2016. After the collections, the material was processed (sorted, assembled, associated and labeled) in the *Laboratório de Sistemática e Biologia de Formigas da UFPR*. We found 60 species distributed in 23 genera belonging to seven subfamilies: Myrmicinae, Formicinae, Ponerinae, Dolichoderinae, Ectatomminae, Dorylinae and Heteroponerinae. Among the species collected, 33 were captured in the year 2015 and 45 in the year 2016, and 17 species were shared in the two collection events. The most frequent species in both collections was *Pachycondyla striata* with 17 records, followed by *Gnamptogenys striatula* with 15 records. Data such as frequency and species richness were analyzed statistically showing significant differences between one year and another. Climatic data of temperature and precipitation were evaluated in a broad way, in order to better understand the possible effect of these variables during, four months before, and twelve months before the collection. Rainfall in the four months prior to collection showed a significant difference between the years. In 2015 the precipitation index was considerably higher than that of 2016. These results indicate that the climatic variations probably influenced the fauna of ants collected between these two years, reducing the frequency of occurrence and richness found in 2015. In addition to the seasonal and temporal variations, several factors must be considered, since the taxonomic diversity between the years was different and complementary in the sampling for the unique and rare species. Ants present a very diverse biology that involves different foraging patterns and behaviors that may interfere with and be explained by temporal and seasonal variations in a given area.

Keywords: Weather, Seasonality, Diversity, Atlantic Forest.

## LISTA DE FIGURAS

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| FIGURA 1  | NÚMERO DE ESPÉCIES POR SUBFAMÍLIA COLETADAS NA RESERVA NATURAL GUARICICA EM 2015 E 2016.....  | 15 |
| FIGURA 2  | CURVA DE DISTRIBUIÇÃO DE ABUNDÂNCIA EM RELAÇÃO À FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DAS ESPÉCIES.....   | 16 |
| FIGURA 3  | CURVA DE DISTRIBUIÇÃO DE ABUNDÂNCIA EM RELAÇÃO À FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES REGISTRADAS EM 2015.....  | 17 |
| FIGURA 4  | CURVA DE DISTRIBUIÇÃO DE ABUNDÂNCIA EM RELAÇÃO À FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES REGISTRADAS EM 2016.....  | 18 |
| FIGURA 5  | GRÁFICO BOXPLOT COM A (1) FREQUÊNCIA TOTAL DE ESPÉCIES POR COLETA; BOXPLOT E (2) RIQUEZA POR EVENTO DE COLETA.....  | 19 |
| FIGURA 6  | GRÁFICO DE INTERPOLAÇÃO E EXTRAPOLAÇÃO DO INEXT AS LINHAS SÓLIDAS REPRESENTAM CURVAS DE RAREFAÇÃO INTERPOLADAS, A LINHA TRACEJADA É A EXTRAPOLAÇÃO E A ÁREA SOMBREADA MOSTRA O INTERVALO DE CONFIANÇA DE 95%..... | 21 |
| FIGURA 7  | CURVA DE DIVERSIDADE DE ESPÉCIES COM A EXTRAPOLAÇÃO DA COBERTURA AMOSTRAL.....  | 21 |
| FIGURA 8  | GRÁFICO DE REPRESENTAÇÃO DA ANÁLISE DE ESCALONAMENTO MULTIDIMENSIONAL NÃO MÉTRICA (NMDS) DAS DUAS COLETAS.....  | 22 |
| FIGURA 9  | GRÁFICO BOXPLOT COM AS TEMPERATURAS DOS QUATRO MESES ANTERIORES ÀS COLETAS.....   | 24 |
| FIGURA 10 | GRÁFICO BOXPLOT COM AS TEMPERATURAS DOS 12 MESES ANTEIORES ÀS COLETAS.....  | 25 |
| FIGURA 11 | GRÁFICO BOXPLOT COM OS VALORES DE PRECIPITAÇÃO DOS QUATRO MESES ANTERIORES ÀS COLETAS.....  | 26 |
| FIGURA 12 | GRÁFICO BOXPLOT COM OS VALORES DE PRECIPITAÇÃO DOS 12 MESES ANTERIORES ÀS COLETAS.....  | 27 |

## LISTA DE TABELAS

|          |  |    |
|----------|--|----|
| TABELA 1 | NÚMERO DE ESPÉCIES ESTIMADO PARA A RESERVA GUARICICA EM 2015 E 2016 DE ACORDO COM OS QUATRO ESTIMADORES DE RIQUEZA UTILIZADOS..... | 16 |
| TABELA 2 | NÚMERO DE ESPÉCIES ESTIMADO PARA A COLETA DE 2015 DE ACORDO COM OS QUATRO ESTIMADORES DE RIQUEZA UTILIZADOS.....                   | 19 |
| TABELA 3 | NÚMERO DE ESPÉCIES ESTIMADO PARA A COLETA DE 2016 DE ACORDO COM OS QUATRO ESTIMADORES DE RIQUEZA UTILIZADOS.....                   | 20 |
| TABELA 4 | TEMPERATURA (C°) MENSAL E ANUAL DE JANEIRO/2014 À DEZEMBRO/2016 DA CIDADE DE ANTONINA/PR.....                                      | 23 |
| TABELA 5 | PRECIPITAÇÃO (mm) MENSAL E ANUAL DE JANEIRO/2014 À DEZEMBRO/2016 DA CIDADE DE ANTONINA/PR.....                                     | 25 |



## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....                                  | 10 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS .....                          | 13 |
| 2.1 ÁREA DE ESTUDO .....                             | 13 |
| 2.2 COLETA .....                                     | 13 |
| 2.3 ANÁLISE DE DADOS.....                            | 14 |
| 3. RESULTADOS .....                                  | 15 |
| 3.1 MIRMECOFAUNA .....                               | 15 |
| 3.2.RIQUEZA E DIVERSIDADE POR EVENTO DE COLETA ..... | 17 |
| 3.3 DADOS CLIMÁTICOS.....                            | 22 |
| 4. DISCUSSÃO .....                                   | 26 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....                         | 30 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                   | 32 |
| 7. ANEXOS .....                                      | 36 |

## 1. INTRODUÇÃO

As formigas são insetos eussociais que constituem a família Formicidae e pertencem à ordem Hymenoptera, ordem que agrupa também as abelhas e as vespas. As formigas são abundantes em todos os ambientes terrestres, exceto nos polos (BRANDÃO, 1999). De fato, entre todos os artrópodes que habitam as florestas tropicais, as formigas estão entre os organismos mais abundantes, representando cerca de 90% dos indivíduos e até 95% da biomassa animal (MOFFETT, 2000). Diante de tamanha abundância, as formigas exercem um papel importante na dinâmica do ambiente (DELABIE et al., 1991; SILVESTRE, 2000).

As características morfológicas diagnósticas para formigas são a presença de um pecíolo nodoso, antena geniculada e glândula metapleurálica, sendo esta última um caráter exclusivo de Formicidae (BACCARO et al., 2015).

Os hábitos alimentares são diversos; existem formigas onívoras, herbívoras, fungívoras e predadoras. O comportamento de caça também varia entre as espécies, podendo ocorrer forrageamento em grupos de operárias ou formigas que forrageiam sozinhas (BRANDÃO et al., 2009).

Atualmente são conhecidas 17 subfamílias com aproximadamente 13.000 espécies/subespécies descritas e que estão distribuídas em 333 gêneros (ANTCAT, 2018). Por serem amplamente dominantes em todos os ecossistemas da Terra (KASPARI, 2005; WILSON, HÖLLDOBLER, 2005) estudos com formigas têm sido realizados em programas de avaliação e conservação de ecossistemas (BROMHAM et al., 1999; ANDERSEN et al., 1992), bem como na avaliação de impacto de espécies invasoras, constatação de espécies ameaçadas e bioindicação de mudanças nos ecossistemas (UNDERWOOD; FISHER, 2006). O estudo de comunidades de formigas oferece um campo extremamente amplo de hipóteses e realização de testes com base na riqueza local e regional (KASPARI et al., 2000, 2003). Em 1983, Majer apresentou motivos que reforçam a escolha de formigas como bioindicadores: elas são extremamente abundantes, apresentam grande diversidade em relação às espécies e são facilmente amostradas e identificadas.

Segundo McArthur (1975) a sazonalidade é uma variação abiótica envolvendo mudanças temporais, sendo um importante agente transformador em uma comunidade para se entender como os fatores bióticos e abióticos podem interagir num determinado grupo funcional.

Existe uma vasta literatura testando o efeito da sazonalidade sobre determinados organismos, tanto na fauna quanto na flora. Como, por exemplo, em produção e reprodução animal, distribuição de organismos e ocorrência sazonal de espécie (GOMES, et al. 2000, ARAÚJO, 2013;). Com formigas, especificamente, não existem muitos estudos testando os efeitos da sazonalidade. Alguns trabalhos, como, por exemplo, o de Santos et al. (2012), avaliaram os efeitos da sazonalidade em formigas em uma região da Amazônia Oriental, observando, ainda, os efeitos da precipitação, umidade do solo e como essas variáveis podem influenciar na frequência de indivíduos. Em 2005, Schmidt e colaboradores publicaram um trabalho com coletas realizadas em uma área de Mata Atlântica, utilizando índices de diversidade com base nos mesmos parâmetros sazonais do trabalho mencionado acima. Nas florestas tropicais, a heterogeneidade ambiental, disponibilidade de recursos e de habitat, são fatores importantes para determinar a riqueza de espécies de formigas (BESTELMEYER, 2000). Por estas razões, as formigas são consideradas sensíveis às variações da estrutura sazonal e da paisagem (LINDSEY & SKINNER, 2001).

O efeito da sazonalidade em formigas pode ser relacionado à umidade, que vem a ser a uma das principais variáveis para distinguir as estações, variando em cada ecossistema. O efeito dessas variações no comportamento de forrageio de formigas no decorrer das estações sazonais pode ter várias explicações. A busca por alimento é a principal delas, seguida da perda da heterogeneidade de habitats na estação de seca (FAGUNDES, 2009). A abundância de recursos ecológicos e das condições e influências desses recursos podem refletir na abundância e na diversidade de espécies (TOWNSEND et al., 2010).

A variação sazonal pode afetar o modo como a comunidade se estrutura ao longo do tempo e pode influenciar a disponibilidade de recursos alimentares para as formigas (RICO-GRAY et al., 1998). Outras características que podem se alterar nos períodos sazonais são a agressividade, territorialidade, dinâmica da colônia, período e comportamento reprodutivo. Alterações nesses fatores podem refletir na abundância de determinadas espécies de formigas (CARROLL & JANZEN, 1973).

Os padrões temporais na determinação da composição de assembleias de formigas têm sido fundamentais para se entender o desenvolvimento e manutenção de diversidade biológica (LEVINGS 1983; SCHLUTER & RICKLFS 1993). Existem alguns trabalhos que tratam da variação temporal em formigas. Em 1989, Herbers avaliou a estrutura de comunidade em formigas em uma área temperada nos EUA. A

intenção foi investigar a dispersão das espécies em uma variação temporal e espacial em diferentes estações do ano, com o objetivo de entender como essas diferenças do micro-habitat afetam as comunidades em uma escala pequena. O autor concluiu que nem a dispersão espacial nem a temporal devem ser negligenciadas para se entender como as comunidades se estruturam.

Em 2008, Barrow e Parr investigaram como são os padrões temporais em formigas de regiões semiáridas e como ocorre essa variação nesse tipo de habitat. Nesse trabalho houve diferença na riqueza, abundância e composição de espécies. Porém, essas diferenças não foram correlacionadas diretamente com os períodos sazonais. Os autores levantaram a questão de que diferentes guildas registradas nas comunidades refletem a abundância e ou o declínio de espécies. Levings em 1983, examinou os padrões de distribuições de formigas numa região tropical no Panamá. Ele avaliou as formigas durante a estação de chuva e seca entre dois anos. O autor constatou várias diferenças significativas, principalmente entre a uniformidade da abundância de espécies que, neste trabalho, aumentou durante a chuva. Como conclusão geral, Levings argumentou acerca do forrageamento e como as diferenças climáticas interferem nessa atividade. O forrageamento pode iniciar quando as condições estiverem favoráveis e até mesmo a duração dessa atividade tem relação com essas variáveis e interferem diretamente na amostragem.

Apesar da sua importância para as comunidades, o estudo da sazonalidade e temporalidade em formigas não é um tema adequadamente considerado, principalmente no bioma da Floresta Atlântica. Embora esses efeitos sazonais não sejam amplamente estudados, muito menos se sabe sobre como é a variação da fenologia das colônias (TSCHINKEL, 1991) ou a variação temporal das comunidades em ciclos temporais maiores, como por exemplo, entre anos diferentes. Com isso, o objetivo desse estudo é avaliar como essa variação temporal afeta comunidades de formigas da Floresta Atlântica.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi conduzido na Reserva Natural da Guaricica, uma unidade de conservação gerenciada pela Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS), localizada no município de Antonina, Paraná, entre as latitudes 25°24' - 25°41' - Sul e as longitudes 48°64' - 48°74' - Oeste. A reserva com quase 4,3 mil hectares é composta por Floresta Ombrófila Densa. O tipo climático característico definido por Koppen é o subtropical úmido mesotérmico (Cfa), no qual o mês mais frio tem a temperatura média inferior a 18°C, e o mais quente apresenta temperatura média superior a 22°C.

### 2.2 COLETA

As coletas foram realizadas em dois anos seguidos (2015 e 2016). A primeira, entre os dias 16 a 19 de março de 2015 e a segunda entre os dias 18 a 21 de janeiro de 2016 (ambas realizadas por integrantes do Laboratório de Sistemática e Biologia de Formigas da Universidade Federal do Paraná).

Para obtenção das amostras utilizamos armadilhas de queda do tipo *pitfall*, que consistem em copos plásticos de 200 ml contendo uma solução preservante de água, detergente e sal. Os copos foram enterrados com sua abertura exatamente no mesmo nível do solo e as armadilhas permaneceram ativas por 48 horas. Realizamos a instalação das armadilhas ao longo de três transectos, cada um distante 1km do outro e contendo 20 pontos amostrais, correspondentes a uma armadilha, separados 50 metros entre si. As duas coletas (2015 e 2016) realizadas com a técnica de *pitfall* totalizaram 120 amostras (60 em cada ano).

Após a retirada das armadilhas, os espécimes de formigas foram separados dos demais invertebrados capturados nas amostras e os frascos receberam uma etiqueta individual com os dados de localização das amostras. No laboratório de Sistemática e Biologia de Formigas da UFPR, as formigas foram morfoespeciadas e os espécimes foram montados e rotulados. Na sequência, os espécimes foram identificados ao nível de gênero e, quando possível, espécie, segundo a literatura taxonômica (e.g. BACCARO et. al. 2015). O material encontra-se depositado na Coleção Entomológica Padre Jesus Santiago Moure (DZUP) da Universidade Federal do Paraná.

## 2.3 ANÁLISE DE DADOS

Com o término do processamento, o material foi identificado e tabulado em uma matriz de presença e ausência no programa *Microsoft Office Excel*, no qual foram extraídos os dados de riqueza e frequência das espécies coletadas nos anos de 2015 e 2016. Todas as análises foram feitas para a totalidade da coleta (2015 e 2016) e depois, separadamente para cada ano.

Usamos o teste t pareado com o objetivo de verificar se existem diferenças significativas da frequência total de coleta de formigas e da riqueza de espécies entre os dois anos de coleta. Posteriormente foi utilizado o teste de Mann-Whitney (não paramétrico) para avaliar os dados de clima. As variáveis consideradas foram a frequência total da coleta, ou seja, a frequência de cada espécie e o número de armadilhas em que ela foi coletada. Essa variável foi uma estimativa do nível de presença de formigas como um todo em cada um dos transectos. A segunda variável utilizada foi a riqueza de espécies por formigas em cada transecto.

Os índices do iNEXT foram aplicados para avaliar a interpolação e extrapolação e são mensurados para cada um dos números de Hill, separadamente por ordem de diversidade:  $q = 0$  (riqueza de espécies),  $q = 1$  (equivalente à diversidade de Shannon) e  $q = 2$  (equivalente à diversidade Simpson).

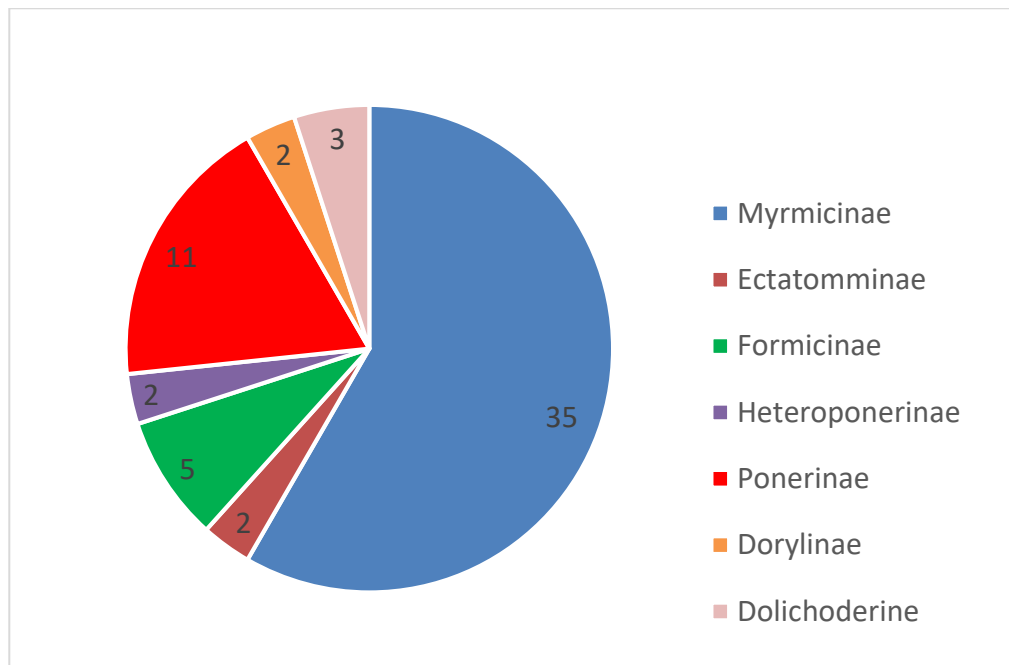
Para avaliar os padrões de composição de espécies entre os dois anos para cada transecto, utilizamos o NMDS (Escalonamento Multidimensional Não Métrico). Analisamos essa dissimilaridade através da métrica de distância de Bray-Curtis calculada a partir das frequências relativas de cada espécie em cada transecto. Para testar a o efeito do ano de coleta na composição, foi utilizado uma análise MANOVA de permutações usando o ano de coleta como fator.

Os estimadores foram utilizados afim de calcular as riquezas esperadas para a comunidade. Todos os dados foram analisados na plataforma *R. Project* versão 3.3.0, utilizando os pacotes *vegan*, *MASS*, *iNext*.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 MIRMECOFAUNA

Foram registradas, nos dois eventos de coleta, 60 espécies de formigas, distribuídas em 23 gêneros, integrando sete subfamílias. Dentre as espécies encontradas, 33 foram identificadas ao nível de espécie, enquanto 23 foram identificadas apenas ao nível de gênero e mantidas como morfotipos. Uma espécie foi identificada a nível de grupo de espécie (gr.) e três são consideradas próximas de outras espécies (pr.), sem confirmação taxonômica. A subfamília mais rica foi Myrmicinae com 35 espécies, seguida de Ponerinae com 11 (Figura 1).



**Figura 1:** Número de espécies por subfamília coletadas na Reserva Natural da Guaricica nos dois anos de coleta.

O gênero com maior riqueza foi *Pheidole* com 17 espécies, seguido de *Solenopsis* com cinco espécies e *Hypoponera* com quatro espécies. No que se refere à frequência de ocorrência, a espécie mais frequente foi *Pachycondyla striata* Smith, 1958 com 48 ocorrências, seguida por *Gnamptogenys striatula* Mayr, 1884, com 25 ocorrências (Figura 2).

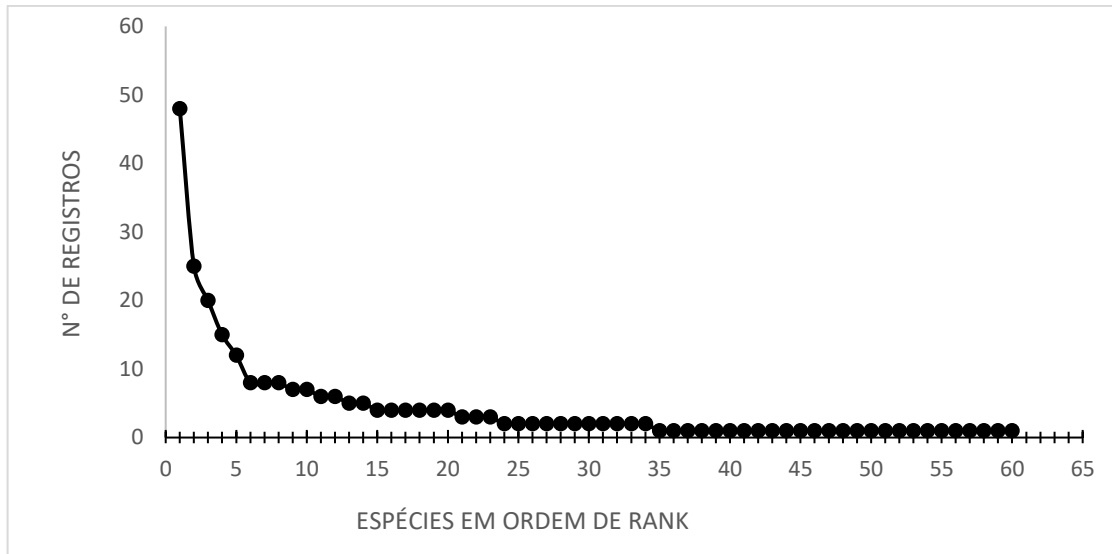


Figura 2: Curva de distribuição de abundância em relação à frequência de ocorrência das espécies.

O estimador não-paramétrico que indicou a maior porcentagem de espécies coletadas foi o *Bootstrap*, indicando que 84% das espécies existentes no local foram coletadas. Já o estimador *Chao 1*, foi o que indicou a menor porcentagem de espécies coletadas na área, com 66% (Tabela 1).

**Tabela 1:** Número de espécies estimado para a Reserva Natural da Guaricica em 2015 e 2016 de acordo com os quatro estimadores de riqueza analisados no *R. Project*.

| Estimador | Estimativa do número de espécies | Porcentagem |
|-----------|----------------------------------|-------------|
| Chao 1    | 90.4401                          | 66%         |
| Jack 1    | 85.7570                          | 69%         |
| Jack 2    | 100.5785                         | 59%         |
| Bootstrap | 71.2439                          | 84%         |

Das 60 espécies coletas nos dois eventos de coleta, quatro foram registradas pela primeira vez para o estado do Paraná: *Acropyga goeldii* Forel, 1893, *Cyphomyrmex minutus* Mayr, 1862, *Pheidole bucculenta* Forel, 1908 e *Leptogenys iheringi* Forel, 1911.



### 3.2. RIQUEZA E DIVERSIDADE POR EVENTO DE COLETA

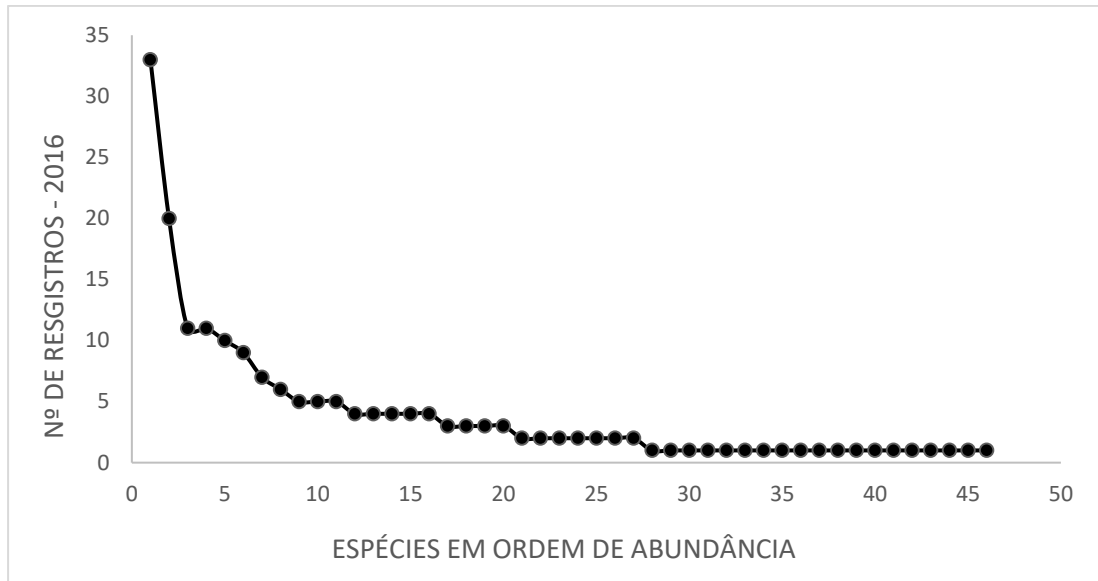
No ano de 2015 foram coletadas 33 espécies, enquanto que em 2016, este número foi de 45 espécies. Ao todo, 17 espécies são compartilhadas entre os dois anos de coleta, 15 espécies foram coletadas exclusivamente em 2015 e 28 foram coletadas exclusivamente em 2016.

O gênero com maior riqueza em ambas as coletas foi *Pheidole*, sendo registradas sete espécies para o ano de 2015 e 15 espécies no ano de 2016. Das 17 espécies de *Pheidole* coletadas, duas espécies foram coletadas exclusivamente na coleta de 2015 e 10 espécies unicamente na coleta de 2016.

Em relação à frequência de ocorrência, a espécie mais frequente em ambas as coletas foi *Pachycondyla striata* com 17 registros para a primeira coleta e 33 registros para a segunda. Em 2015, a segunda espécie mais frequente foi *Gnamptogenys striatula* com 15 registros, seguida por *Pheidole guilelmimuelleri* Forel, 1886 com seis registros (Figura 3). A coleta de 2016 registrou *Nylanderia* sp. 1 como segunda mais frequente, com 20 registros, seguida por *Gnamptogenys striatula* com 11 registros (Figura 4).

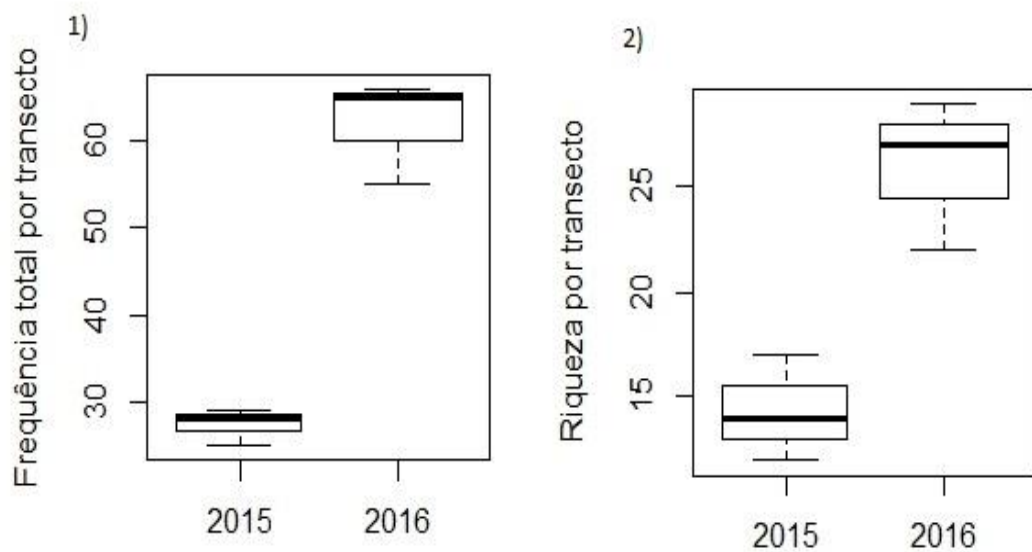


**Figura 3:** Curva de distribuição de abundância em relação à frequência de ocorrência de espécies registradas em 2015.



**Figura 4:** Curva de distribuição de abundância em relação à frequência de ocorrência de espécies registradas em 2016.

Ao comparar a frequência (1) e a riqueza por transecto (2), consideramos o tamanho total da amostra. No boxplot abaixo, é possível visualizar a diferença entre os eventos de coleta, onde cada barra resume a informação dos três transectos por evento de coleta. A frequência das espécies coletadas em 2015 foi menor quando comparadas às espécies coletadas em 2016, da mesma maneira, a riqueza foi maior em 2016 do que 2015.



**Figura 5:** Boxplot (1) Frequência total de espécies por coleta; Boxplot(2) riqueza por evento de coleta.

O teste T realizado para comparar a riqueza entre as coletas, demonstrou diferença significativa entre 2015 e 2016 ( $t = -13,229$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0,005$ ) a diferença média de riqueza foi aproximadamente de 11 espécies. Em relação à frequência das espécies amostradas nas coletas, o resultado também apresentou uma diferença significativa ( $t = -7.9299$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0.01553$ ) e a diferença média entre a frequência foi de aproximadamente 34 espécies.

Foram analisados individualmente o número de espécies estimado para cada ano, de acordo com os quatro estimadores utilizados anteriormente. Novamente, o Bootstrap indicou a maior porcentagem das espécies amostradas, com 80%, e o Chao2 indicou 31%, o que segundo esse estimador, significa que em 2015 foram coletadas 31% das espécies existentes nesse local (Tabela 2).

**Tabela 2:** Número de espécies estimado para a coleta de 2015 de acordo com os quatro estimadores de riqueza analisados no *R. Project*.

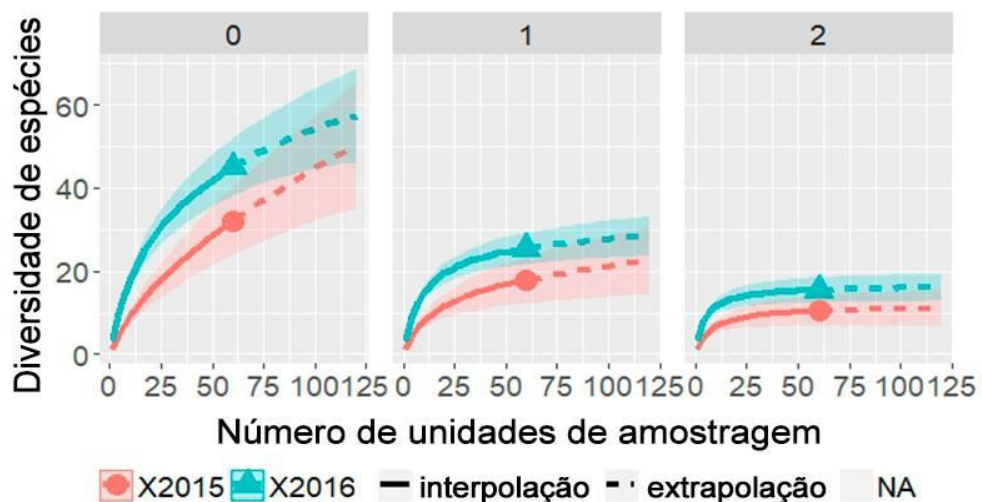
| <b>Estimador</b> | <b>Estimativa do número de espécies</b> | <b>Porcentagem</b> |
|------------------|---|--------------------|
| Chao2            | 105.295                                 | 31%                |
| Jack 1           | 53.655                                  | 62%                |
| Jack 2           | 71.113                                  | 42%                |
| Bootstrap        | 41.246                                  | 80%                |

Para o ano de 2015 o Bootstrap também indicou a maior porcentagem das espécies amostradas com 84% e o Jack 2 com 59% (Tabela 3).

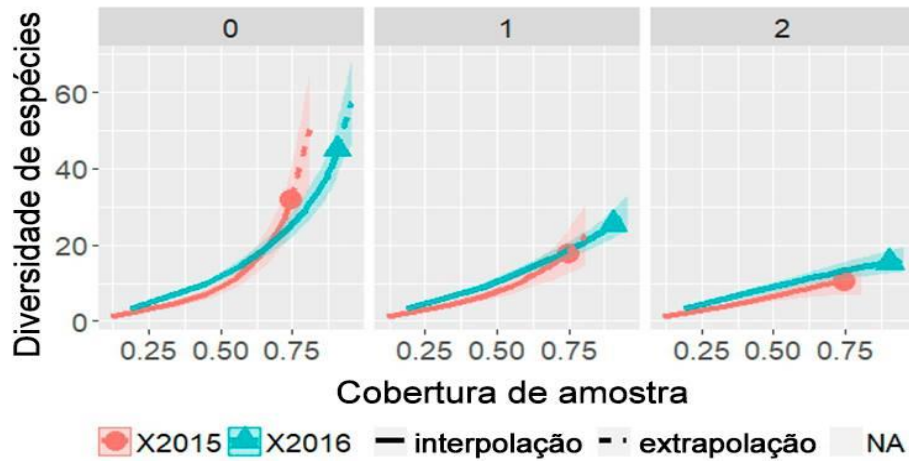
**Tabela 3:** Número de espécies estimado para a coleta de 2016 de acordo com os quatro estimadores de riqueza analisados no *R. Project*.

| <b>Estimador</b> | <b>Estimativa do número de espécies</b> | <b>Porcentagem</b> |
|------------------|---|--------------------|
| Chao2            | 74.573                                  | 60%                |
| Jack 1           | 63.677                                  | 71%                |
| Jack 2           | 76.337                                  | 59%                |
| Bootstrap        | 52.996                                  | 84%                |

A figura 6 mostra para cada índice de Hill, uma extrapolação para o dobro das unidades amostrais (120 *pitfalls*). Podemos observar que a assíntota da curva está apenas começando a se formar, indicando que duplicando o número de amostras, poderíamos chegar perto da riqueza potencial. Na figura 7 é possível notar a cobertura amostral para cada ano, em relação aos números de Hill. Em 2016 essa cobertura foi de mais de 90% e ao duplicar a amostragem chegaria a 96%, ou seja, para 2016 não seria necessário um esforço amostral muito maior. Já em 2015 a cobertura amostral ficou em torno de 75% e duplicando esta amostra, chegaria a cerca de 85%. Esses resultados indicam que para 2015 seria necessária uma amostragem superior para uma cobertura mais eficiente.

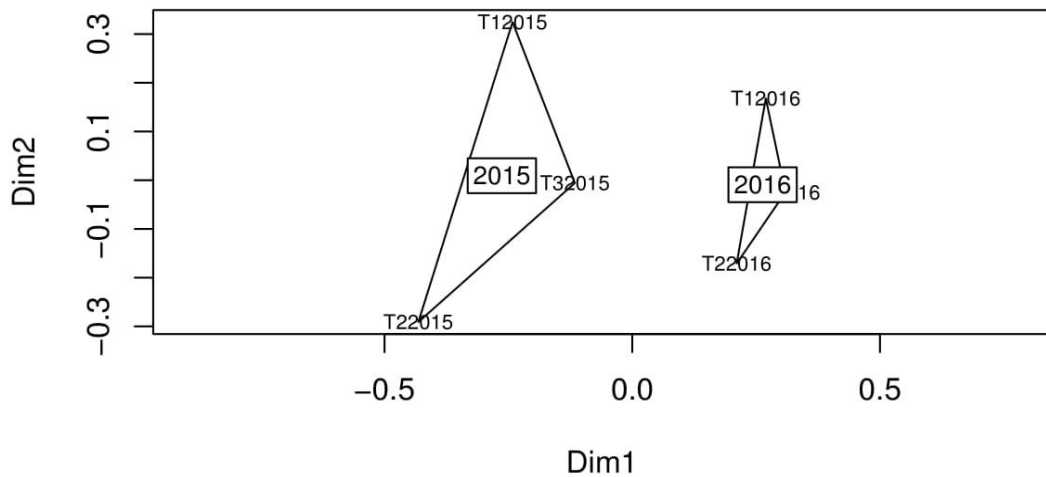


**Figura 6:** Gráfico de interpolação e extrapolação do iNext - as linhas sólidas representam curvas de rarefação interpoladas, a linha tracejada é a extrapolação e a área sombreada mostra o intervalo de confiança de 95%.



**Figura 7:** Curva de densidade de espécies extrapolando a cobertura amostral.

Com relação à composição de espécies, na figura 8 podemos observar que os seis transectos agruparam-se em seus respectivos anos. Os transectos de 2015 apresentam uma dissimilaridade maior entre as espécies do que os transectos de 2016. Entretanto, a MANOVA de permutações indicou que esta agrupação aparente é devida ao ano de coleta e não tem um efeito significativo ( $F=19,36$ ,  $gl= 1$ ,  $p=0,1$ ).



**Figura 8:** Gráfico de representação da Análise de Escalonamento Multidimensional não métrico (NMDS) das duas coletas.

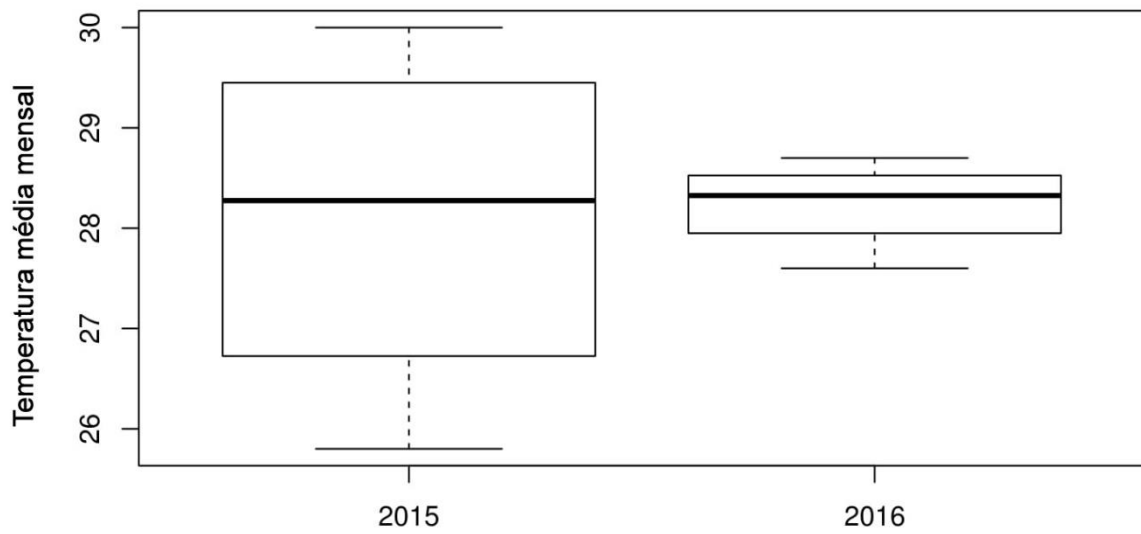
### 3.3 DADOS CLIMÁTICOS

Nos anos em que as coletas foram realizadas, a temperatura média mensal para o mês de março de 2015 foi de 25.8°C e a de janeiro de 2016 foi 28.3°C (Tabela 4). A temperatura média anual entre os anos em que as coletas foram realizadas variou em 1.87°C. Quando comparamos as temperaturas ao ano anterior às coletas, a temperatura média máxima da Reserva Guaricica variou entre 30.0°C para janeiro de 2015 e mínima média de 16°C em maio de 2014. Sendo a temperatura média anual de 2015 mais elevada em comparação aos outros anos.

**Tabela 4:** Temperatura média (°C) mensal e anual cidade de Antonina/PR. Os números em negrito representam os meses em que ocorreram as coletas. Fonte: SIMEPAR.

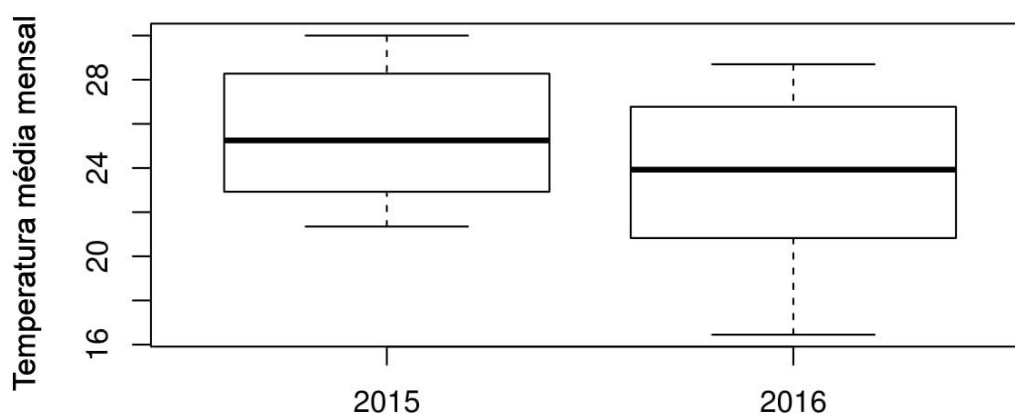
| Temp. média (°C) | 2014  | 2015        | 2016        |
|------------------|-------|-------------|-------------|
| Janeiro          | 28.9  | 30.0        | <b>28.3</b> |
| Fevereiro        | 28.2  | 28.9        | 28.9        |
| Março            | 27.65 | <b>25.8</b> | 27          |
| Abril            | 23.15 | 23.25       | 23.2        |
| Maio             | 16.45 | 21.4        | 18.55       |
| Junho            | 19.2  | 21.35       | 15.15       |
| Julho            | 18.8  | 22.7        | 20.75       |
| Agosto           | 22.45 | 25.95       | 20.8        |
| Setembro         | 24.7  | 24.7        | 22.8        |
| Outubro          | 26.3  | 27.6        | 27.2        |
| Novembro         | 23.15 | 28.35       | 25.3        |
| Dezembro         | 27.65 | 28.7        | 28.3        |
| Média anual      | 23.88 | 25.72       | 23.85       |

Os boxplots mostram as comparações entre os eventos quatro meses e 12 meses antes das coletas, tanto para temperatura quanto para precipitação. A figura 9 mostra a comparação entre os dados de temperatura nos quatro meses da coleta de 2015 ocorrer, ou seja: fevereiro, janeiro, dezembro e novembro de 2014. Além disso, compara os quatro meses antes da coleta de 2016: dezembro, novembro, outubro e setembro de 2015. Apesar das diferenças gráficas, o teste de Wilcoxon para os dados de temperatura não foram significativos ( $p=0.8857$ ).



**Figura 9:** Gráfico boxplot com as temperaturas dos quatros meses anteriores às coletas.

Essa análise também foi realizada com os dados de temperatura referente aos 12 meses anteriores da coleta. A figura 10 mostra que, em uma escala maior, não houve diferença gráfica entre a temperatura mensal durante esses meses, o teste de Wilcoxon não foi significativo ( $p=0.2595$ ).



**Figura 10:** Gráfico boxplot com as temperaturas dos 12 meses anteriores às coletas.

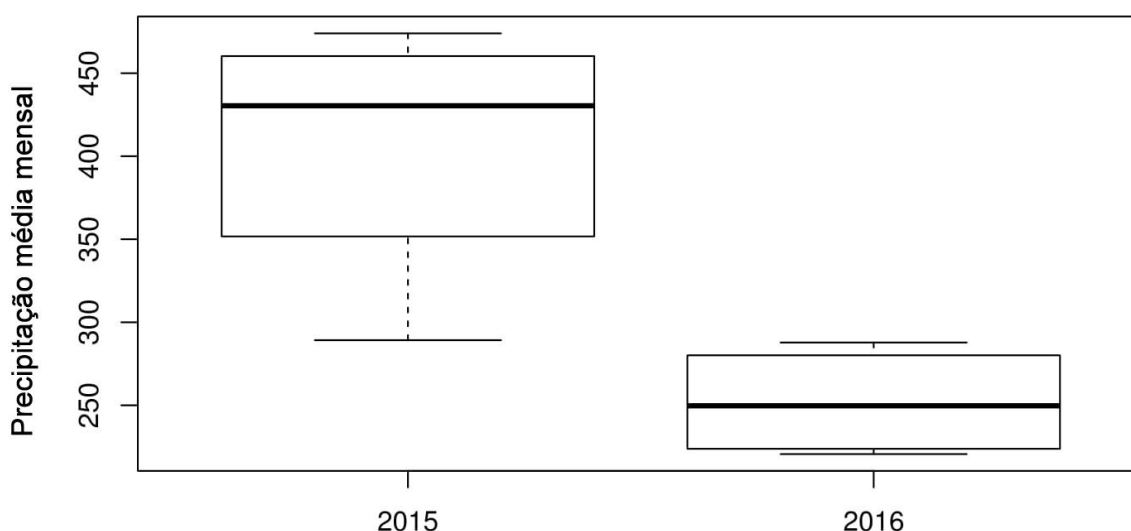
A precipitação média para o mês de março de 2015, foi de 445.6mm enquanto a precipitação média para o mês de janeiro de 2016 foi de 287.8mm (Tabela 5).

**Tabela 5:** Precipitação média (mm) mensal e anual cidade de Antonina/PR. Os números em negrito representam os meses em que ocorreram as coletas. Fonte: SIMEPAR.

| Precipitação - mm | 2014     | 2015         | 2016         |
|-------------------|----------|--------------|--------------|
| Janeiro           | 147.4    | 414.2        | <b>287.8</b> |
| Fevereiro         | 458.0    | 474.0        | 489.0        |
| Março             | 259.8    | <b>446.6</b> | 195.8        |
| Abril             | 313.2    | 144.8        | 81.2         |
| Maiο              | 168.0    | 120.2        | 150.8        |
| Junho             | 135.6    | 112.2        | 100.0        |
| Julho             | 60.6     | 119.6        | 104.8        |
| Agosto            | 90.0     | 42.6         | 178.6        |
| Setembro          | 144.0    | 169.0        | 85.2         |
| Outubro           | 73.4     | 272.4        | 247.6        |
| Novembro          | 188.6    | 220.6        | 191.4        |
| Dezembro          | 289.2    | 227.0        | 209.4        |
| Média anual       | 2.327,80 | 2.763,20     | 2.321,60     |

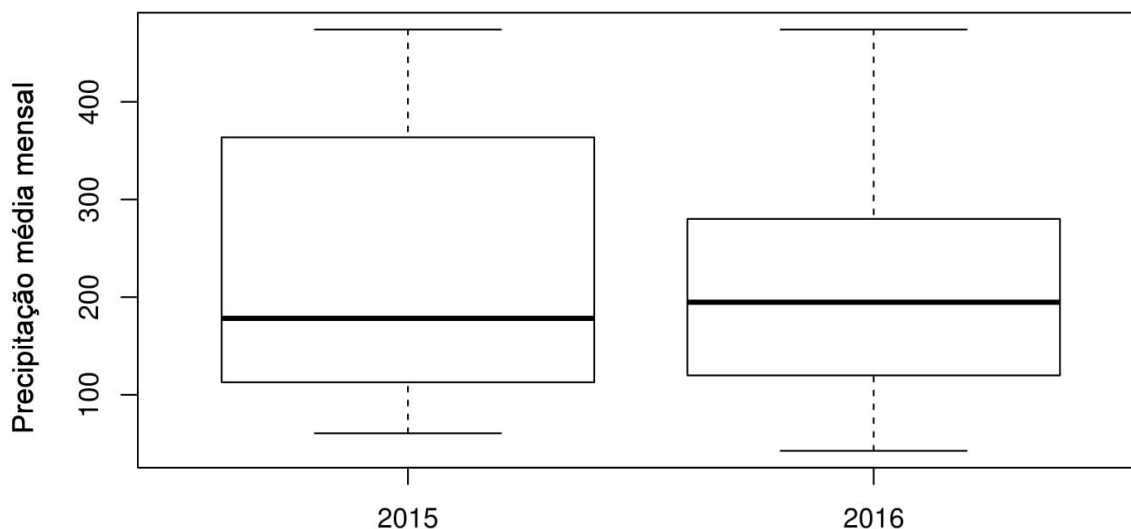


A precipitação média mensal máxima foi registrada em janeiro de 2016 com 489mm e a média mínima mensal foi no inverno, em agosto de 2015, com 42.6mm. Ao comparar os dados de precipitação ao ano anterior as coletas realizadas, observamos que a média anual mensal de precipitação de 2014 é bem próxima de 2016 e que a coleta realizada em março de 2015 foi meio a um dos mais altos níveis de precipitação mensal. O valor anual da precipitação de 2015 também é mais elevado quando comparado com o ano anterior e posterior. Na figura 11 é possível observar a diferença na média de precipitação dos quatro meses anteriores a ambas as coletas e claramente para o ano de 2015 essa média foi muito maior. O teste de Wilcoxon mostrou que há diferenças significativas entre a média de precipitação para os meses anteriores de ambas as coletas ( $p=0.02857$ ).



**Figura 11:** Gráfico boxplot com as precipitações dos 4 meses anteriores às coletas.

Já a precipitação para os 12 meses anteriores às coletas, apresentou diferença mostrando valores mais altos para 2015 (FIG 12) porém, estatisticamente com o teste de Wilcoxon não houve diferença entre as médias desses meses anteriores com  $p=0.931$ .



**Figura 12:** Gráfico boxplot com as precipitações dos 12 meses anteriores às coletas.

#### 4. DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que as subfamílias com maior frequência em ambas as coletas foram Myrmicinae, Ponerinae e Ectatomminae. Por serem subfamílias que apresentam gêneros extremamente diversos e com ampla distribuição geográfica (cosmopolitas) (WILSON, 2003; SILVESTRE et al, 2003) esse resultado já era esperado. Myrmicinae é a maior e a mais diversa subfamília existente em Formicidae com 140 gêneros descritos. Para o Brasil são cerca de 60 gêneros e 650 espécies válidas (BACCARO et al., 2015). Dos gêneros compartilhados, ou seja, que foram coletados nos dois eventos de coleta, seis são pertencentes a essa grande subfamília, *Apterostigma*, *Cyphomyrmex*, *Oxyepoecus*, *Pheidole*, *Solenopsis* e *Wasmannia*. Os demais gêneros pertencem as outras subfamílias citadas. A subfamília Ectatomminae foi representada na amostra por dois gêneros: *Ectatomma* e *Gnamptogenys*. Já Ponerinae foi representada por *Hypoponera*, *Odontomachus* e *Pachycondyla*.

No ano de 2015 tivemos a representação de mais duas subfamílias na amostra, Formicinae e Dorylinae. A subfamília Formicinae é constituída por gêneros que são facilmente coletados. Em 2015 tivemos a presença de *Camponotus vitattus* Forel, 1904 uma formicínea arbóricola e *Acropyga goeldii* uma subterrânea. A subfamília

Dorylinae apresenta uma distribuição global e 10 gêneros ocorrem no Brasil. Na amostra, essa subfamília foi representada por duas espécies de um gênero de formigas de correição: *Labidus coecus* (Latreille, 1802) e *Labidus praedator* (Smith, 1858). Outro destaque é que das quatro espécies registradas pela primeira vez para o Estado do Paraná, três foram coletadas em 2015, *Cyphomyrmex minutus*, *Acropyga goeldii* e *Leptogenys iheringi*, representando três subfamílias distintas: Myrmicinae, Formicinae e Ponerinae, respectivamente. Ainda no que diz respeito aos novos registros para o Estado do Paraná, duas espécies foram coletadas em 2016, *Cyphomyrmex minutus* e *Pheidole bucculenta*, ambas mirmicíneas.

Em 2016, apesar do número maior de espécies tanto em relação à riqueza quanto à frequência de ocorrência, apenas uma subfamília foi exclusivamente coletada nesse evento: Dolichoderinae. Entretanto, três espécies diferentes foram coletadas unicamente nessa coleta, *Linepithema leucomelas* Emery, 1894, *Linepithema iniquum* Mayr, 1870, e *Linepithema pulex* Wild, 2007. Em relação à abundância das espécies, *Pachycondyla striata* apresentou um número elevado de ocorrências em ambas coletas, isso se deve ao fato delas serem encontradas nos mais diversos ambientes e ocorrerem predominantemente em florestas úmidas (BACCARO et. al., 2015). A espécie *Gnamptogenys striatula* também apresentou um número elevado nas duas amostras. Segundo Pacheco et. al. (2013), *G. striatula* é considerada um importante indicador de qualidade ambiental. Nas análises em relação à riqueza e frequência, existe claramente uma diferença nos valores das espécies coletadas, como já foi anteriormente discutido, mas não podemos descartar a importância complementar que cada evento de coleta teve para o levantamento da mirmecofauna total da área visto essa diferença taxonômica entre as coletas.

Ao analisar separadamente os dois eventos de coleta, observamos uma diferença significativa nos testes estatísticos em relação ao número de espécies entre os dois anos. Conforme os índices calculados com base nos números de Hill, a abundância foi a principal diferença entre os dois anos, ou seja, a dominância em 2015 acabou sendo maior, pois a maior parte dos registros foi monopolizada por poucas espécies e, apesar disso, o índice de diversidade baseado na dominância em 2015 ficou bem similar ao de 2016. Isso acontece porque  $q=2$  considera fortemente a dominância e graficamente essas questões pareceram equilibrar as coletas. A estimativa de riqueza feita a partir do iNext evidenciou que em 2016 a cobertura

amostral de espécies foi melhor do que em 2015, isso se referindo ao efeito da abundância. Na prática, levando em conta a diversidade taxonômica das espécies coletadas, a comunidade de 2015 pode não ser tão diferente da coletada em 2016. O que pode ter ocorrido é que as formigas podem não ter sido amostradas suficientemente bem, pois foram menos abundantes, isso significa que a abundância geral da comunidade pode ser menor e isso dificultou amostrar um maior número de espécies.

Conforme cada número de Hill estimou, ambas as curvas de interpolação e extrapolação de espécies não atingiram a assíntota, indicando que, apesar do esforço amostral, o mesmo não foi o suficiente para coletar o número estimado de espécies para a região. Segundo Longino (2002) e Leponce (2004), em áreas tropicais esse resultado é esperado, devido principalmente ao alto número de espécies raras nas amostras. Em florestas tropicais, a diversidade de formigas é extremamente alta. Seria irrealista esperar que as curvas de acumulação de espécies e riquezas se estabilizariam completamente em áreas tropicais. No caso de inventários e monitoramento, combinações de diferentes métodos de coleta são complementares, sendo importantes para amostrar o tamanho da fauna local.

A coleta realizada no período de 2015 ocorreu em meio a uma estação chuvosa atípica, com um índice de precipitação acima do esperado. Quando comparamos os índices de precipitação do ano de 2014 com os anos seguintes em que ocorreram as coletas, foi possível constatar um aumento na precipitação do mês de março/2015, assim como uma precipitação anual bem acima quando comparado 2014 e 2016.

Segundo Ipardes (1991), a precipitação anual na Reserva Guaricica, varia entre 2.500 e 3.000 mm, com maior pluviosidade de janeiro a março. A precipitação de 2014 foi de 2.327 mm e a de 2016 2.321 mm, ou seja, abaixo dos dados históricos de precipitação para a reserva. Já em 2015 o índice anual de precipitação ficou em 2.763 mm, na média histórica, porém, mais alto que os demais anos. Como não houve muita diferença entre a temperatura média mensal nos períodos de coleta, a diminuição no número de espécies amostradas em 2015 deve ter relação direta com a precipitação. Entretanto, a precipitação em si pode não ser uma explicação, mas algum fator relacionado a esse efeito. Como, por exemplo, esse alto índice pode ter diminuído a atividade de forrageamento das formigas em 2015.

As comunidades de formigas são influenciadas por uma série de variáveis abióticas como umidade do solo, luz (BRIESE & MACAULEY, 1980), relevo, geologia,

tipo de solo, cobertura vegetal, diversidade estrutural da floresta e cobertura da serapilheira. Esses fatores desempenham um papel importante nos padrões de atividade de forrageamento (BRIESE & MACAULEY, 1980) e vários estudos indicam que a temperatura do solo está diretamente relacionada ao forrageamento desses organismos (MARSH 1988, ANDERSEN 1992, WEHNER et al. 1992, CERDÁ *et al.* 1998). Por serem sensíveis a pequenas alterações do microclima no ambiente onde vivem (CERDÁ et al., 1997, BESTELMEYER, 2000), as chuvas influenciam a atividade de assembleias de formigas em uma escala sazonal (WHITFORD 1978, REDDY & VENKATAIAH 1990, LINDSEY & SKINNER 2001). De fato, intensas chuvas podem causar a interferência no processo de comunicação entre as formigas, fazendo com que as trilhas químicas deixadas por esses organismos desapareçam (KASPARI, 2000). Com isso a chuva pode ter um efeito imediato no forrageamento e como consequência, na eficiência do método de amostragem durante a coleta (DELSINNE et al. 2008).

Outra possível explicação para diferença dos resultados de 2015, talvez sejam as duas espécies de *Labidus* coletadas. Segundo Fowler (1979) a atividade dessas formigas está relacionadas à temperatura e umidade do ambiente. Essas formigas são predadoras generalistas e costumam preda outras formigas. As vibrações na trilha e as comunicações químicas dessas formigas são específicas e podem fazer parte de um mecanismo que explica o motivo de outros artrópodes evitarem usar a mesma trilha dessas formigas predadoras (MONTEIRO et. al, 2008). Se esse foi o caso, o período quente e chuvoso do verão de 2015 pode ter favorecido a atividade de forrageamento desses indivíduos e essas formigas podem ter reduzido a presença de outras formigas no local.

As variações sazonais observadas na temperatura e precipitação nesses dois anos de coleta fornecem bons argumentos para corroborar a hipótese de que essa variação da precipitação afetou o número de espécies coletadas. Os resultados desse trabalho mostram diferenças significativas em relação à fauna de formigas levantadas com o mesmo desenho amostral e protocolo de coleta em anos distintos. Apesar de ambas as coletas terem sido realizadas no verão, a de 2015 ocorreu próximo a transição da estação e isso pode ter uma relação com o efeito na amostra coletada. Essa diferença que observamos em relação à abundância das formigas, possivelmente é devida aos efeitos sazonais e temporais que alteraram os típicos níveis mensais na época da coleta.

É possível que exista alguma outra variável climática que não foi considerada, ou que as diferenças apresentadas nesse trabalho se devam a diferenças na amostragem. Da mesma forma, os efeitos temporais podem estar agindo em escalas muito menores. Para tanto, estudos futuros envolvendo uma comparação dos dados climáticos diários podem ajudar a elucidar essas diferenças em relação a quais escalas elas estão inseridas.

É importante ressaltar que em trabalhos de inventariamento e monitoramento da mirmecofauna deve-se levar em consideração todos esses detalhes ao se planejar um desenho amostral. A biologia das formigas envolve minuciosos detalhes que modificam os padrões de comportamento. As armadilhas do tipo *pitfall* fornecem uma boa estimativa da abundância relativa de espécies de formigas que forrageiam sobre o solo (ROMERO E JAFFÉ, 1989; OLSON, 1991; KLIMETZ e PELZ, 1992); entretanto, formigas de outros estratos possivelmente não serão coletadas com essa técnica. Da mesma forma, deve-se considerar as variações climáticas e como isso pode vir a afetar as comunidades de formigas em uma determinada região.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho buscamos entender como as variações temporais podem afetar a riqueza e a diversidade de comunidades de formigas da Mata Atlântica. Os resultados indicam uma diferença no número e frequência de espécies quando comparamos dois eventos de coletas. As análises mostraram que as diferenças, em sua grande maioria, foram significativas. a avaliação dos dados climáticos mostrou uma diferença significativa principalmente na precipitação e essa diferença provavelmente afetou a comunidade de formigas em relação à atividade de forrageamento, influenciando no número e na ocorrência das espécies registradas. Especulamos que alguns fatores, além dessa precipitação acima do esperado, devem ser consideradas e avaliadas em diferentes escalas para procurar entender os motivos das diferenças na amostragem.

Em adição, temos as diferenças taxonômicas, mostrando que a coleta de 2015 contribuiu com um maior número de subfamílias e espécies com o primeiro registro para o Estado do Paraná. As diferenças encontradas nesse trabalho reforçam a importância de se estudar esse tema, buscando entender quais são os fatores que

variam em comunidades de formigas de um ano para o outro, ou até mesmo em um período temporal maior. Esses dados são importantes para diversos estudos, além de fornecer estrutura para padronização de inventários, já que inúmeros fatores podem alterar a coleta.

Apesar de não ser o foco e o objetivo principal, esse projeto contribuiu taxonomicamente para se conhecer a fauna da Reserva Natural Guaricica, essa unidade de conservação possui extrema importância e conhecer sua biodiversidade é primordial.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSEN, A.N. **Regulation of “momentary” diversity by dominant species in exceptionally rich ant communities of the Australian seasonal tropics.** *Am Nat* 140: 401-420., 1992.
- ANTCAT Disponível em: < <http://www.antcat.org/> > acesso em 2 de maio de 2018.
- ARAÚJO, W. S. **A importância de fatores temporais para a distribuição de insetos herbívoros em sistemas Neotropicais.** *Revista da Biologia*, v. 10 (1), p. 1–7, 2013.
- BACCARO, F. B., FEITOSA, R. M., FERNANDEZ, F., FERNANDES, I. O., IZZO, T. J., de SOUZA, J. L., & SOLAR, R. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil.** Manaus: Editora INPA, 388p., 2015.
- BARROW, L. & PARR, C. L. **A preliminary investigation of temporal patterns in semiarid ant communities: variation with habitat type.** *Austral Ecology* 33:653–662, 2008.
- BESTELMEYER, B. T. **The trade-off between thermal tolerance and behavioural dominance in a subtropical South American ant community.** *J. Anim. Ecol.* 69: 998–1009, 2000.
- BRANDÃO, C. R. F. Reino Animalia: Formicidae. In: JOLY, C. A.; CANCELLO, E. M. (eds) **Invertebrados terrestres. Biodiversidade do Estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX.** São Paulo, FAPESP, 1999. p. 279.
- BRIESE, D.T. & MACAULEY, B.J. **Temporal structure of an ant community in semi-arid Australia.** *Australian Journal of Ecology*, 5: 121–134, 1980.
- BROMHAM, L.; CARDILLO, M.; BENNETT, A. F.; ELGAR, M. A. Effects of stock grazing on the ground invertebrate fauna of woodland remnants. **Australian Journal of Ecology, Victoria, AU**, v. 24, p. 199-207, 1999.
- CARROL, C.R. & JANZEN, D.H. **Ecology of foraging by ants.** *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 4: 251 – 297, 1973.
- CERDÁ, X.; RETANA, J. & MANZANEDA, A. **The role of competition by dominants and temperature in the foraging of subordinate species in Mediterranean ant communities.** *Oecologia*, v. 117, n. 3, p. 404-412, 1998.
- DELABIE, J. H. C.; BENTON, F. P.; MEDEIROS, M. A. La polydomie de Formicidae arboricoles dans les cacaoyères du Brésil: optimisation de l’occupation de l’espace ou stratégie défensive? **Actes des Colloques Insectes Sociaux**, v.7, p.173-178, 1991.
- DELSINNE, T., LEPONCE, L.; THEUNIS, Y. **Rainfall Influences Ant Sampling in Dry Forests.** *Biotropica* 40: 590-596, 2008.
- FAGUNDES, R.; SANTOS, N. B. E.; SILVA, G. L.; MAIA, A. C. R.; SANTOS, J. F. L.; RIBEIRO, S. P. **Efeito das mudanças climáticas sazonais no forrageio de**



**Formigas em uma área de mata estacional semidecidual Montana.** In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2009.

FOWLER, H.G. **Notes on *Labidus praedator* (Fr. Smith) in Paraguay (Hymenoptera: Formicidae: Dorylinae: Ecitonini).** Journal of Natural History, 1979.

GOMES, A., W.W. KOLLER & A.T.M. BARROS. **Sazonalidade da mosca-varejeira, *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae), na região dos Cerrados, Campo Grande, MS.** Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, 9: 125-128, 2000.

HERBERS, J.M. **Community structure in north temperate ants: temporal and spatial variation.** Oecologia 81:201–211, 1989.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). Disponível em: <<http://www.ipardes.pr.gov.br/>> acessado em 8 de maio de 2018.

KASPARI, M.; O' DONNELL, S.; KERCHER, J. R. Energy, density, and constraints to species richness: ant assemblage along a productivity gradient. **The American Naturalist**, Chicago, v. 155, p. 280- 293, 2000.

KASPARI, M. Introducción a la ecología de las hormigas. In: FERNÁNDEZ, F. (ed.) **Introducción a las hormigas de la región Neotropical.** Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humbolt, Bogotá, p. 423, 2003.

KASPARI, M. Global energy gradients and size in colonial organisms: worker mass and worker number in ant colonies. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, DC, v. 102, p. 5079-5083, 2005.

KLIMETZEK D.; PELZ D.R. **Nest counts versus trapping in ant surveys: influence on diversity.** In: Billen J (ed) Biology and evolution of social insects. Leuven University Press, Leuven, pp 171-179, 1992.

LEVINGS S. C. **Seasonal, annual, and among-site variation in the ground ant community of a deciduous tropical forest: some causes of patchy species distributions.** Ecol. Monogr.53, 435–55, 1983.

LINDSEY, P.A. & SKINNER, J.D. **Ant composition and activity patterns as determined by pitfall trapping and other methods in three habitats in the semi-arid Karoo.** Journal of Arid Environments, 48, 551–568, 2001.

LONGINO, J. T., J. CODDINGTON, AND R. K. COLWELL. **The ant fauna of a tropical rain forest: Estimating species richness three different ways.** Ecology 83: 689–702, 2002.

MAJER, J. D. Ants: bioindicators of mine site rehabilitation, land use and land conservation. **Environmental 53 Management**, v.7, p.375-383, 1983.

MCARTHUR, J. W. **Environmental fluctuations and species diversity**. Ecology and evolution of communities. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA. 74–80p, 1975.

MONTEIRO, A. F. M.; SUJII, E. R.; MORAIS, H. C. **Chemically based interactions and nutritional ecology of *Labidus praedator* (Formicidae: Ecitoninae) in an agroecosystem adjacent to a gallery forest**. Rev. Bras. Zool, 2008.

MOFFETT, M. W. What's 'up'? **A critical look at the basic terms in canopy biology**. *Biotropica*, v.32, p.569-596, 2000.

OLSON, D.M. **A comparison of the efficacy of litter sifting and pitfall traps for sampling leaf litter ants (Hymenoptera, Formicidae) in a tropical wet forest, Costa Rica**. *Biotropica* 23-166:172, 1991.

PACHECO, R.; VASCONCELOS, H. L.; GROG, S.; CAMACHO, G. P.; FRIZZO, T. L. M. **The importance of remnants of natural vegetation for maintaining ant diversity in Brazilian agricultural landscapes**. *Biodiversity and Conservation*, 22: 983-997, 2013.

REDDY, M. V., AND B. VENKATAIAH. **Seasonal abundance of soil-surface arthropods in relation to some meteorological and edaphic variables of the grassland and tree-planted areas in a tropical semi-arid savanna**. *Int. J. Biometeorol.* 34: 49–59, 1990.

RICO-GRAY V, GARCÍA-FRANCO JG., PALACIOS-RIOS M, DIAZ-CASTELAZO, C., PARRA-TABLA V, NAVARRO JA (1998). **Geographical and seasonal variation in the richness of ant-plant interactions in Mexico**. *Biotropica* 30:190-200.

RICKLEFS, R. E.; SCHLUTER, D. **Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Geographical Perspectives**. University of Chicago Press, 414 pp, 1993.

ROMERO H.; JAFFE K. **A comparison of methods for sampling ants (Hymenoptera, Formicidae) in savannas**. *Biotropica* 21-348:352, 1989.

SANTOS, S. R. Q.; VITORINO, M. I.; HARADA, A. Y.; SOUZA, A. M. L.; SOUZA, E. B. **A riqueza das formigas relacionada aos períodos sazonais em Caxiuanã durante os anos de 2006 e 2007**. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.27, n.3, 307 - 314, 2012.

SILVESTRE, R. **Estrutura de comunidades de formigas do cerrado**. Tese de Doutorado. Departamento de Biologia. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2000.

SCHMIDT, K. et al. **Formigas (Hymenoptera: Formicidae) da Ilha João da Cunha, SC: composição e diversidade**. *Biotemas*, v. 18, n. 1, p. 57-71, 2005.

TSCHINKEL, W.R. **Insect sociometry, a field in search of data**. *Insectes Soc* 38:77–82, 1991.

TOWNSEND, C.R. et al. Fundamentos em ecologia. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 576p, 2010.

UNDERWOOD, E. C.; FISHER, B. L. The role of ants in conservation monitoring: if, when, and how. **Biological Conservation**, Essex, v. 132, p. 166-182, 2006.

WHITFORD, W. G. **Structure and seasonal activity of Chihuahua Desert ant communities**. Insect. Soc. 25: 79–88, 1978.

WILSON, E. O.; HÖLLDOBLER, B. The rise of the ants: a phylogenetic and ecological explanation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, DC, v. 102, p. 7411-7414, 2005.

## 7. ANEXOS

## ANEXO I – LISTA DE ESPÉCIES RESERVA NATURAL GUARICICA

| Subfamília            | Gênero/Espécie                               | 2015 | 2016 |
|-----------------------|--|------|------|
| Dolichoderinae        | <i>Linepithema leucomelas</i> Emery, 1894    |      | X    |
|                       | <i>Linepithema iniquum</i> Mayr, 1870        |      | X    |
|                       | <i>Linepithema pulex</i> Mayr, 1870          |      | X    |
| Dorylinae             | <i>Labidus coecus</i> Latreille, 1802        | X    |      |
|                       | <i>Labidus praedator</i> Smith, 1858         | X    |      |
| Ectatomminae          | <i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863       | X    | X    |
|                       | <i>Gnamptogenys striatula</i> Mayr, 1884     | X    | X    |
| Formicinae            | <i>Acropyga goeldii</i> Forel, 1893          | X    |      |
|                       | <i>Camponotus vittatus</i> Forel, 1904       | X    |      |
|                       | <i>Nylanderia</i> sp. 1                      |      | X    |
|                       | <i>Nylanderia</i> sp. 3                      | X    |      |
| Heteroponerinae       | <i>Heteroponera dolo</i> Roger, 1860         |      | X    |
|                       | <i>Heteroponera mayri</i> Kempf, 1962        | X    |      |
| Myrmicinae            | <i>Acromyrmex subterraneus</i> Forel, 1893   | X    |      |
|                       | <i>Apterostigma</i> sp. 3                    | X    | X    |
|                       | <i>Crematogaster limata</i> Smith, 1858      |      | X    |
|                       | <i>Crematogaster</i> pr <i>limata</i>        | X    |      |
|                       | <i>Cyphomyrmex</i> pr <i>rimosus</i>         |      | X    |
|                       | <i>Cyphomyrmex minutus</i> Mayr, 1862        | X    | X    |
|                       | <i>Oxyepoecus</i> pr <i>rosai</i>            | X    | X    |
|                       | <i>Pheidole aper</i> Forel, 1912             |      | X    |
|                       | <i>Pheidole angusta</i> Forel, 1908          |      | X    |
|                       | <i>Pheidole bucculenta</i> Forel, 1908       |      | X    |
|                       | <i>Pheidole subarmata</i> Mayr, 1884         | X    | X    |
|                       | <i>Pheidole gertrudae</i> Forel, 1886        | X    | X    |
|                       | <i>Pheidole guilelmimuelleri</i> Forel, 1886 | X    | X    |
|                       | <i>Pheidole</i> pr <i>rosae</i>              |      | X    |
|                       | <i>Pheidole</i> 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. 5 | X  |      |      |
| <i>Pheidole</i> sp. 6 |  | X    |      |
| <i>Pheidole</i> sp. 7 | X  | X    |      |
| <i>Pheidole</i> sp. 8 |  | X    |      |

|           |  |   |   |
|-----------|--|---|---|
|           | <i>Pheidole</i> sp. 9                              | X | X |
|           | <i>Pheidole</i> sp. 10                             | X | X |
|           | <i>Procryptocerus convergens</i> Mayr, 1887        |   | X |
|           | <i>Solenopsis</i> sp. 1                            |   | X |
|           | <i>Solenopsis</i> sp. 2                            | X | X |
|           | <i>Solenopsis</i> sp. 3                            |   | X |
|           | <i>Solenopsis</i> sp. 4                            |   | X |
|           | <i>Solenopsis</i> sp. 6                            | X |   |
|           | <i>Strumigenys denticulata</i> Mayr, 1887          | X |   |
|           | <i>Strumigenys elongata</i> Roger, 1863            |   | X |
|           | <i>Trachymyrmex</i> sp.                            |   | X |
|           | <i>Wasmannia affinis</i> Santschi, 1929            | X | X |
|           | <i>Wasmannia auropunctata</i> Roger, 1863          | X |   |
| <hr/>     |  |   |   |
| Ponerinae | <i>Hypoponera foreli</i> Mayr, 1887                | X | X |
|           | <i>Hypoponera</i> sp. 4                            |   | X |
|           | <i>Hypoponera</i> sp. 6                            |   | X |
|           | <i>Hypoponera</i> sp. 10                           | X |   |
|           | <i>Leptogenys</i> gr. <i>luederwalti</i> sp.       |   | X |
|           | <i>Leptogenys crudelis</i> Smith, 1858             |   | X |
|           | <i>Leptogenys iheringi</i> Forel, 1911             | X |   |
|           | <i>Odontomachus affinis</i> Guérin-Méneville, 1844 | X | X |
|           | <i>Odontomachus chelifer</i> Latreille, 1802       | X | X |
|           | <i>Pachycondyla striata</i> Smith, 1858            | X | X |
|           | <i>Pachycondyla harpax</i> Fabricius, 1804         | X | X |