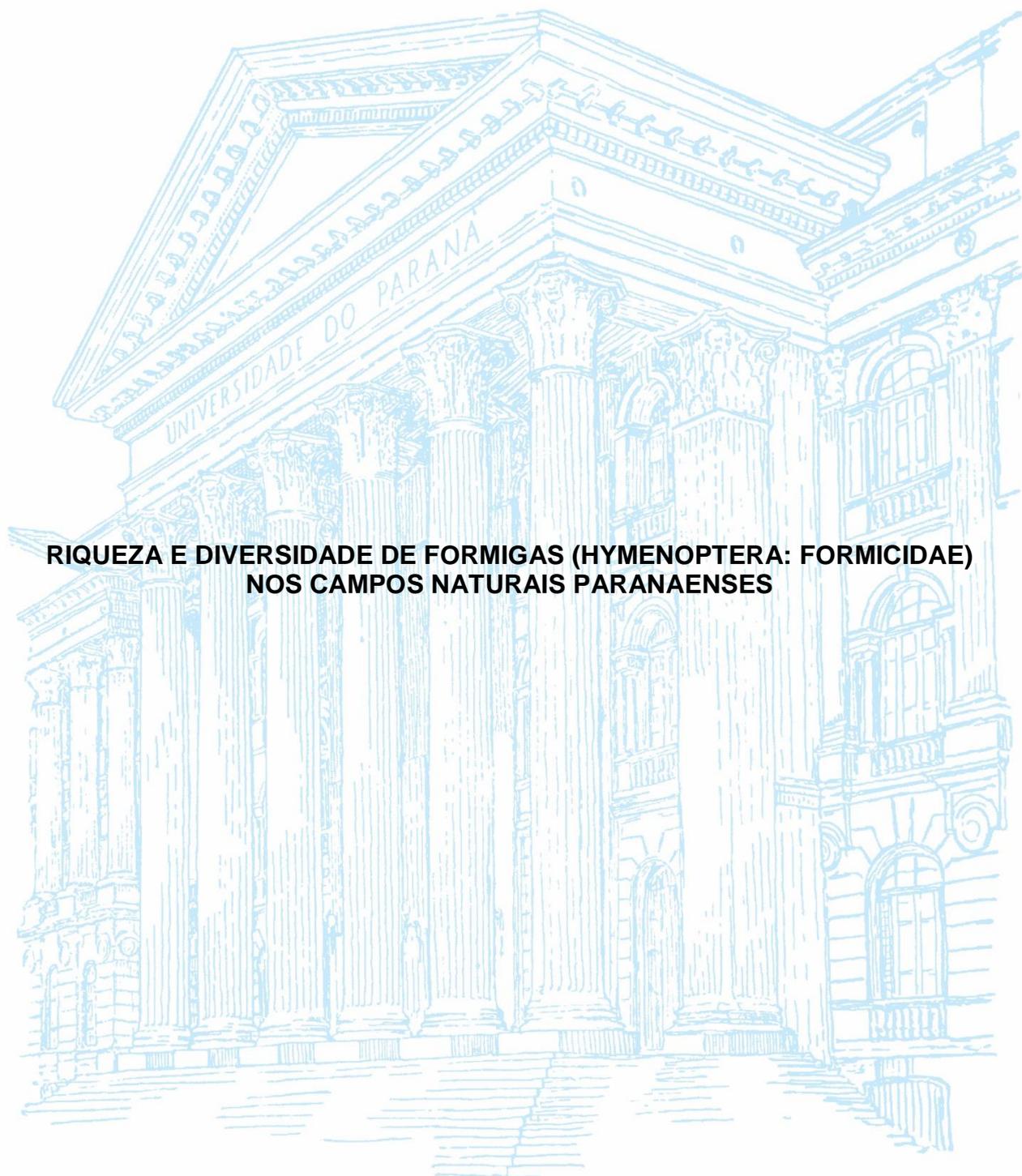


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

WESLLY FRANCO



**RIQUEZA E DIVERSIDADE DE FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)
NOS CAMPOS NATURAIS PARANAENSES**

**CURITIBA
2018**

WESLLY FRANCO

**RIQUEZA E DIVERSIDADE DE FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)
NOS CAMPOS NATURAIS PARANAENSES**

Dissertação apresentada à Coordenação do curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Machado Feitosa

CURITIBA
2018

Universidade Federal do Paraná
Sistema de Bibliotecas

Franco, Wesly

Riqueza e diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) nos campos naturais paranaenses. / Wesly Franco. – Curitiba, 2018.

59 f. : il. ; 30cm.

Orientador: Rodrigo Machado Feitosa

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Entomologia).

1. Formiga. 2. Mata Atlantica . 3. Cerrados. I. Título II. Feitosa, Rodrigo Machado. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Entomologia).

CDD (20. ed.) 595.796



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(ENTOMOLOGIA)

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ENTOMOLOGIA) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **WESLLY FRANCO** intitulada: "**RIQUEZA E DIVERSIDADE DE FORMIGAS (HYMENOPTERA:FORMICIDAE) NOS CAMPOS NATURAIS PARANAENSES**", após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua Aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 19 de Fevereiro de 2018.

RODRIGO DOS SANTOS MACHADO FEITOSA
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

LUCIANA REGINA PODGAISKI
Avaliador Externo (UFRGS)

EDUARDO CARNEIRO DOS SANTOS
Avaliador Interno (UFPR)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a meu orientador Rodrigo Feitosa por toda a dedicação ministrada a este trabalho. Agradeço a todo apoio e respeito e pelo exemplo de profissional a ser seguido.

Agradeço ao Laboratório de Sistemática e Biologia de Formigas, minha segunda casa, na qual fui acolhido em 2013 e pude dar meus primeiros passos na carreira. Aos colegas Alexandre, Aline, Ana Carolina, Gabriela, Jaqueline, Paloma, Mila, Natalia, Sebastian, Tainara, Thiago, Yasmin e Yohan pela companhia diária e momentos de descontração. Com vocês eu aprendi o significado de família.

Agradeço aos colegas que auxiliaram nas identificações, principalmente ao Alexandre, Thiago e Gabriela. Sou grato a vocês também pelas horas de conversas e trocas de ideias. Esses momentos tornaram esse trabalho possível. Sou grato também ao Thiago pelo apoio e pelos conselhos que me abriram portas para projetos futuros.

Agradeço também a Sebastian Sendoya pelo auxílio nas análises estatísticas do trabalho.

Não posso deixar de agradecer às pessoas que me auxiliaram nos trabalhos de campo. Aline, a parceira oficial de coletas. Dividimos horas longe de casa, passando pelas mais diversas situações.

Paloma, agradeço pela companhia e pelas nossas aventuras pastoreando ovelhas.

Ana Carolina e Yohan, agradeço pela disponibilidade de encarar o desafio de ir para campo pela primeira vez. Sou grato pelas conversas e pelos momentos cozinhando no campo.

Rodrigo agradeço pela confiança, ensinamentos e horas de músicas nas trilhas que nunca mais saiam da cabeça.

Agradeço também a todas as pessoas que passaram por minha vida durante esse período, as que surgiram e as que se foram. Com cada uma aprendi lições valiosas.

Agradeço também aos meus amigos Lucas e Luiza por estarem sempre presentes. Vocês suportaram horas de conversas, histórias e me sustentaram nos momentos em que errei. Vocês também acompanharam meu crescimento e minhas mudanças.

Agradeço ao programa de pós-graduação em Entomologia e a todos os funcionários e professores. Agradeço ao Cnpq pela concessão da bolsa.

Agradeço por último aos meus pais por toda a jornada e por todo amor e confiança. Vocês acreditaram em mim nos momentos em que nem eu mesmo acreditava.

“Não deve haver limites para o esforço humano. Por pior do que a vida possa parecer, sempre há algo que podemos fazer em que podemos obter sucesso. Enquanto houver vida, haverá esperança.”

Stephen Hawking

RESUMO

As formigas (Hymenoptera: Formicidae) são organismos eussociais de grande importância ecológica. Formigas participam de diversas interações com outros organismos e a presença ou ausência de grupos específicos é fortemente relacionada a várias características ambientais. Dessa forma, um ambiente mais heterogêneo pode certamente influenciar na diversidade da mirmecofauna. Apesar de serem classificados como um ambiente único, os campos da Região Sul do Brasil estão inseridos em diferentes biomas, com grande heterogeneidade. Os campos naturais do Paraná apresentam uma fisionomia muito particular, com uma topografia singular. Esses campos são compostos por duas principais formações: os Campos Gerais e os campos do sudoeste. A primeira é uma formação localizada no segundo planalto paranaense, abrigando uma grande diversidade de fisionomias vegetais. Os campos do sudoeste são mais homogêneos, predominando o estrato herbáceo contínuo. Assim, as particularidades fitofisionômicas dessa região podem certamente influenciar na distribuição da mirmecofauna. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a riqueza, diversidade e composição da fauna de formigas nos campos naturais paranaenses. Pretendemos, também, investigar a similaridade dessa fauna entre as duas principais formações amostradas. Para atingir esse objetivo, conjuntos de amostras foram coletados utilizando armadilhas de queda do tipo *pitfall* em quatro diferentes Unidades de Conservação, compreendendo as formações de campo do estado do Paraná: (1) *Parque Estadual de Vila Velha* (PEVV); (2) *Parque Estadual do Cerrado* (PEC); (3) *Parque Estadual do Guartelá* (PEG); (4) *Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas* (RVCP). Registramos um total de 237 espécies, sendo 57 na RVSCP, 102 no PEVV, 114 no PEG e 130 no PEC, indicando um aumento da riqueza de altas para baixas latitudes nas formações campestres do estado do Paraná. A subfamília mais rica foi Myrmicinae (151 espécies) seguida de Formicinae (39) e Ponerinae (19). Os gêneros mais ricos foram *Pheidole* (67 espécies), *Camponotus* (25 espécies) e *Solenopsis* (19 espécies). Os resultados indicam que a composição da fauna de formigas é distinta entre as duas formações de campo do estado. As áreas do PEVV, PEG e PEC (Campos Gerais) apresentam uma composição de espécies similar entre elas, mas diferente da composição da RVSCP (campos do sudoeste). Também visualiza-se uma composição mais próxima entre as áreas do PEVV e do PEG e uma separação do PEC. As áreas de campo do Paraná atuam como unidades de transição entre os biomas do estado (Mata Atlântica e Cerrado), mas com um número significativo de componentes endêmicos da mirmecofauna. Finalmente, nossos dados contribuíram para um melhor entendimento da composição da comunidade de formigas nos Campos Sulinos, com a geração da primeira lista de espécies para essa formação no estado do Paraná.

Palavras-chave: Diversidade, Composição, Inventário, Neotrópicos, Savanas

ABSTRACT

Ants (Hymenoptera: Formicidae) are eusocial organisms of primary ecological importance. They participate in several interactions with other organisms and the presence or absence of specific groups is strongly correlated with various environmental characteristics. Therefore, environmental heterogeneity can certainly influence the diversity of the ant fauna. Despite its classification as a single environment, the grasslands of Southern Brazil encompass different biomes with great heterogeneity. The natural grasslands of the state of Paraná comprise a very particular physiognomy with singular topography. This region is composed of two principal grasslands formations: the *Campos Gerais* and the grasslands of the southwest. The first is a region located in the second plateau of Paraná state, with a great diversity of environments. The grasslands of the southwest are more homogeneous, with a continuous herbaceous stratum dominating the landscape. Therefore, the phytophysiognomic features in this region can influence local biodiversity and distribution of the ant fauna. In this context, the aim of this study was to evaluate the richness, diversity and composition of the ant fauna along the natural grasslands of Paraná. We also intended to investigate the fauna similarity, considering the two different formations of the sampled areas. To achieve this aim, sets of samples were collected using pitfall traps along four different Conservation Unities comprising the formations of grasslands in the state of Paraná: (1) *Parque Estadual de Vila Velha* (PEVV); (2) *Parque Estadual do Cerrado* (PEC); (3) *Parque Estadual do Guartelá* (PEG); (4) *Refúgio da Vida Silvestre dos Campos de Palmas* (RVSCP). We collected a total of 237 species, of which 57 were in the RVSCP, 102 in PEVV, 114 in the PEG and 130 species in the PEC. This indicates that richness increases from high to low latitudes along the grasslands of Paraná. The richest subfamily was Myrmicinae (151 species), followed by Formicinae (39) and Ponerinae (19). The richest genera were *Pheidole* (69 species), *Camponotus* (25 species) and *Solenopsis* (19 species). The results indicate that the composition of the ant fauna is distinct between the two different formations of grasslands in the state of Paraná. The areas of the PEVV, PEG and PEC (*Campos Gerais*) present a similar species composition which is different from that of RVSCP (grasslands of the southwest). A closer composition between the areas of the PEVV and PEG and a separation of the PEC is also visualized. These formations act as transition areas between the biomes of state (Atlantic Forest and Cerrado), but also with a significative number of endemic components of ant fauna. Finally, our data contributed to a better understanding of the composition of the ant community in the Brazilian Southern grasslands, with a first species list for this formation in the state of Paraná.

Key words: Diversity, composition, Inventory, Neotropics, Savanna.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – MAPA DO ESTADO DO PARANÁ INDICANDO AS ÁREAS DE COLETA	18
FIGURA 2 – ESQUEMA DEMONSTRATIVO DO DELINEAMENTO AMOSTRAL.....	20
FIGURA 3 – RIQUEZA TOTAL OBSERVADA NOS CAMPOS NATURAIS PARANAENSES	23
FIGURA 4 – ÍNDICE DE COBERTURA DE AMOSTRAGEM PARA AS ÁREAS COLETADAS. A- CURVA COMPLETA. B- CORTE DA CURVA EM 0.9	24
FIGURA 5 – CURVA DE REREFAÇÃO PARA A RIQUEZA BASEADA NA ABUNDÂNCIA RELATIVA	25
FIGURA 6 – CURVA DE RAREFAÇÃO PARA DIVERSIDADE COM BASE NOS NUMEROS DE HIL. 0- RIQEZA, 1- SHANNON, 2- SIMPSON	26
FIGURA 7 – GRÁFICO DE REPRESENTAÇÃO DA ANÁLISE DE ESCALONAMENTO MULTIDIMENSIONAL NÃO MÉTRICO (NMDS) DAS ÁREAS AMOSTRADAS PARA O ÍNDICE DE JACCARD, STRESS = 0.06.....	28
FIGURA 8 – GRÁFICO DE REPRESENTAÇÃO DA ANÁLISE DE ESCALONAMENTO MULTIDIMENSIONAL NÃO MÉTRICO (NMDS) DAS ÁREAS AMOSTRADAS PARA O ÍNDICE DE BRAY CURTIS. AS ESPÉCIESCOLETADAS SÃO REPRESENTADAS POR QUADRADOS CINZAS, STRESS = 0.05	28

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – NÚMERO DE GÊNEROS E ESPÉCIES COLETADAS POR SUBFAMÍLIA	23
TABELA 2– NÚMERO DE ESPÉCIES ESTIMADAS PARA AS QUATRO ÁREAS AMOSTRADAS	24
TABELA 3– ÍNDICES DE DIVERSIDADE NAS ÁREAS AMOSTRADAS	26
TABELA 4– MODELO DE ANÁLISE PERMUTACIONAL MULTIVARIADA DA VARIÂNCIA (PERMANOVA), TESTANDO O EFEITO ÁREAS SOBRE A COMPOSIÇÃO	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. MATERIAL E MÉTODOS	16
2.1. ÁREAS DE COLETA	16
2.2 DELINEAMENTO AMOSTRAL.....	19
2.3. ANÁLISES	20
2.3.1 Riqueza e Diversidade.....	21
2.3.2 Composição.....	22
2.3.2.1 Análise de ordenação	22
3. RESULTADOS.....	22
3.1 RIQUEZA E DIVERSIDADE	22
3.2 NOVOS REGISTROS.....	27
3.3 COMPOSIÇÃO	27
3.3.1 Análise de ordenação (NMDS)	27
3.3.2 Análise Permutacional Multivariada da Variância	29
4. DISCUSSÃO.....	29
4.1 RIQUEZA.....	29
4.2 DIVERSIDADE.....	32
4.3 COMPOSIÇÃO	34
4.4 IMPORTÂNCIA DAS UCS PARA A CONSERVAÇÃO DOS CAMPOS NO PARANÁ	38
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS	41
APÊNDICE 1 – LISTA DE ESPÉCIES DE FORMIGAS PARA OS CAMPOS NATURAIS PARANAENSES.....	50
ANEXO 1 – FOTOGRAFIAS DAS ÁREAS DE COLETA.....	56

1. INTRODUÇÃO

As formigas (Hymenoptera: Formicidae) constituem uma família de insetos de grande importância ecológica, participando de diversas interações com os mais diversos organismos (WILSON & HÖLLDOBLER, 2005). Por sua grande diversidade de formas, estratégias reprodutivas e de obtenção de alimento (RICCO-GRAY & OLIVEIRA, 2007), a família ocupa posições chave na maioria dos ambientes terrestres, com grande importância nas redes tróficas (WALL & MOORE, 1999). Assim, são consideradas um dos grupos de insetos mais bem-sucedidos do ponto de vista evolutivo e ecológico, dominando os mais diversos ambientes (GUÉNARD, 2013). De fato, as formigas ocorrem em todo o globo, com elevados níveis de abundância e diversidade local e regional (DAVIDSON et al., 2003; WARD, 2007).

Formicidae possui 17 subfamílias viventes, englobando cerca de 13 mil espécies divididas em 333 gêneros (BOLTON, 2017). Para o Brasil, temos o registro de 112 gêneros (dos quais nove são endêmicos) e 1.480 espécies (ANTIWIKI, 2017). A riqueza real, no entanto, é um ponto a ser explorado, pois se sabe que o número atual está amplamente subestimado, uma vez que há ainda uma grande quantidade de espécies a ser descrita na região Neotropical, especialmente nos biomas brasileiros (LATTKE, 2003).

O Brasil apresenta uma grande diversidade de biomas com características únicas de flora e de fauna. Em relação à fauna de formigas, diversos estudos foram conduzidos nos maiores biomas brasileiros, em especial a Mata Atlântica, a Amazônia e o Cerrado (CARVALHO & VASCONCELOS, 1999; DELABIE et al., 2006; COSTA et al., 2010). Poucos estudos foram realizados em biomas ou fisionomias mais restritas como, por exemplo, as áreas de campo do Sul do Brasil. Destacam-se, no entanto, os trabalhos conduzidos exclusivamente no estado do Rio Grande do Sul (DIEHL et al., 2005; ALBUQUERQUE & DIEHL, 2009; ROSADO et al., 2012; DIEHL et al., 2014, ALBUQUERQUE et al., 2017; DRÖSE et al., 2017).

O termo “Campos Sulinos” é utilizado para denominar as regiões campestres nos três estados da Região Sul do Brasil: Paraná (PR), Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS). Apesar de ser um termo empregado para caracterizar as formações de campo desses três estados, as mesmas não são homogêneas, sendo claramente separadas em dois biomas diferentes. Os campos da metade sul e do oeste do RS estão inseridos no bioma Pampa e são caracterizados como estepes estacionais. Os

campos do planalto Sul-Brasileiro, região que inclui a porção norte do RS e os estados de SC e PR, pertencem ao bioma Mata Atlântica e são caracterizados como estepes ombrófilas (PILLAR & LANGE, 2015).

Apesar de ocorrerem formações florestais no bioma Pampa, as mesmas não dominam a paisagem. De maneira diferente, os campos do bioma Mata Atlântica são compostos por mosaicos, intercalando áreas abertas com capões de floresta ombrófila mista, também conhecida como floresta de araucária (CARMO et al., 2007; BOLDRINI, 2009).

Diversos estudos realizados nos últimos anos nas regiões campestres do Sul do Brasil indicam que durante o Holoceno as fisionomias de campo dominavam toda a extensão da Região Sul do Brasil (BEHLING 1997, 2002; CARLUCCI et al., 2011). Isso foi atribuído primeiramente às condições glaciais frias e secas no Holoceno inferior e posteriormente às condições quentes e secas do Holoceno superior. No entanto, ainda durante o Pleistoceno, condições mais úmidas permitiram a expansão da floresta ombrófila mista sobre os estados do Paraná e Santa Catarina. Essa expansão deve ter iniciado a partir de matas de galeria ao longo de rios, que até então atuavam como pequenos refúgios de espécies. Essa hipótese é corroborada pela presença de grãos de pólen (representando a vegetação de floresta ombrófila mista e a Mata Atlântica) do Pleistoceno tardio, encontradas na região. Os grãos de pólen possivelmente foram transportados através do vento, oriundos dos refúgios florestais, das escarpas da Serra Geral e da vegetação costeira (BEHLING, 2004).

A expansão da floresta ombrófila promoveu alterações significativas nos Campos Sulinos, permitindo o estabelecimento, em seu domínio, de espécies que antes estavam restritas às regiões mais quentes e úmidas (BEHLING, 2005). De fato, muitas espécies, principalmente de plantas tropicais, têm seu limite sul nos campos de Mata Atlântica, no entanto, muitas espécies ainda são compartilhadas entre esse bioma e o bioma dos Pampas (OVERBECK et al., 2015).

No Paraná, tal expansão, foi também influenciada pelas particularidades do relevo. O Paraná é formado por cinco divisões geomorfológicas, iniciando pelo litoral ao leste do estado, seguido pela Serra do Mar e três planaltos no sentido oeste do estado (MAACK, 1981). O litoral é uma faixa estreita de terras com baixas altitudes e vegetação de restinga, manguezais e Mata Atlântica. A Serra do Mar é uma cadeia de montanhas que divide o litoral e o primeiro planalto. A vegetação é principalmente de Mata atlântica, mas com áreas de campos de altitude nos topos de montanhas

(ALMEIDA & CARNEIRO, 1997). Os campos de altitude ocorrem acima do limite das florestas em condições de clima frio e seco. Embora sua estrutura e composição seja semelhante à das demais áreas de Campos Sulinos sua litologia é distinta. Os campos de altitude ocorrem principalmente sobre rochas graníticas enquanto que as demais áreas dos Campos Sulinos ocorrem sobre rochas areníticas e basálticas (SAFFORD, 1999).

O primeiro planalto é o mais alto dos três, com altitudes variando de 850 a 1.300 m. A vegetação é constituída principalmente por remanescentes de floresta ombrófila mista. Ao fim do primeiro planalto está localizada a Escarpa Devoniana, uma feição geomorfológica que constitui um degrau topográfico entre o primeiro e o segundo planalto (SOUZA & SOUZA, 2002). A oeste da Escarpa inicia-se o segundo planalto, região de relevo ondulado e predomínio da vegetação campestre. As altitudes variam entre 1.200 m nos pontos mais altos e 500 m a oeste no encontro com a Serra Geral, formação que marca a passagem para o terceiro planalto (MELO et al., 2007). Também conhecido como planalto de Guarapuava, o terceiro planalto é a unidade geomorfológica de maior extensão. A vegetação é bem variada com áreas extensas de florestas e porções de vegetação campestre.

De acordo com HAUCK & PASSOS (2010), o estado do Paraná, durante o Último Máximo Glacial (UMG), era recoberto exclusivamente por vegetação aberta, formada principalmente por campos secos. As coberturas vegetais úmidas estavam bastante fragmentadas e encontravam-se em refúgios nas zonas mais rebaixadas e fundos de vales. Ao fim desse período houve uma expansão das formações florestais: as araucárias se expandiram para as zonas mais frias e regiões mais elevadas no planalto; enquanto a vegetação de floresta estacional penetrou pelos vales do Paraná e a floresta ombrófila densa ganhou forma a partir da Serra do Mar em direção aos planaltos. A expansão não foi homogênea e, devido às características do relevo do estado, houve a separação de duas principais regiões de campo no Paraná.

A primeira, a oeste da Escarpa Devoniana, foi definida por MAACK (1948) como os "Campos Gerais Paranaenses". A segunda região de campos situa-se no sudoeste do estado, entre os municípios de Guarapuava e Palmas, no terceiro planalto paranaense.

A região dos Campos Gerais é uma zona fitogeográfica caracterizada pela predominância de solos rochosos, rios poucos profundos, cânions, furnas e cavernas (MELO & MENEGUZZO, 2001). Essa região compreende uma formação vegetacional

de campos limpos, permeados por capões de araucária e matas de galeria. A extensão determinada é de 11.761,41 km², estendendo-se por aproximadamente 22 municípios do centro-leste paranaense, de Rio Negro, divisa com Santa Catarina a Sengés, já no limite norte com São Paulo.

Os Campos Gerais possuem um grande histórico de ação antrópica, que vem ao longo dos anos reduzindo a extensão e diversidade do ambiente, principalmente devido ao fato de ser uma região com diversos atrativos turísticos e estar na fronteira da extensão agropecuária do estado. O problema é relativamente grave, pois se trata de um ecossistema ainda pouco explorado cientificamente, ou seja, ainda pouco se sabe sobre a diversidade local, o que dificulta as ações de conservação (MENEGUZZO & ALBUQUERQUE, 2009; CAMPOS & DALCOMUNE, 2012).

Os campos da porção sudoeste são caracterizados pelo domínio de campos limpos, com um extrato herbáceo quase contínuo. Há também manchas de floresta ombrófila mista e de floresta estacional semidecidual intercaladas com as áreas de campo. A região também é caracterizada pelo seu clima mais frio (MAACK, 1981).

Entre essas duas regiões de campo no PR há a separação entre o segundo e terceiro planalto, além de uma grande extensão de floresta ombrófila mista.

A heterogeneidade fitofisionômica dos campos naturais do Paraná e suas particularidades podem certamente influenciar na distribuição de sua biodiversidade. Isto não deve ser diferente com as formigas, uma vez que estas geralmente apresentam altas taxas de *turnover* espacial (troca geográfica de espécies) (SMITH et al., 2005). De fato, alterações no ambiente podem promover mudanças significativas na mirmecofauna de uma região. A riqueza de espécies locais de formigas correlaciona-se com diversas características do ambiente e filtros ambientais, tais como temperatura e umidade, disponibilidade de recursos e competição (LEWINSOHN et al., 2005).

Considerando os processos históricos envolvidos na formação das áreas campestres do Paraná, considera-se que, em determinado momento, especificamente até o Holoceno superior, estas regiões compartilharam faunas semelhantes. Com a subsequente expansão da floresta entre as duas principais formações de campo do estado, nossa hipótese é que tenha se estabelecido uma barreira histórica separando a fauna especialista em áreas de campo.

Nesse contexto, o objetivo principal do presente estudo é determinar a riqueza, diversidade e composição da fauna de formigas nos campos naturais do Paraná.

Também temos como objetivo comparar as duas principais regiões de campo do estado, os Campos Gerais e os campos do sudoeste, verificando a similaridade entre as faunas para assim avançar na tentativa de se compreender de que maneira as fisionomias adjacentes influenciam a composição da mirmecofauna dos campos naturais do Paraná.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ÁREAS DE COLETA

Coletas padronizadas foram conduzidas em quatro Unidades de Conservação (UCs) do estado, abrangendo grande parte da extensão das duas principais áreas de campos naturais do Paraná.

As unidades selecionadas para amostragem foram o Parque Estadual de Vila Velha (PEVV), o Parque Estadual do Guartelá (PEG), o Parque Estadual do Cerrado (PEC), e o Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas (RVSCP). As três primeiras são UCs estaduais localizadas nos Campos Gerais e inseridas na Área de proteção ambiental da Escarpa Devoniana. A RVSCP é uma UC federal localizada nos campos do sudoeste (FIGURA 1). Fotografias das áreas de coletas estão disponíveis no ANEXO I.

Todas as coletas foram realizadas sob a autorização do Instituto Ambiental do Paraná - IAP (licença 49.14) e do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio (licença 53622-1).

O Parque Estadual de Vila Velha (PEVV) está localizado no município de Ponta Grossa, entre as coordenadas 25°12'34" e 25°15'35"S, 49°58'04" e 50°03'37"O. O clima é do tipo Cfb (úmido temperado), de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura média de 18° C no mês mais frio (julho) e 22° C no mês mais quente (janeiro), e sem estação seca definida (IAPAR, 1994).

O parque tem uma área de aproximadamente 3,122 ha, constituído por uma cobertura vegetal predominante de campos naturais com presença de fragmentos de floresta ombrófila mista (ZILLER, 2000). A floresta ombrófila mista fica restrita a pequenos capões, no entanto, há no parque uma grande área contínua conhecida como capão grande.

Por se situar no segundo planalto paranaense, a área do PEVV apresenta um relevo extremamente ondulado, com a presença de escarpas, platôs e paredões

abertos. As formações rochosas são, em sua maioria, afloramentos de arenito datadas do Paleozoico e pertencem aos grupos Paraná e Itararé (MAACK, 1946). Os arenitos por sua vez exibem as mais variadas formas e sua expressiva beleza cênica constitui o principal atrativo turístico do parque.

O Parque Estadual do Guartelá (PEG) está localizado no município de Tibagi, entre as coordenadas 24°39'10"S e 50°15'25"O. O parque é caracterizado por um predomínio de fisionomias campestres com mosaicos de floresta ombrófila mista e Cerrado (VELOSO et al., 1991). O clima da região, de acordo com o sistema de classificação de Köppen, é do tipo Cfb (úmido temperado), sofrendo influência direta do clima Cfa (úmido subtropical) (ITCG, 2008). A temperatura média anual é de 18°C, enquanto a precipitação média anual encontra-se entre 1.400 a 1.600 mm e a umidade relativa anual varia entre 80% e 85%.

O PEG abrange uma área de 798,97 ha, com um relevo bastante diversificado, variando de suave-ondulado a extremamente acidentado, com as escarpas chegando a mais de 100 m de altura. Justamente devido a essas características, são observadas diferentes coberturas vegetais, todas associadas à geologia e geomorfologia local. Embora a fitofisionomia predominante seja o campo higrófilo (seco) não arborizado, são também observados campos sujos, campos hidromórficos (úmidos), vegetação rupestre, pequenas áreas de Cerrado, capões de floresta e a floresta ripária do rio Iapó (CARMO & ASSIS, 2012; MICHELON & LABIAK, 2012).

O Parque Estadual do Cerrado situa-se no município de Jaguariaíva a 24°10'S e 49°39'O, em altitudes entre 750 e 900 m. O parque possui 426,62 ha e a maior parte da vegetação local constitui-se de espécies de Cerrado em suas mais variadas representações (Cerrado *sensu stricto* e cerradão), mas também estão presentes outros tipos fitofisionômicos a ele associados (campos higrófilos e florestas de galeria). O PEC representa o limite meridional do Cerrado brasileiro.

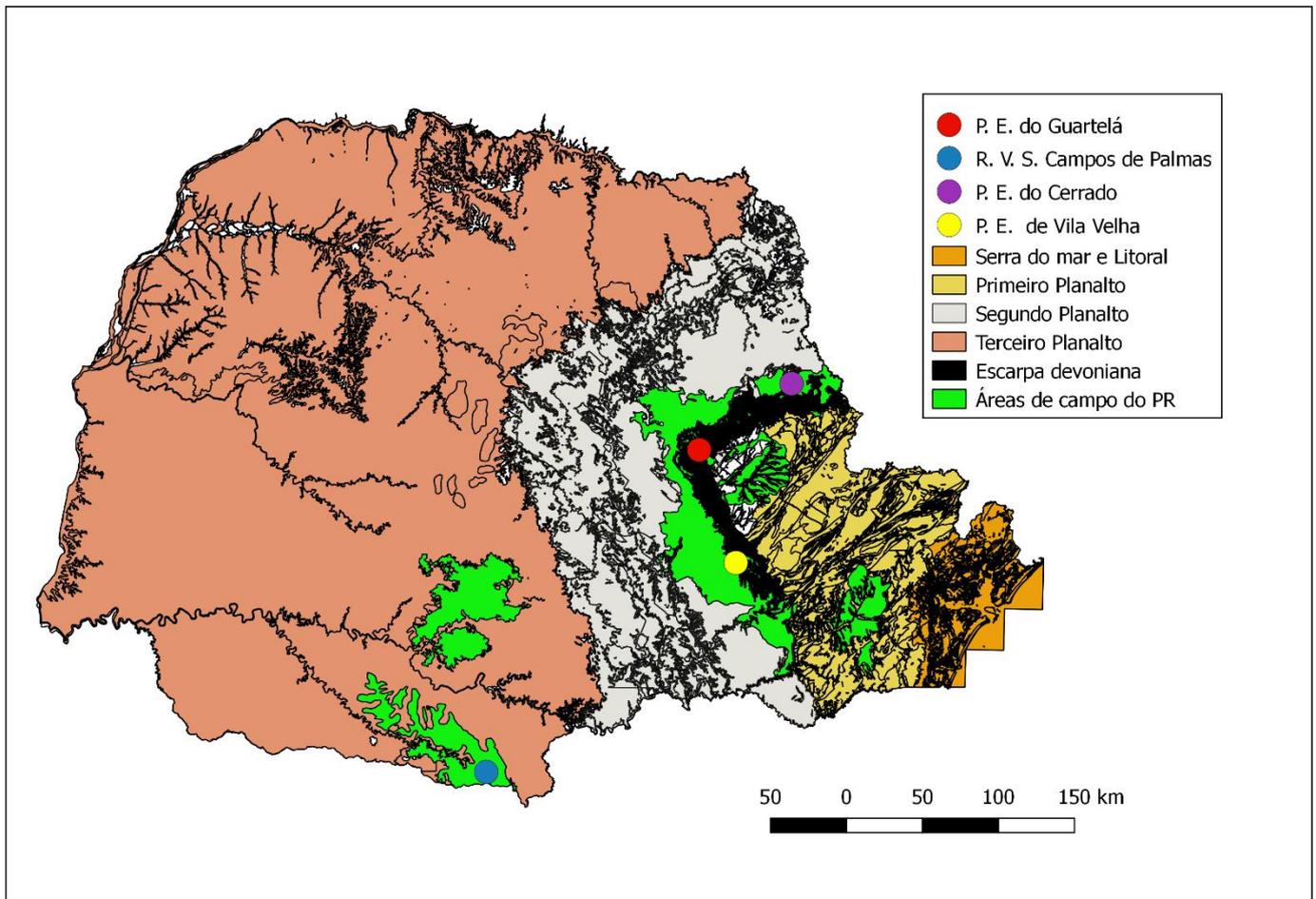
A região de Jaguariaíva insere-se em uma zona sempre úmida de clima temperado (Cfb), cujo mês mais quente registra temperaturas médias abaixo de 22°C e nos demais onze meses acima de 10°C, com registro de mais de cinco geadas noturnas por ano. No PEC predominam as formas de relevo pouco movimentado, variando de ondulado a suave-ondulado, chegando a escarpado somente no vale dos rios, principalmente no rio Jaguariaíva, seu limite leste.

O Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas (RVSCP) abrange os municípios de Palmas e General Carneiro, nas coordenadas 26°31'40" S e

51°36'17"O. O Refúgio é uma Unidade de Conservação de proteção integral criado em 2006, abrangendo uma área de 16.582 hectares. A região é composta por formações campestres historicamente utilizadas para a pecuária; no entanto, na área do Refúgio os campos naturais encontram-se preservados. Além de preservar os campos de Palmas, o RVSCP serve como proteção para a nascente do rio Chopim e para toda a rede hidrográfica da região.

O clima segundo a classificação de Köppen é Cfb, com média no mês mais quente inferior a 22°C e inferior a 18°C no mais frio. Palmas é a cidade mais fria do Paraná, com geadas frequentes e, eventualmente, podendo ocorrer formação de neve. O clima frio é favorecido pelas altas altitudes locais que variam de 950 a 1370 metros.

FIGURA 1 – MAPA DO ESTADO DO PARANÁ INDICANDO AS ÁREAS DE COLETA



FONTE – O autor (2018).

2.2 DELINEAMENTO AMOSTRAL

Para o presente trabalho fizemos o uso de armadilhas do tipo *pitfall* como o método padrão de coleta, pois o mesmo é considerado o método mais efetivo para coletas em ambientes campestres (PARR & CHOWN, 2001; LOPES & VASCONCELOS, 2008). Especificamente, adotamos um protocolo similar àquele empregado com sucesso em estudos que compararam a estrutura de comunidades de formigas entre o Cerrado e as savanas da Austrália (CAMPOS et al., 2011) e em estudos que avaliaram o efeito em curto prazo do fogo sobre as formigas do Cerrado (FRIZZO et al., 2012). As coletas foram realizadas sempre no período chuvoso, entre outubro e fevereiro, somente uma vez em cada unidade.

Em cada área de coleta foram instalados três transectos de 400 m de comprimento, distando 1 km uns dos outros. Em cada transecto demarcamos 20 pontos de amostragem distantes 20 m uns dos outros. Em cada ponto foram instaladas quatro armadilhas de queda do tipo *pitfall* dispostas em um *grid* de 2 x 2 m (um *pitfall* em cada ângulo do *grid*), com cada *grid* representando uma amostra, gerando um total de 60 amostras por área (FIGURA 2). Cada armadilha *pitfall* consiste de um copo plástico (250 mL) preenchido até um terço de seu volume com uma solução de água, sal e algumas gotas de detergente. As armadilhas foram enterradas de forma que sua abertura estivesse nivelada com a superfície do solo e ficaram expostas por 48 horas.

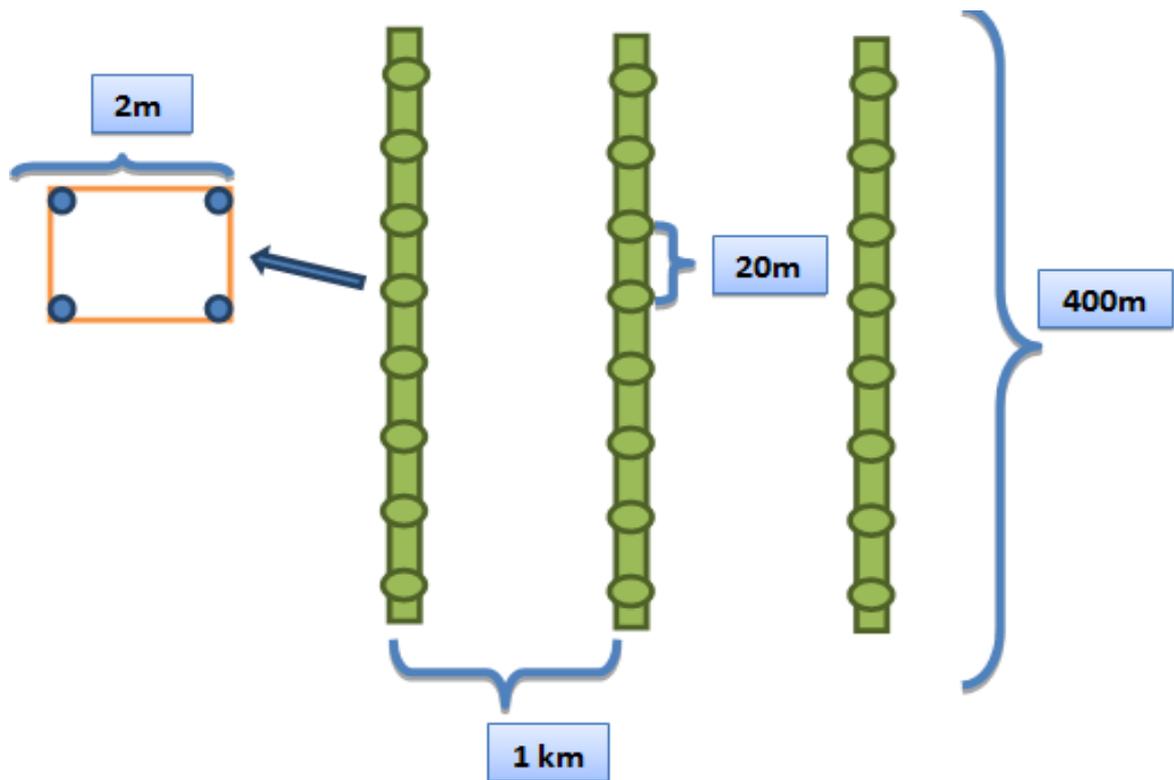
Após esse período, o material biológico foi retirado e armazenado em álcool a 80%. O processamento do material foi realizado no Laboratório de Sistemática e Biologia de Formigas da Universidade Federal do Paraná. O material coletado foi primeiramente triado retirando-se das amostras de *pitfall* todos os espécimes de Formicidae, separando-os dos demais artrópodes. Com as amostras devidamente triadas, as formigas foram separadas em morfoespécies. Nesse processo os espécimes de Formicidae são agrupados por características morfológicas e separados para o processo de montagem.

Após a montagem o material foi identificado até o nível de gênero por meio das chaves de identificação disponíveis em BACCARO et al. (2015). Quando possível, a identificação foi feita até o nível de espécies, por meio da literatura sugerida em BACCARO et al. (2015) e em consulta a especialistas. Quando não foi possível

determinar as espécies, os táxons foram tratados como morfoespécies.

O material testemunho foi devidamente depositado na Coleção Entomológica Padre Jesus Santiago Moure da Universidade Federal do Paraná (DZUP).

FIGURA 2 – ESQUEMA DEMONSTRATIVO DO DELINEAMENTO AMOSTRAL



FONTE – O autor (2018).

2.3. ANÁLISES

Após a devida identificação do material foi realizada a tabulação dos dados em uma matriz de presença e ausência, contendo as espécies coletadas e os pontos de coleta em cada área amostrada. Com os dados tabulados foram realizadas as análises para riqueza, diversidade e composição por meio da plataforma R Project versão 3.4.2. Os pacotes utilizados para as análises foram: *Vegan*, *iNEXT*, *MASS* e *Cluster*.

2.3.1 Riqueza e Diversidade

A riqueza observada (Sobs) de cada área, foi determinada com base no número de espécies coletadas e comparada com dados gerados por estimadores não paramétricos, considerados ferramentas eficientes para a estimar a riqueza de uma determinada área (COLWELL & CODDINGTON, 1994). Os estimadores utilizados foram Jackknife 1 e Bootstrap. O primeiro estima a riqueza a partir da presença de espécies que ocorrem em apenas uma amostra (*uniques*) e o segundo é calculado com base em todas as espécies, não se restringindo a espécies raras.

Foi realizada a análise do índice de cobertura (*sample coverage*) de modo a avaliar a eficiência da amostragem.

Para comparar a riqueza entre as áreas foram elaboradas curvas de rarefação com extrapolação e interpolação com base na abundância relativa. Uma vez que o número de amostras foi previamente padronizado (CHAO et al., 2014). A abundância relativa das espécies é calculada com base na soma da frequência das espécies. Esse procedimento é o mais apropriado para comparações interespecíficas, pois os cálculos não sofrem efeito do tamanho das colônias e da proximidade dessa com a armadilha (ROMERO & JAFFÉ, 1989).

A diversidade de espécies de cada área foi estimada através dos números de Hill, técnica que consiste em caracterizar a diversidade de espécies utilizando de maneira integrada curvas de rarefação baseadas nos três primeiros números de Hill: $q=0$ (riqueza de espécies), $q=1$ (diversidade de Shannon) e $q=2$ (diversidade de Simpson). As curvas são geradas com intervalos de confiança a 95% obtidos pelo método de Bootstrap.

O índice de Shannon é o índice de diversidade mais utilizado, analisando os parâmetros de riqueza e abundância com pesos iguais para as espécies raras e abundantes (MAGURRAN, 2004). Já o índice de Simpson mede a probabilidade de dois indivíduos, selecionados ao acaso na amostra, pertencerem à mesma espécie, sendo, no entanto, sensível a dominância das espécies (BROWER & ZARR, 1984). As análises foram feitas no pacote *iNEXT*.

2.3.2 Composição

2.3.2.1 Análise de ordenação

Análises de ordenação foram empregadas para avaliar graficamente as relações de similaridade de composição entre as áreas. Utilizamos uma análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS; LEGENDRE & LEGENDRE, 1998).

Primeiramente criou-se uma matriz de distância entre os transectos e posteriormente realizamos uma ordenação com os dados de frequência (abundância relativa) empregando-se o índice de similaridade de Bray Curtis. Realizamos também a ordenação com dados de presença e ausência, empregando-se o índice de similaridade de Jaccard (MCCUNE & GRACE, 2002). Tal procedimento foi realizado para averiguar de forma gráfica se a frequência de espécies interfere na composição entre as áreas. Para essas análises foi utilizado o pacote MASS.

Para testar o efeito da variável área sobre o resultado da ordenação foi realizada a Análise Permutacional Multivariada da Variância usando matrizes de distâncias (PERMANOVA) (ANDERSON, 2001). A significância foi avaliada através de teste de Monte Carlo, com 999 aleatorizações e $p \leq 0.05$. Foi utilizada a função *adonis* () do pacote *Vegan* para as análises de PERMANOVA (OKSANEN et al., 2015)

3. RESULTADOS

3.1 RIQUEZA E DIVERSIDADE

Foram coletadas 237 espécies, distribuídas em 47 gêneros e oito subfamílias (APÊNDICE 1). Foi possível identificar nominalmente 128 espécies (54% do total). Considerando a riqueza em gêneros, a subfamília mais representada foi Myrmicinae com 27 gêneros, seguida por Ponerinae, com sete e Formicinae com quatro gêneros (TABELA 1). O gênero mais rico foi *Pheidole* com 67 espécies, seguido por *Camponotus*, com 25 espécies e *Solenopsis* com 19 espécies.

A espécie com o maior número de registros nas amostras foi *Pachycondyla striata* Smith, 1858 (Ponerinae) com 115 registros, seguida pela mirmicínea *Wasmannia*

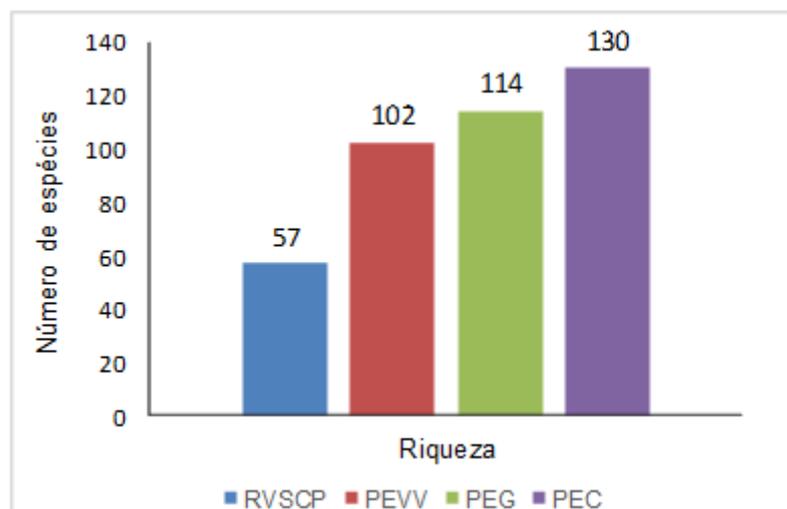
europunctata (Roger, 1863), com 98 registros e pela ectatomínea *Gnamptogenys striatula* Mayr, 1884, com 94 registros.

TABELA 1 – NÚMERO DE GÊNEROS E ESPÉCIES COLETADOS POR SUBFAMÍLIA

SUBFAMILIAS	Nº DE GÊNEROS	Nº DE ESPÉCIES
Myrmicinae	27	151
Ponerinae	7	19
Formicinae	4	39
Dolichoderinae	3	9
Ectatomminae	2	7
Dorylinae	2	5
Pseudomyrmecinae	1	6
Heteroponerinae	1	1
Total	47	237

Das 237 espécies coletadas nos campos naturais paranaenses, 57 ocorrem na RVSCP, 102 no PEVV, 114 no PEG e 130 no PEC (FIGURA 3). Ainda, 23 espécies ocorrem exclusivamente no PEVV, 36 no PEG, 52 no PEC e 23 na RVSCP.

FIGURA 3– RIQUEZA TOTAL OBSERVADA NOS CAMPOS NATURAIS PARANENSES



FONTE – O autor (2018).

De acordo com os estimadores utilizados, a riqueza observada (Sobs) ficou bem próxima do valor estimado (TABELA 2). A amostragem no PEVV teve uma eficiência

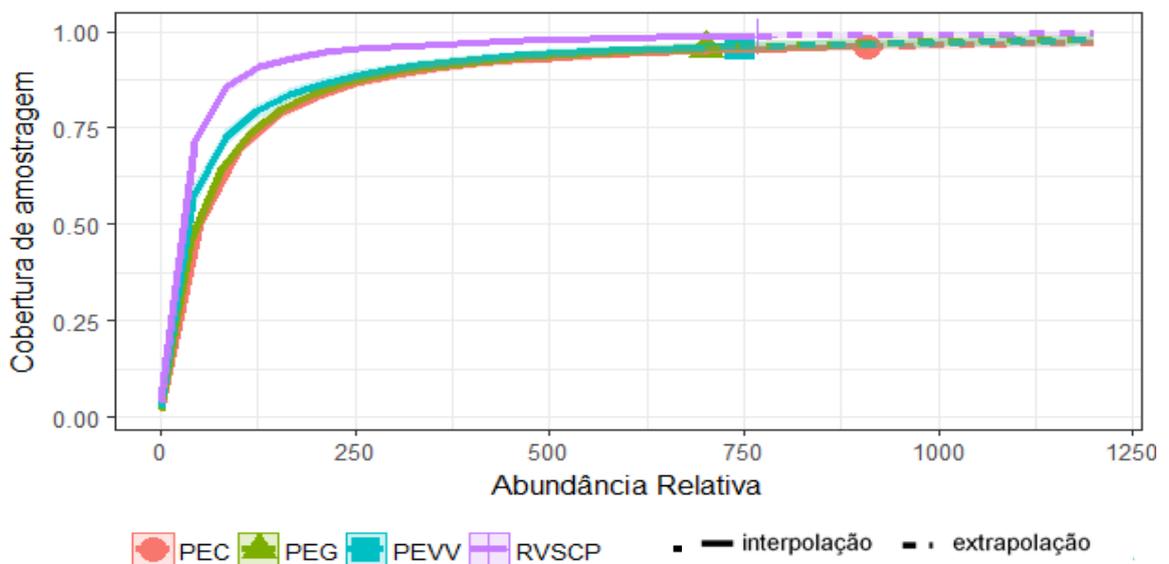
entre 72% (Jack1) e 85% (Bootstrap). Para o PEG o total estimado variou entre 77% (Jack1) e 87% (Bootstrap). Para o PEC o total estimado variou entre 82% (Jack1) e 90% (Bootstrap). Já para a RVSCP o total estimado variou entre 85% (Jack1) e 91% (Bootstrap).

TABELA 2 – NÚMERO DE ESPÉCIES ESTIMADAS PARA AS QUATRO ÁREAS AMOSTRADAS

Área	Estimador	Sobs	Estimativa	Porcentagem
PEVV	Jack1	102	140.6	72%
	Bootstrap		119.8	85%
PEG	Jack1	114	148	77%
	Bootstrap		129.8	87%
PEC	Jack1	130	158	82%
	Bootstrap		143.7	90%
RVSCP	Jack1	57	67	85%
	Bootstrap		62	91%

O valor de abrangência da cobertura de amostragem (*sample coverage*) também mostrou uma alta eficiência, com valores entre 0,85 e 0,95 de um máximo de 1,00 (FIGURA 4). Segundo essa análise, a área da RVSCP apresenta o maior valor de cobertura, apesar da menor riqueza. As demais áreas têm valores de cobertura sobrepostos.

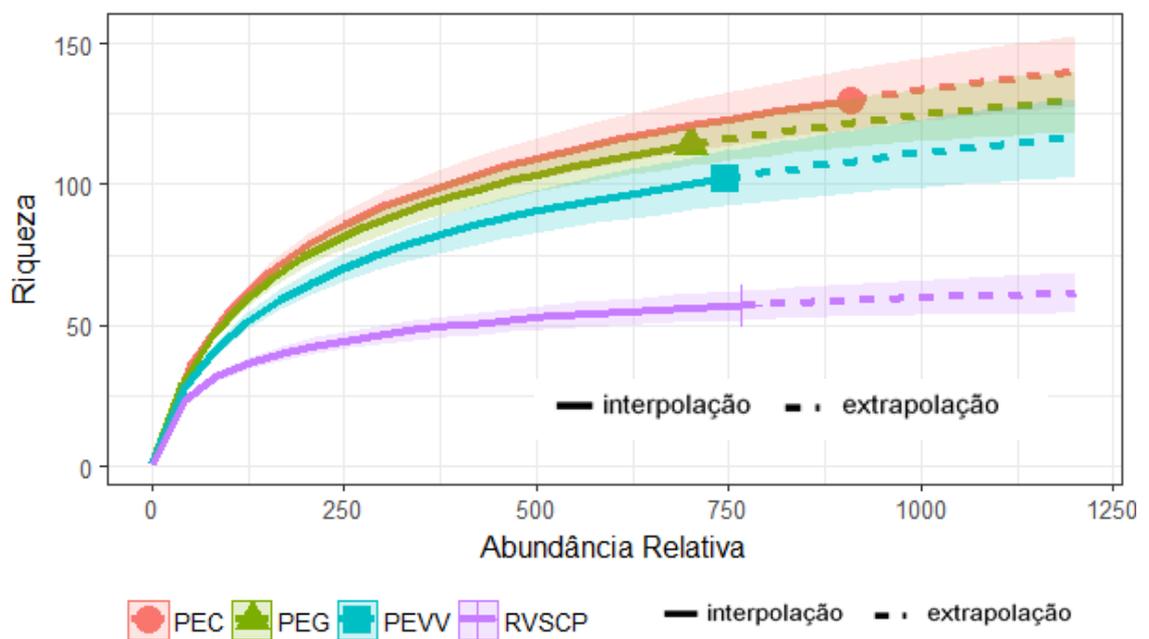
FIGURA 4 – ÍNDICE DE COBERTURA DE AMOSTRAGEM PARA AS ÁREAS COLETADAS



FONTE – O autor (2018).

Quando se considera os números de Hill, os padrões obtidos para ($q=0$) demonstram uma maior riqueza de espécies para a área do PEC, seguido do PEG e do PEVV e uma menor riqueza para a área da RVSCP (FIGURA 5). A área do PEC também apresentou a maior abundância relativa em comparação às demais áreas. As curvas de extrapolação, no entanto, demonstram uma sobreposição de riqueza entre as áreas do PEC, PEG e PEVV.

FIGURA 5 – CURVA DE RAREFAÇÃO PARA RIQUEZA BASEADA NA ABUNDÂNCIA RELATIVA



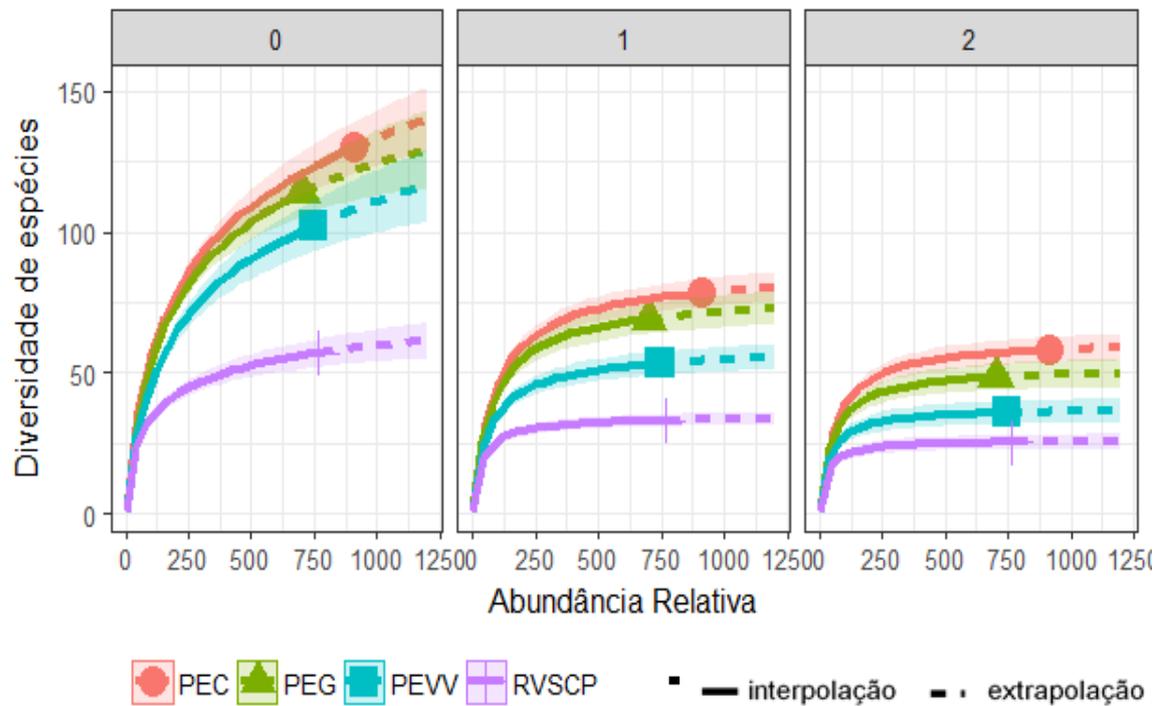
FONTE – O autor (2018).

Quando se considera os índices de diversidade de Shannon ($q=1$) e Simpson ($q=2$) observa-se uma maior diversidade para a área do PEC em relação às demais (FIGURA 6). Não é observada a sobreposição entre as áreas como em $q=0$, no entanto é possível notar uma diversidade similar entre as áreas do PEC e do PEG. Em todas as análises, a área da RVSCP apresenta a menor diversidade. Os valores para os índices de Shannon e Simpson estão resumidos na TABELA 3.

TABELA 3 – ÍNDICES DE DIVERSIDADE PARA AS ÁREAS AMOSTRADAS

ÁREA	SHANNON	SIMPSON
PEC	4.36	0.983
PEG	4.23	0.979
PEVV	3.97	0.972
RVSCP	4.49	0.96

FIGURA 6 – CURVAS DE RAREFAÇÃO PARA DIVERSIDADE COM BASE NOS NÚMEROS DE HILL. 0 – RIQUEZA, 1- SHANON, 2- SIMPSON



FONTE – O autor (2018).

3.2 NOVOS REGISTROS

Foram registrados pela primeira vez no estado do Paraná cinco gêneros: *Centromyrmex*, *Forelius*, *Kalathomyrmex*, *Mycetarotes* e *Ochetomyrmex*. *Centromyrmex* e *Kalathomyrmex* são também registrados pela primeira vez na Região Sul do Brasil. Em adição, foram registradas pela primeira vez para o estado do Paraná 42 novas espécies, das quais 18 são também primeiros registros para a Região Sul do país.

Foram registradas pela primeira vez no Brasil as espécies *Dorymyrmex paranensis* Santschi, 1922 e *Pheidole rosula* Wilson, 2003.

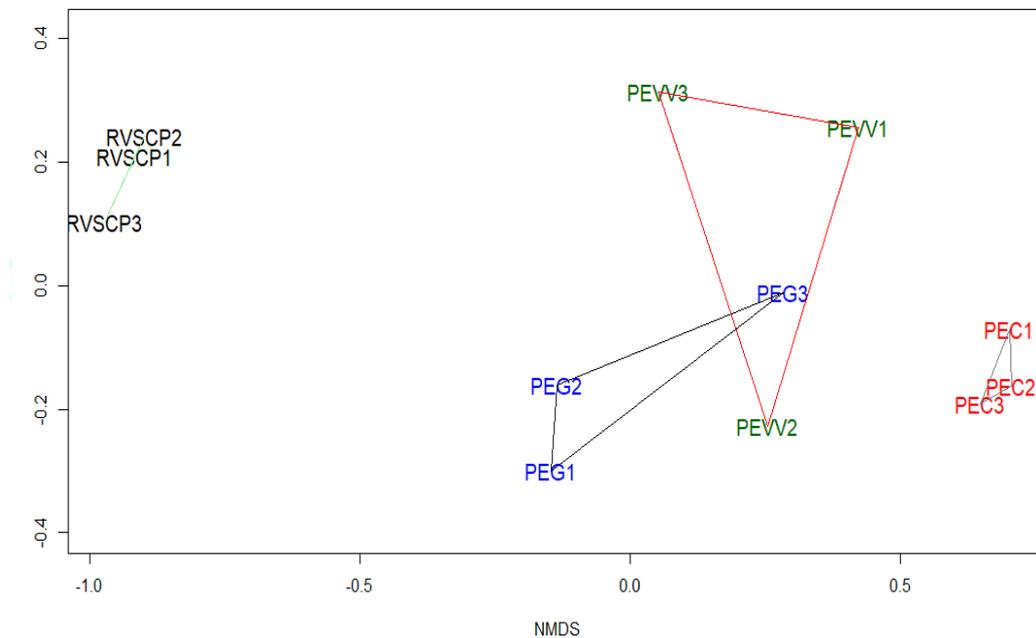
3.3 COMPOSIÇÃO

3.3.1 Análise de ordenação (NMDS)

A composição foi distinta entre as duas formações de campo do estado do Paraná (FIGURA 7). As áreas do PEVV, PEG e PEC (Campos Gerais) apresentam uma composição de espécies mais similar, diferente da composição da RVSCP (campos do sudoeste). Ainda, entre as áreas dos Campos Gerais, visualiza-se uma composição mais próxima entre as áreas do PEVV e do PEG e uma separação do PEC.

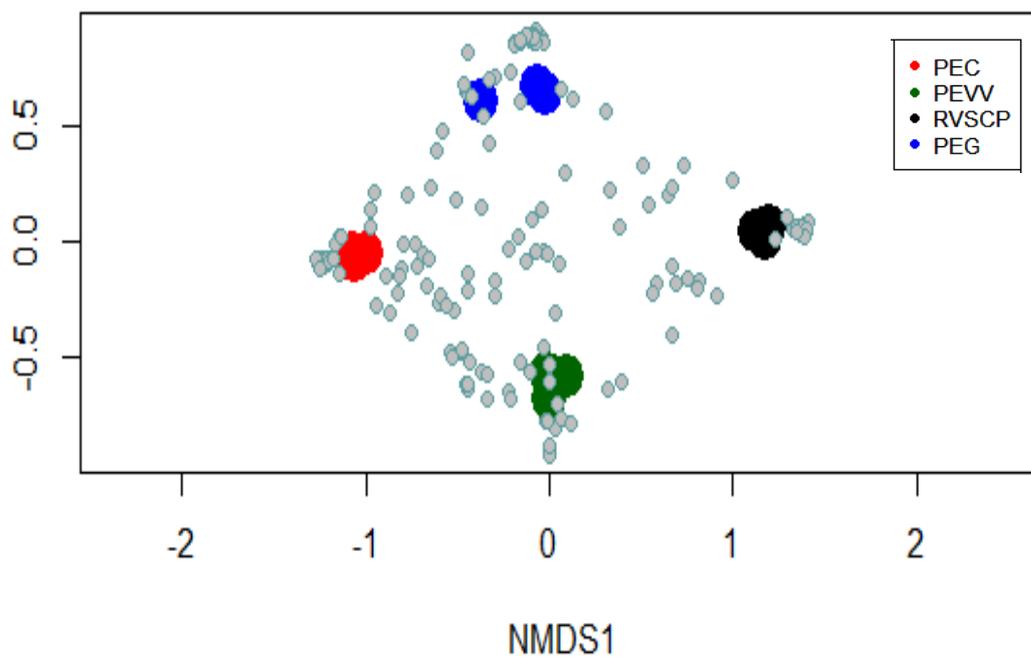
Quando se considera a frequência das espécies, cada área aparenta ter uma composição própria, não havendo sobreposição significativa entre nenhuma área amostrada. Ao adicionar as espécies ao ordenamento é possível visualizar a incidência de espécies endêmicas em cada área ocorrendo com baixa frequência e, também, espécies com alta frequência ocorrendo em todas as áreas (FIGURA 8).

FIGURA 7 – GRÁFICO DE REPRESENTAÇÃO DA ANÁLISE DE ESCALONAMENTO MULTIDIMENSIONAL NÃO MÉTRICO (NMDS) DAS ÁREAS AMOSTRADAS PARA O ÍNDICE DE JACCARD, STRESS = 0.06



FONTE – O autor (2018).

FIGURA 8 – GRÁFICO DE REPRESENTAÇÃO DA ANÁLISE DE ESCALONAMENTO MULTIDIMENSIONAL NÃO MÉTRICO (NMDS) DAS ÁREAS AMOSTRADAS PARA O ÍNDICE DE BRAY CURTIS. AS ESPÉCIES COLETADAS SÃO REPRESENTADAS POR QUADRADOS CINZAS, STRESS = 0.05



FONTE – O autor (2018).

3.3.2 Análise Permutacional Multivariada da Variância

A Análise Permutacional Multivariada da Variância sugere um efeito da área na composição de espécies, com valores altos de R^2 . Os valores são significativos tanto para a matriz de distância com os dados de frequência calculado pelo índice de Bray Curtis quanto para a matriz de distância com os dados presença e ausência calculado pelo índice de Jaccard (TABELA 4).

TABELA 4 – MODELO DE ANÁLISE PERMUTACIONAL MULTIVARIADA DA VARIÂNCIA (PERMANOVA), TESTANDO O EFEITO ÁREAS SOBRE A COMPOSIÇÃO

Índice	Graus de liberdade	soma dos quadrados	quadrado médio	F do modelo	R^2	Pr(>F)
Bray	3	2.12	0.70	8.59	0.76	0.001
Jaccard	3	2.23	0.74	6.09	0.69	0.001

4. DISCUSSÃO

4.1 RIQUEZA

Os campos naturais paranaenses apresentam uma riqueza de no mínimo 237 espécies de formigas, resultado da amostragem do presente trabalho. A riqueza observada pode ser considerada alta tanto em números gerais quanto em termos de espécies por área, principalmente quando se consideram trabalhos realizados em áreas semelhantes.

No último levantamento de formigas realizado para o estado do Paraná, CALIXTO (2013) registra a ocorrência de 226 espécies, no entanto, considerando-se os novos registros desde então, esse número pode chegar à cerca de 350 espécies. Para o estado de Santa Catarina, ULYSSEA et al. (2011) registraram uma riqueza de 366 espécies de formigas. No Rio Grande do Sul, ROSADO et al. (2012) registraram um total de 72 espécies em áreas de videiras, já no levantamento de DIEHL et al. (2014) foi registrado um total de 127 espécies para o estado. No trabalho de Dröse et al. (2017) foram amostradas seis áreas de coleta no Rio grande do Sul. O protocolo utilizado foi semelhante ao do presente trabalho e os resultados indicam o registro de

106 espécies de formigas. A riqueza observada no presente estudo apresenta valores similares, apesar de apenas quatro áreas terem sido amostradas. Destaca-se o fato de que apenas a fauna epigeica foi amostrada neste trabalho, de modo que um acréscimo significativo a este número pode ser esperado com um levantamento de espécies de outros habitats, como por exemplo, as arborícolas e subterrâneas.

A área de RVSCP apresenta a menor riqueza de espécies. A fisionomia da região é caracterizada pela presença de solos rasos e regiões de alta umidade sofrendo influência de neblina e do clima mais frio. O resultado obtido é semelhante a trabalhos realizados em áreas próximas com clima e fisionomia semelhantes (MARINHO et al., 2002; ALBUQUERQUE & DIEHL, 2009; ROSADO et al., 2012; BOSCARDIN et al., 2013; LUTINSKI et al., 2013).

O PEVV, na região dos Campos Gerais, apresenta um maior número de espécies comparado com os campos do sudoeste (RVSCP). Nessa região, o estrato herbáceo não é mais contínuo, com alta incidência de arbustos e capões de floresta ombrófila mista. Devido a isso, ocorre um aumento na complexidade vegetacional, fator que certamente deve exercer forte influência sobre a riqueza observada na área do parque (GREINER et al., 2011). O resultado é expressivo pois, indica uma alta riqueza em uma área de campo pertencente ao bioma Mata Atlântica. No trabalho de Dröse et al. (2017), por exemplo, foram amostradas áreas de dois diferentes biomas dos Campos Sulinos (Pampas e Mata Atlântica). Os resultados indicam maior riqueza no bioma dos Pampas (91 espécies) do que nas áreas de campo de Mata Atlântica (61 espécies). O PEVV, com uma riqueza de 114 espécies supera os números de espécies encontradas em formações semelhantes.

Tanto o PEG quanto o PEC possuem relictos de Cerrado. O Cerrado no Brasil corresponde a cerca de 23% do território nacional, com aproximadamente 2 milhões de km² (BRIDGEWATER et al., 2004), sendo o segundo maior bioma do país. No entanto, o Cerrado tem uma representação muito pequena no estado do Paraná, que representa o limite meridional do bioma (UHLMANN et al., 1998; BRIDGEWATER et al., 2004). Apesar de a fauna de formigas de ambientes de Cerrado no Paraná ainda ser pouco conhecida, a fauna da região central do Brasil é relativamente bem estudada. CAMACHO & VASCONCELOS (2016) apresentaram um compilado de estudos realizados na Estação Ecológica do Panga, localizada em Uberlândia, MG, gerando uma lista de espécies da região com informações sobre distribuição e estratificação. O trabalho registrou 277 espécies, sendo 169 exclusivas de fisionomias

savânicas semelhantes às que ocorrem no Paraná. Em relação à estratificação, 160 espécies foram encontradas somente no solo, valores de riqueza muito próximas das encontradas por nós no PEC (130 espécies) e no PEG (114 espécies).

Destaca-se o alto índice de cobertura obtido no presente trabalho, um bom indicativo de que nos aproximamos da riqueza total de espécies em cada área. Embora exista uma sobreposição da riqueza entre as áreas dos Campos Gerais (PEVV, PEG e PEC), com valores muito similares, é possível notar uma diferença significativa quando comparamos estas áreas com a riqueza observada nos campos do sudoeste (RVSCP).

O número de espécies observado nos campos paranaenses pode, ainda, ser considerado elevado por esta ser uma região subtropical, onde usualmente espera-se valores menores, comparado às regiões tropicais (KUZNEZOV, 1957). No entanto, KASPARI (2000), já indicava que em regiões com o clima mais frio, as formações de campo têm por tendência possuir uma alta riqueza. Isso pode ser devido ao fato de que insetos são animais termofílicos, sendo, portanto, beneficiados em áreas abertas devido à maior incidência do sol.

Um fator que certamente influencia na riqueza de espécies da região é a estabilidade da formação vegetacional. As áreas de campos naturais da Região Sul, incluindo as áreas dos Campos Gerais e campos de altitude, são antigas e estáveis. Ao longo de sua história, esta característica pode ter permitido que a área abrigasse um maior número de espécies e maiores taxas de endemismo (OVERBECK et al., 2007; VELDMAN et al., 2015).

Nossos resultados demonstram uma correlação negativa entre a riqueza e a latitude no Paraná. Esses resultados estão de acordo com o esperado para os padrões de riqueza de formigas que normalmente declinam com o aumento da latitude em escalas regionais (GOTELLI & ELLISON, 2002; PFEIFFER et al. 2003). No entanto, o padrão é o inverso do encontrado no Cerrado brasileiro por VASCONCELOS et al. (2017) e na Mata Atlântica por SILVA & BRANDÃO (2014), onde as maiores riquezas são encontradas em maiores latitudes.

4.2 DIVERSIDADE

Os padrões de diversidade encontrados aqui comportam-se de maneira semelhante ao observado para a riqueza total. As áreas dos Campos Gerais apresentam índices mais altos comparados aos campos do sudoeste. No entanto, é possível visualizar um efeito da dominância de espécies, principalmente nos valores de Simpson, mais sensível à abundância.

Entre as subfamílias amostradas fica claro o domínio de Myrmicinae, Formicinae e Ponerinae; resultado esperado, pois tratam-se das maiores subfamílias em Formicidae, com alta diversidade nas regiões neotropicais (SCHMIDT & SHATTUCK, 2014; WARD et al., 2014; WARD et al., 2016).

A subfamília Myrmicinae pode ser considerada a mais bem-sucedida em termos de diversidade (WARD et al., 2014). Com uma ampla gama de estratégias alimentares, de nidificação e reprodutivas, Myrmicinae pode ocupar uma grande variedade de nichos. Dentre as estratégias de obtenção de alimento na subfamília podemos citar predadoras (generalistas ou especialistas), detritívoras, granívoras, herbívoras e onívoras (BROWN, 2000). Além disso, a subfamília compreende aproximadamente 50% das espécies de Formicidae, outro fato que contribui para sua alta amostragem em levantamentos (BOLTON, 2017).

Entre os gêneros mais diversos destacam-se os esperados *Pheidole*, *Camponotus* e *Solenopsis*. Os dois primeiros são os gêneros mais ricos em número de espécies entre todas as formigas, possuindo ampla distribuição e grande dominância em regiões tropicais, especialmente no solo (WILSON, 1976; BOLTON, 2016).

O gênero *Solenopsis* compreende um grande número de espécies predadoras epigeicas, sendo em sua maior parte generalistas. Também possui ampla distribuição e alto índice de sucesso na colonização, com extrema eficiência na dispersão de novas colônias (PACHECO & MACKAY, 2013).

Apesar dos três gêneros possuírem um alto número de espécies amostradas, *Pheidole* se destaca das demais representando 28% das espécies coletadas. O gênero é considerado hiperdiverso e onipresente, sendo o maior em abundância e biomassa (WILSON, 2003). Embora esse domínio nas amostras já fosse esperado, os números não deixam de ser surpreendentes, principalmente devido ao fato de que

áreas de campo não possuem a heterogeneidade de ambientes e complexidade encontrada em áreas de florestas, por exemplo.

O domínio geral de Myrmicinae, Formicinae e Ponerinae, também fica evidente quando se considera as espécies mais registradas. A espécie mais frequente foi *Pachycondyla striata*, uma ponerínea de grande tamanho considerada predadora generalista, alimentando-se principalmente de outros artrópodes (MACKAY & MACKAY, 2010). As formigas desta espécie possuem atividade forrageadora solitária, comum ao gênero, e grande distribuição por variados ambientes do norte da Argentina até Paraguai, Uruguai e Brasil (SILVA-MELO & GIANOTTI, 2012).

A segunda espécie mais frequente, *Wasmannia auropunctata*, é conhecida como “pequena-formiga-de-fogo”. É uma espécie de grande importância, conhecida por invadir facilmente habitats perturbados, como bordas de florestas ou campos agrícolas (NESS & BRONSTEIN, 2004). Essa formiga possui uma forte ferroada, sendo um problema principalmente para trabalhadores rurais, uma vez que sua população é geralmente grande em áreas de cultivo (DELABIE, 1988). Apesar de ser conhecida como uma formiga invasora, sua distribuição original inclui os limites entre Argentina e México (KEMPF, 1972; WETTERER & PORTER, 2003).

Uma das espécies que se destaca pela frequência foi a ectatomínea *Gnamptogenys striatula*, terceira espécie mais registrada e que não pertence às subfamílias dominantes Myrmicinae, Ponerinae e Formicinae. O gênero *Gnamptogenys* é considerado um importante indicador de qualidade do habitat (PACHECO et al., 2013). *Gnamptogenys striatula* encontra-se amplamente distribuída em todo o Brasil, sendo coletada comumente no solo de praticamente todos os ambientes. Seu hábito é principalmente predador generalista de outros artrópodes, nidificando geralmente em troncos, serapilheira e nas primeiras camadas do solo (LATKE, 1990; CAMACHO, 2014).

Esse estudo adicionou 42 novas espécies à fauna do Paraná, permitindo a ampliação do conhecimento acerca da distribuição de muitos grupos. Destaca-se também o registro dos gêneros *Forelius* (Dolichoderinae), *Centromyrmex* (Ponerinae), *Kalathomyrmex*, *Mycetarotes* e *Ochetomyrmex* (Myrmicinae) pela primeira no estado.

As espécies do gênero neotropical *Forelius* nidificam no solo de áreas desprovidas de vegetação e, por possuírem alta tolerância térmica, o período de atividade é geralmente nas horas mais quentes do dia (CUEZZO, 2000).

Centromyrmex é um gênero cosmopolita de Ponerinae, facilmente reconhecido pela presença de cerdas espiniformes sobre as tíbias medianas. A sua distribuição é principalmente tropical e as espécies desse gênero são predadoras obrigatórias de cupins (KEMPF, 1967).

Kalathomyrmex é um gênero monotípico de formigas cultivadoras de fungo cujos ninhos são geralmente feitos em solos arenosos, com a capacidade de suportar grandes períodos de inundação. Por esse motivo são bastante comuns em praias de rio de diversas regiões do Brasil (KLINGENBERG & BRANDÃO, 2009).

As espécies de *Mycetarotes* são exclusivamente neotropicais e apresentam ninhos subterrâneos com uma abertura estreita cercada por um montículo de terra. Também são formigas cultivadoras de fungos, apresentando colônias pequenas entre 100-350 indivíduos (MAYHÉ-NUNES, 1995).

Ochetomyrmex é um gênero de formigas provavelmente predadoras epigeicas generalistas; no entanto, pouco ainda se sabe sobre as duas espécies conhecidas (FERNÁNDEZ, 2003).

Apesar da ampliação dos registros no estado, um grande número de espécies não pôde ser identificado nominalmente. Isso se deve ao fato de que muitos grupos necessitam de um maior esforço taxonômico que permita a identificação em nível específico. Aliado a isso, há o fato de que a mirmecofauna das regiões campestres ainda é pouco conhecida de modo que muitas das morfoespécies não nomeadas podem constituir espécies novas a serem descritas. Com identificações definitivas, o número de espécies para o estado tende a aumentar significativamente.

4.3 COMPOSIÇÃO

As áreas de campos naturais do estado apresentam diferenças quanto à composição da fauna de formigas. Quando se considera a frequência das espécies, as análises de composição indicam que cada área amostrada possui uma composição distinta. Isso se deve ao fato de que, apesar da alta frequência de algumas espécies distribuídas ao longo de toda extensão das áreas de campo, há um elevado número de espécies coletadas em baixa frequência e exclusivamente dentro de cada área amostrada.

Quando consideramos apenas a presença e ausência das espécies para as análises de composição, o resultado obtido demonstra que existe uma diferença de composição entre a área dos campos do sudoeste e as áreas dos Campos Gerais. Dentro dessas áreas ainda existe uma separação da composição das espécies do PEC, a área de campo mais ao norte no estado.

A região campestre presente no estado do Paraná está situada na parte sul do bioma Mata Atlântica. Ao longo de sua extensão, são compostos mosaicos com outros tipos de formações (OVERBECK et al., 2015). Na região do segundo planalto, os capões de floresta ombrófila mista exercem forte influência (CARMO et al. 2007). Ao norte do estado, os campos paranaenses encontram-se com a vegetação savânica do Cerrado (RITTER, 2008). Assim, é possível visualizar um ambiente heterogêneo com aumento na complexidade das formações vegetais em um gradiente que vai do campo limpo, no sudoeste, até o Cerrado arbóreo ao norte. Essa heterogeneidade de fisionomias que hoje compõem os campos do Paraná pode influenciar na composição de espécies, pois fornece grande disponibilidade de nichos (ALONSO, 2000).

Nas áreas da RVSCP predomina a fisionomia campo limpo, uma formação vegetacional na qual o estrato herbáceo é contínuo possuindo baixa densidade de pequenos arbustos. No entanto, fora das áreas de preservação restam pouquíssimos fragmentos de campo nativo que não tenham sido substituídos por lavouras e silvicultura. Até mesmo dentro das Unidades de Conservação é possível encontrar áreas de pastejo melhorado (quimicamente tratado). Isso se reflete na composição da fauna de formigas, pois estas são influenciadas por características do habitat. Um habitat com menor complexidade vegetacional apresenta menor disponibilidade de locais para nidificação o que reduz significativamente a diversidade de espécies (LASSAU & HOCHULI, 2004).

As áreas de campo limpo continuam até a região da Escarpa Devoniana, no segundo planalto. A área do PEVV, no entanto já, apresenta uma fisionomia mista, com grandes manchas de floresta e áreas de campo sujo. O campo sujo é caracterizado por um estrato herbáceo interrompido por árvores e arbustos maiores em densidades variáveis. A influência dos fragmentos florestais se reflete na composição da mirmecofauna da área, uma vez que foram amostradas espécies comumente coletadas em florestas e, também, espécies de hábitos crípticos e especializados.

Um exemplo é espécie raramente coletada *Strumigenys appretiata* (Borgmeier, 1954). Os poucos registros para essa espécie ocorrem em áreas com abundante cobertura vegetal, como grandes fragmentos, remanescentes ou contínuos florestais em bom estado de conservação (BOLTON, 2000).

Outro destaque é dado para as formigas de correição, principalmente do gênero *Neivamyrmex*. Devido ao seu hábito subterrâneo, as espécies de *Neivamyrmex* são muitas vezes difíceis de serem encontradas; no entanto, o gênero é primariamente encontrado em fisionomias cuja estrutura é mais heterogênea, como as florestas, sendo usualmente menos diverso e difícil de se observar em campos abertos e savanas (BACCARO et al., 2015).

As áreas de campo limpo continuam em direção ao norte na Escarpa Devoniana e o PEG é caracterizado pelo domínio dessa fisionomia. Contudo, ainda há influência de campo sujo, embora em menor quantidade que no PEVV, e o início de porções de Cerrado. É possível, portanto, que esta área represente uma transição entre as fisionomias de campos e o bioma do Cerrado, fato que é refletido na composição das espécies nessa área. O PEG compartilha espécies com as duas áreas adjacentes o PEVV e o PEC. Na área do parque foram amostradas espécies comuns às áreas de campo, mas também outras espécies que já são encontradas em áreas de Cerrado. Um exemplo é a espécie *Centromyrmex brachycola* (Roger, 1861), predadora obrigatória de cupins e que foi amostrada somente nas áreas do PEG e do PEC.

O PEC é caracterizado principalmente por uma fisionomia típica de Cerrado, constituído por um mosaico de formações vegetais variando desde campos abertos até adensamentos florestais (COUTINHO, 1978). Em relação à formação campestre há um predomínio de espécies herbáceas e arbustivas enquadradas principalmente em quatro categorias (campo limpo, campo sujo, cerradão e Cerrado *senso strictu*). A área amostrada nesse estudo é categorizada como Cerrado *senso strictu*, com indivíduos lenhosos distribuídos de forma relativamente densa, cobertura arbórea de até 60 % e altura da vegetação de 3-4m (UHLMANN et al., 1998). A vegetação mais densa comparada as outras áreas amostradas proporcionou alterações na composição da mirmecofauna. Apesar de compartilhar espécies com as demais áreas de estudo, o PEC é a área com o maior número de espécies exclusivas.

Dentre as espécies amostradas exclusivamente nessa área estão algumas encontradas em outras áreas sob domínio de Cerrado mais ao norte no Brasil. Neste estudo, a espécie *Cyatta abscondida* Sosa-Calvo et al., 2013 foi registrada pela

primeira vez no estado. *Cyatta* é um gênero monotípico de formigas cultivadora de fungo habitante de áreas de solo arenoso e de pouca cobertura vegetal, principalmente no Cerrado e na Caatinga (SOSA-CALVO et al., 2013). Outra espécie de hábito similar coletada foi *Mycetagroicus cerradensis* Brandão & Mayhé-Nunes, 2001. As espécies de *Mycetagroicus* são cultivadoras de fungo encontradas em áreas sob domínio do Cerrado, nidificando geralmente em áreas arenosas (BRANDÃO & MAYHÉ-NUNES, 2008). Uma espécie não comumente coletada foi *Strumigenys eggersi* Emery, 1890, considerada incomum, pois possui uma alta tolerância a condições relativamente secas, como as encontradas no Cerrado.

Também foram registradas espécies de hábitos arborícolas, indicando uma influência das áreas de floresta e de adensamento de cobertura vegetal na composição da mirmecofauna do PEC. Dentre estas espécies podemos citar as do gênero *Crematogaster* e *Cephalotes*.

Crematogaster é um gênero amplamente distribuído, com a grande maioria das espécies arborícola (BLAIMER, 2012). O gênero *Cephalotes* pode ser encontrado em todos os ecossistemas da Região Neotropical, sendo exclusivamente arborícola, podendo eventualmente forragear na serapilheira (DE ANDRADE & BARONI URBANI, 1999).

A diferenciação entre as duas principais áreas de campo do estado pode ter ocorrido pela simples distância entre essas áreas. No entanto, também podemos inferir que a expansão das formações vegetais mais densas sobre as áreas de campo no Paraná pode ter promovido alterações significativas na composição da fauna. Além desta expansão, as características geológicas do estado também atuaram para essa separação, criando áreas de endemismo entre as formações campestres no Paraná (MAACK, 1948; MELO et al., 2007).

Segundo AB'SÁBER (2003), o Brasil é composto por conjuntos de paisagens que não evoluíram separadamente. Assim, a separação dos domínios fisionômicos não é claramente delimitada, sendo que seus limites se dão por zonas de transição. Dentro dessas zonas elementos de um e de outro domínio se alternariam de modo que a combinação desses elementos poderia formar uma terceira paisagem. Nesse sentido, os campos naturais paranaenses atuariam não só como uma área de transição entre o domínio tropical atlântico e o Cerrado, mas também como um ecossistema próprio e endêmico. Assim, as porções de campo do Paraná possuem espécies endêmicas em sua distribuição, muitas provavelmente ainda não descritas e representadas aqui

por morfoespécies, mas também espécies oriundas dos biomas adjacentes, que se rearranjaram ecologicamente de acordo com as condições disponíveis.

4.4 IMPORTÂNCIA DAS UCS PARA A CONSERVAÇÃO DOS CAMPOS NO PARANÁ

O Paraná apresenta algumas unidades de conservação (UCs) em ambientes de campos naturais, sendo a sua maioria no âmbito dos Campos Gerais paranaenses. De fato, ao todo existem nove UCs nessa área, ao ponto que nos campos do sudoeste o número é inferior, com destaque para a RVSCP (IAP, 2017). Isso provavelmente se deve à ideia errônea de que os campos são unidades homogêneas e pouco diversas, o que torna as regiões campestres ambientes negligenciados em termos de conservação (OVERBECK et al., 2015). Soma-se a isso o fato de que todas as UCs de proteção integral do estado são relativamente muito pequenas e as UCs de uso sustentável que deveriam agir como complemento à conservação, muitas vezes não possuem a funcionalidade necessária.

No entanto, iniciativas para a proteção dos campos naturais no Paraná começaram a se intensificar a partir da década de 1990, após anos de exploração da fisionomia. Em 1992 foi criada a APA da Escarpa Devoniana com 392.363 ha, abrangendo 13 municípios dos Campos Gerais. Apesar disso, apenas em 2004 foi elaborado um plano de manejo para a unidade de modo que muitos dos remanescentes de campo já haviam sido convertidos em áreas cultivadas durante esse período (MOREIRA & ROCHA, 2007). Dentro da APA, no entanto, estão inseridos as maiores UCs dos Campos gerais no estado, com destaque para o PEVV, com 3.803 ha; o PEG com 790 ha; e o PEG com 420 ha, áreas que foram amostradas no presente trabalho.

Essas unidades têm sido historicamente exploradas pelo potencial turístico, fato que gera uma pequena descaracterização da vegetação primária (MOREIRA, 2006). Essa descaracterização não é tão evidente no PEG devido às limitações naturais da região. Por possuir uma série de cânions e depressões no entorno da unidade, muito da vegetação natural do PEG ainda é remanescente, atuando como um importante corredor para a dispersão de espécies na região (TAKEDA, 1996; MELO, 2000). Contudo, além do fato de serem unidades de tamanho pequeno, as UCs dos Campos Gerais estão situadas em meio a paisagens intensamente exploradas antropicamente,

com poucas conexões entre as áreas. Neste trabalho foi possível visualizar que a comunidade de formigas é diferente em cada área amostrada (FIGURA 8). Formigas são consideradas boas indicadoras do estado de preservação do habitat, uma vez que alterações no ambiente podem promover mudanças na composição da mirmecofauna (ANDERSEN, 2003; LEWINSOHN et al., 2005). As áreas amostradas apresentam um relativo grau de preservação, considerando a riqueza e a diversidade observada. Esse resultado demonstra a importância dessas unidades para a conservação das fisionomias de campo no estado, assim como a importância da implementação e manutenção de corredores ecológicos entre essas áreas.

Apesar do termo corredor ecológico ser em sua maioria aplicado para áreas prioritárias para conexão e conservação de ambientes de floresta é possível utilizar o termo para ambientes de campo (PEREIRA et al., 2007). A própria APA da Escarpa Devoniana em sua concepção original previa o uso de corredores, mas, como já mencionado, seu plano de manejo tardou a ser finalizado, fato que reduziu as áreas que poderiam ser utilizadas. Esse fator é preocupante principalmente nos dias atuais, uma vez que existem propostas em andamento para a redução em 68% da área de cobertura da APA (CONCEIÇÃO et al. 2017).

Outras áreas de campos fora da extensão dos campos gerais são pouco contempladas por UCs e o maior destaque é para a RVSCP. Criada em 2006, a Reserva de Vida Silvestre dos Campos de Palmas é uma unidade de conservação federal de aproximadamente 16 mil ha, que tem como objetivo a proteção dos remanescentes de campos naturais (ICMBIO, 2006). A unidade, no entanto, apresenta um histórico bastante conflituoso, enfrentando muita resistência por parte de proprietários de terras no seu interior. Apesar da existência de um plano de manejo, até recentemente não estavam previstas indenizações para as propriedades locais e, por conta disso, a área da UC encontra-se sob domínio de proprietários de terras. Apesar disso, a área amostrada no presente trabalho apresenta uma riqueza de espécies relativamente alta comparada a áreas similares não preservadas ou reservas com influência da silvicultura (MATOS et al., 1994).

Fica evidente, no entanto, que é necessário um avanço na política de estabelecimento e manutenção dessas UCs, no sentido de se ampliar o número e a extensão das unidades.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho procuramos explorar a riqueza, diversidade e composição das formigas dos campos naturais paranaenses. Verificamos que, nestas áreas, a riqueza de formigas aumenta em direção ao norte no estado, provavelmente respondendo a um aumento na complexidade das formações vegetais em um gradiente que vai do campo limpo, no sudoeste, até o Cerrado arbóreo ao norte. Verificamos também que as formações campestres do estado apresentam uma composição de espécies diferente em relação a presença e ausência de indivíduos. Foi possível observar que os campos naturais do Paraná atuam como unidade endêmicas, mas também como agregadores de espécies dos biomas adjacentes, mostrando a influência desses sobre a fisionomia campestre do estado.

Pela primeira vez, coletas padronizadas deste porte foram realizadas nos campos naturais paranaenses, representando um grande progresso para o entendimento da dinâmica das comunidades de formigas nessa fisionomia e dos Campos Sulinos como um todo. Os resultados aqui obtidos fornecem dados importantes para o desenvolvimento de ações de conservação e para a realização de diversos estudos na área, incluindo ecológicos, biogeográficos e taxonômicos.

REFERÊNCIAS

- Ab'Sáber, A. N. 2003. **Os Domínios de Natureza do Brasil: Potencialidades paisagísticas**. Ateliê Editorial, São Paulo, 159 p.
- Albuquerque, E. Z. & Diehl, E. 2009. Análise faunística das formigas epígeas (Hymenoptera: Formicidae) em campo nativo no planalto das Araucárias, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Entomologia**, 53(3): 398–403.
- Albuquerque, E. Z.; Diel, E.; Silva, R. R. 2017. Structure of ground-dwelling ant communities in burned and unburned areas in Brazilian subtropical grasslands. **Entomological Science**, 20: 427- 436.
- Almeida, F. F. M.; Carneiro, C. D. 1997. Origem e evolução da Serra do mar. **Revista Brasileira de Geociências**, 28(2): 135-150.
- Alonso, L. E. 2000. Ants as indicators of diversity. *In*: Agosti, D.; Majer, J. D.; Alonso, L. E; Schultz, T. R. (eds.). **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Smithsonian Institution Press, Washington, p. 80–88.
- Andersen, A. N. 2003. Ant biodiversity in arid Australia: productivity, species richness and community organization. **Records of the South Australian Museum Monograph Series**, 7: 79-92.
- Anderson, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, 26: 32- 46.
- Antiwiki. Disponível em: <http://www.antwiki.org/wiki/Welcome_to_AntWiki>. Acesso em: 10/12/2017.
- Baccaro, F. B.; Feitosa, R. M.; Fernandez, F.; Fernandes, I. O.; Izzo, T. J.; Souza, J. P. de; Solar, R. 2015. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil**. Editora INPA, Manaus, 388 p.
- Behling H. 2002. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 177: 19-27.
- Behling H.; Pillar, V. D.; Orlóci, L.; Bauermann, S. G. 2004. Late Quaternary Araucaria forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 203: 277-297.
- Behling H. 1997. Late Quaternary vegetation, climate and fire history in the *Araucaria* forest and campos region from Serra Campos Gerais (Paraná), S Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 97: 109-121.
- Blaimer, B. B. 2012. Acrobat ants go global—Origin, evolution and systematics of the genus *Crematogaster* (Hymenoptera: Formicidae). **Molecular phylogenetics and evolution**, 65(2): 421-436

Boldrini, I. I. 2009. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. *In*: Pillar, V. P.; Müller, S. C.; Castilhos, Z. M. S.; Jaques, A. V. A. (eds.). **Campos Sulinos- conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 63-77.

Bolton B. 2000. The ant tribe Dacetini. **Memoirs of the American Entomological Institute** 65: 1–1028.

Bolton, B. 2017. An online catalog of the ants of the world. Disponível em < <http://antcat.org>.> Acesso em: 11/12/2017

Boscardin, J.; Garlet, J.; Costa, E. C. 2013. Mirmecofauna epigéica (Hymenoptera: Formicidae) em plantios de eucalyptus spp. (Myrtales: Myrtaceae) na região oeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Entomotropica**, 27(3): 119–128.

Brandão, C. R. F. & Mayhé-Nunes, A. J. 2008. A new species of the fungus-farming ant genus *Mycetagroicus* Brandão & Mayhé-Nunes (Hymenoptera, Formicidae, Attini). *Revista Brasileira de Entomologia*, 52: 349-352.

Bridgewater, S.; Ratter, J. A.; Ribeiro, J. F. 2004. Biogeographic patterns, beta-diversity and dominance in the Cerrado biome of Brazil. **Biodiversity and Conservation**, 13: 2295–2318

Brower, J. E.; Zarr, J. H. 1984. **Field and laboratory methods for general ecology**. W. C. Brown Publishers, Iowa, USA. 226 p.

Brown, W. L. Jr. 2000. Diversity of Ants. *In*: *In*: Agosti, D.; Majer, J. D.; Alonso, L. E; Schultz, T. R. (eds.). **Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity**. Smithsonian Institution Press, Washington, p. 45–79.

Calixto, J. M. 2013. **Lista preliminar das espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) do estado do paraná, Brasil**. Monografia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 45 p.

Camacho, G. P. 2013. Estudo taxonômico do grupo *Striatula* de *Gnamptogenys* Roger (Hymenoptera:Formicidae) para o Brasil. Dissertação. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 145 p.

Camacho, G. P; Vasconcelos, H. L. 2016. Ants of the Panga Ecological Station, a Cerrado reserve in central Brazil. **Sociobiology**, 62(2): 281–295.

Campos, J. B. & Dalcomune, M. A, 2011. O Parque Estadual de Vila Velha. *In*: Carpanezzi, O. T. B & Campos, J. B (eds.). **Coletânea de Pesquisas Parques Estaduais: Vila Velha, Cerrado e Guartelá**. Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba, p. 15-22.

Campos, R. I.; Vasconcelos, H. L.; Andersen, A.; Frizzo, T. L. M.; Spina, K. C. 2011. Multiscale ant diversity in savanna woodlands: an intercontinental comparison. **Austral Ecology**, 36: 983-992.

- Carlucci, M. B.; Duarte, L. S.; Pillar, V. D. 2011. Nurse rocks influence forest expansion over native grasslands in southern Brazil. **Journal of Vegetation Science**, 22: 111-119.
- Carmo, M. R. B.; Moro, R. S.; Nogueira, M. K. F. S. 2007. A vegetação florestal nos Campos Gerais. In: Melo, M. S.; Moro, R. S.; Guimarães, G. B. (eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Editora UEPG, Ponta Grossa, p. 99–104.
- Carmo, M. R. B. & Assis, M. C. 2012. Caracterização florística e estrutural das florestas naturalmente fragmentadas no Parque Estadual do Guartelá, município de Tibagi, estado do Paraná. **Acta Botanica Brasilica**, 26: 133-135.
- Carvalho, K. S. & Vasconcelos, H. L. 1999. Forest fragmentation in central Amazonia and its effects on litter-dwelling ants. **Biological Conservation**, 91: 151-157.
- Chao, A.; Gotelli, N. J.; Hsieh, T. C.; Sander, E. L.; Ma, K. H.; Colwell, R. K.; Ellison, A. M. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. **Ecological Monographs**, 84: 45–67.
- Colwell, R. K & Coddington, J. A. 1994. Estimating Terrestrial Biodiversity through Extrapolation. **Philosophical Transactions: Biological Sciences**. V.345(1311): 101-118.
- Conceição, A.; Scotti, M.; Castela, R.; Athayde, A. Em defesa da APA da Escarpa Devoniana. 2017. Folder, Disponível em: <<http://www.spvs.org.br/wp-content/uploads/2017/09/FOLDER-APA.pdf>> Acesso em: 10/12/2017.
- Costa, C. B.; Ribeiro, S. P.; Castro, P. T. A. 2010. Ants as bioindicators of natural succession in savanna and riparian vegetation impacted by dredging in the Jequitinhonha River Basin, Brazil. **Restoration Ecology**, 18(1): 148–157.
- Coutinho, L. M. 1978. O conceito de Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, 1(1): 17-23.
- Cuezzo, F. 2000. Revisión del género *Forelius* (Hymenoptera: Formicidae: Dolichoderinae). **Sociobiology**, 35: 197–275.
- De Andrade, M. L. & Baroni Urbani, C. 1999. Diversity and adaptation in the ant genus *Cephalotes*, past and present. **Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde. Serie B (Geologie und Paläontologie)**, 271:1-889.
- Delabie, J. H. 1988. Ocorrência de *Wasmannia auropunctata* em Cacauais na Bahia. **Agrotrópica**, 18(1): 29-37.
- Delabie, J. H. C.; Paim, V. R. L. D. M.; Nascimento I. C.; Campiolo, S.; Mariano, C. D. S. F. 2006. Ants as biological indicators of human impact in mangroves of the southeastern coast of Bahia, Brazil. **Neotropical Entomology**, 35(5): 602-615.
- Davidson, D. W.; Cook, S. C.; Snelling, R. R.; Chua, T. H. 2003. Explaining the abundance of ants in lowland tropical rainforest canopies. **Science**, 300: 969-972.

Diehl, E.; Diehl-Fleig, E.; Albuquerque, E. Z.; Junqueira, L. K. 2014. Richness of termites and ants in the State of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **Sociobiology**, 61(2): 145–154.

Diehl, E.; Sacchet, F.; Albuquerque, E. Z. 2005. Riqueza de formigas de solo, na Praia da Pedreira, Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 49(4): 552–556.

Dröse, W.; Podgaiski, L. R.; Cavallieri, A.; Feitosa, R. M.; Mendonça Jr, M. S. 2017. Ground – Dwelling and vegetation ant fauna in Southern Brazil grasslands, **Sociobiology**, 64(4): 381 – 392.

Fernández, C. F. 2003. Myrmicinae ants of the genera *Ochetomyrmex* and *Tranopelta* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, 41: 633–661.

Frizzo, T. L. M.; Campos, R. I.; Vasconcelos, H. L. 2012. Contrasting effects of fire on arboreal and ground-dwelling ant communities of a neotropical savanna. **Biotropica**, 44: 254-261.

Gotelli, N. J. & Ellison, A. M. 2002. Biogeography at a regional scale: Determinants of ant species density in new england bogs and forests. **Ecology**, 83, 1604–1609.

Greiner, C. M; Acra, L. A.; Selusniaki, M. A. 2011. Composição Florística e Fitossociológica do Componente arbóreo de um Remanescente de Floresta Ombrófila Mista No Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná. *In*: Carpanezi, O. T. B & Campos, J. B (eds.). **Coletânea de Pesquisas Parques Estaduais: Vila Velha, Cerrado e Guartelá**. Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba, p. 29-35.

Guénard, B. 2013. An overview of the species and ecological diversity of ants. Encyclopedia of Life Sciences, Chinchester. Disponível em <DOI: 10.1002/9780470015902.a0023598.PDF>

Hauck, P. A. H; Passos, E. 2010. A Paisagem de Vila Velha, seu significado para a Teoria dos Refúgios Florestais e a evolução do Domínio Morfoclimático dos Planaltos das Araucárias. **RAEGA**, 19: 155-164.

Iap- Instituto Ambiental do Paraná. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br>>. Acesso em: 14/12/2017.

Iapar – Instituto Agrônômico do Paraná. 1994. Cartas climáticas do Estado do Paraná. Londrina, 49 p.

Icmbio, 2006. Plano de Manejo Reserva da Vida Silvestre dos Campos de Palmas. Disponível em < http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/dcom_plano_de_manejo_revis_campos_de_palmas_1.pdf>. Acesso em: 11/12/2017.

Ictg- Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná. 2008. **Mapa de climas do estado do Paraná**. Disponível em <http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/ProdutosDGEO/MapasITCG/PDF/Mapa_Climas_A3.pdf> Acesso em: 10/11/2017

- Kaspari, M. 2000. A primer on ant ecology. *In*: Agosti, D.; Majer, J. D.; Alonso, L. E; Schultz, T. R. (eds.). **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Smithsonian Institution Press, Washington, p. 9–24.
- Kempf, W. W. 1967. A synopsis of the Neotropical ants of the genus *Centromyrmex* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). **Studia Entomologica**, 9: 401–410.
- Kempf, W. W. 1972. Catálogo abreviado das formigas da região neotropical (Hymenoptera: Formicidae). **Studia Entomologica**, 15:3-344.
- Klingenberg, C. & Brandão, C. R. F. 2009. Revision of the fungus-growing ant genera *Mycetophylax* Emery and *Paramycetophylax* Kusnezov rev. stat. and description of *Kalathomyrmex* n. gen. **Zootaxa**, 31: 1–31.
- Kusnezov, N. 1957. Numbers of species of ants in faunae of different latitudes. **Evolution**, 11: 298–299.
- Lassau S. A. & Hochuli D. F. 2004. Effects of habitat complexity on ant assemblages. **Ecography**, 27: 157–64.
- Lattke, J. E. 1990. Revision del genero *Gnamptogenys* Roger en Venezuela (Hymenoptera: Formicidae). **Acta Terramaris**, 2: 1-47.
- Lattke, J. E. 2003. Biogeografía de las hormigas neotropicales. *In*: Fernández, F. (ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, p. 65– 85.
- Legendre, P. & Legendre, L. 1998. **Numerical ecology**. 2^a ed. Elsevier Science B.V., Amsterdam, 853 p.
- Lewinsohn, T. M; Freitas, A. V. L.; Prado, P. I. 2005. Conservation of terrestrial invertebrates and their habitats in Brazil. **Conservation Biology**, 19 640:645.
- Lopes, C. T. & Vasconcelos, H. L. 2008. Evaluation of three methods for sampling ground-dwelling ants in the Brazilian Cerrado. **Neotropical Entomology**, 37: 399-405.
- Lutinski, J. A.; Lopes, B. C.; Morais, A. B. B. 2013. Diversidade de formigas urbanas (Hymenoptera: Formicidae) de dez cidades do sul do Brasil. **Biota Neotropica**, 13(3): 332–342.
- Maack, R. 1946. Notas preliminares sobre uma nova estratigrafia do Devoniano do Estado do Paraná. *In*: Congresso Pan-Americanos de Engenharia de Minas e Geologia 2, Rio de Janeiro, **Anais. Rio de Janeiro**, v.4.
- Maack, R. 1948. Notas preliminares sobre clima, solos e vegetação do estado do Paraná. Curitiba, **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, 2: 102-200.
- Maack, R. 1981. **Geografia física do Estado do Paraná**. Livraria José Olympio, Rio de Janeiro, p. 442.

Mackay, W. P. & Mackay, E. E. 2010. **The systematics and biology of the new world ants of the genus *Pachycondyla* (Hymenoptera: Formicidae)**. Edwin Mellon Press, Lewiston, 642 p.

Magurran, A. E. 2004. Measuring biological diversity. **Blackwell Publishing**. Oxford, 261 p.

Marinho, C. G. S.; Zanetti, R.; Delabie, J. H. C.; Schlindwein, M. N.; Ramos, L. S. 2002. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) e área de cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, 31(2): 187–195.

Matos, J. Z.; C. N. Yamanaka; T. T. Castellani; B. C. Lopes. 1994. Comparação da fauna de formigas de solo em áreas de plantio de *Pinnus elliotii*, com diferentes graus de complexidade estrutural (Florianópolis, SC). **Biotemas**, 7: 57–64.

Mayhé-Nunes, A. J. 1995. Sinopse do gênero *Mycetarotes* (Hym., Formicidae), com a descrição de duas espécies novas. **Boletim de Entomología Venezolana**, 10(2): 197–205.

Mccune, B.; Grace, J.B.; Urban, D.L. 2002 **Analysis of ecological communities**. MjM software design, Glenden Beach, Oregon, 300 p.

Melo, M. S. 2000. Canyon Guartelá. *In*: Schobbenhaus, C; Campos, D. A.; Queiroz, E. T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. (eds.). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Ebook. Disponível em: <<http://www.unb.br/ig/sigeb/sitio094/sitio094.html>>

Melo, M. S. & Meneguzzo, I. S. 2001. Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná. *In*: Ditzel, C. H. M. & Löwen Sahr, C. L.(eds.). **Espaço e Cultura: Ponta Grossa e os Campos Gerais**. Editora UEPG, Ponta Grossa, cap. 23.

Melo, M. S.; Guimarães, G. B.; Ramos, A. F.; Prieto, C. C. 2007. Relevo e Hidrografia dos Campos Gerais. *In*: Melo, M. S.; Moro, R. S.; Guimarães, G. B. (eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Editora UEPG, Ponta Grossa, p. 93–98.

Meneguzzo, I. S.; Albuquerque, E. S. de. 2009. A política ambiental para a região dos Campos Gerais do Paraná. **RAEGA**, 18: 51-58.

Michelon, C. & Labiak, P. H. 2012. Samambaias e licófitas do Parque Estadual do Guartelá, Paraná. *In*: Carpanezzi, O. T. B.; Campos, J. B. (eds.) **Coletânea de Pesquisas Parques Estaduais de Vila Velha, Cerrado e Guartelá**. Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba, p. 337–345.

Moreira, J. C. 2006. Ecoturismo e interpretação ambiental no Parque Estadual de Vila Velha. *In*: Artoni, R. F. & Shibata, O. A. (eds.). **Peixes do Parque Estadual de Vila Velha: aspectos da história natural, da biologia evolutiva e da conservação**. Editora UEPG, Ponta Grossa, p. 142-153.

Moreira, C. M. & Rocha, H. C. 2007. Unidades de Conservação nos Campos Gerais. *In*: Melo, M. S.; Moro, R. S.; Guimarães, G. B. (eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Editora UEPG, Ponta Grossa, p. 93–98.

Ness, J. H. & Bronstein, J. L. 2004. The effects of invasive ants on prospective ant mutualists. **Biological Invasions**, 6(4):445-461.

Oksanen, J.; Blanchet, G. F.; Kindt, R.; Legendre, P.; Minchin, P. R.; O'Hara, R. B.; Simpson, G. L.; Solymos, P.; Stevens, M. H. H.; Wagner, H. 2016. **Vegan: Community Ecology Package. R. package version 2.4.1**. Disponível em <<https://CRAN.R-project.org/package=vegan>>, Acesso em: 10/11/2017.

Overbeck, G. E.; Müller, S. C.; Fidelis, A.; Pfadenhauer, J.; Pillar, V. D.; Blanco, C. C.; Boldrini, I. I.; Both, R.; Forneck, E. D. 2007. Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics** 9: 101-116.

Overbeck, G. E.; Boldrini, I. I.; Carmo, M. R. B.; Garcia, E. N.; Moro, C. E.; Pinto, C. E.; Trevisan, R.; Zannin, A. 2015. Fisionomia dos Campos. *In*: Pillar, V. D.; Lange, O. (eds.). **Os Campos do Sul**. Rede Campos Sulinos – UFRGS, Porto Alegre, p. 31-39.

Overbeck, G. E.; Vélez-Martin, E.; Scarano, F. R.; Lewinsohn, T. M.; Fonseca, C. R.; Meyer, S. T.; Müller, S. C.; Ceotto, P.; Dadalt, L.; Durigan, G.; Ganade, G.; Gossner, M. M.; Guadagnin, D. L.; Lorenzen, K.; Jacobi, C. M.; Weisser, W. W.; Pillar, V. D. 2015. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. **Diversity and Distributions**, 21: 1455–1460.

Pacheco, J. A. & Mackay, W. P. 2013. **The systematics and biology of the New World thief ants of the genus *Solenopsis* (Hymenoptera: Formicidae)**. Edwin Mellen Press, Lewiston, New York, 501 p.

Pacheco, R.; Vasconcelos, H. L.; Groc, S.; Camacho, G. P.; Frizzo, T. L. M. 2013. The importance of remnants of natural vegetation for maintaining ant diversity in Brazilian agricultural landscapes. **Biodiversity and Conservation**, 22: 983-997.

Parr, C. L. & Chown, S. L. 2001. Inventory and bioindicator sampling: testing pitfall and Winkler methods with ants in South African savanna. **Journal of Insect Conservation**, 5: 27-36.

Pereira, M. A. S.; Sousa Neves, N. A. G; Gigueiredo, D. F. C. 2007. Considerações sobre a fragmentação territorial e as redes de corredores ecológicos. *Geografia*, 16(2): 5-24.

Pfeiffer, M.; Chimedregzen, L.; Ulykpan, K. 2003. Community organization and species richness of ants (Hymenoptera/Formicidae) in Mongolia along an ecological gradient from steppe to Gobi desert. **Journal of Biogeography**, 30: 1921–1935.

Pillar, V. D. & Lange, O. 2015. **Os campos do Sul**. Rede Campos Sulinos UFRGS, Porto Alegre, 1981 p.

Rico-Gray, V. & Oliveira, P.S. 2007. **The ecology and evolution of ant-plant interactions**. University of Chicago Press, Chicago, 300p.

- Ritter, L. M. O. 2008. **Composição Florística e aspectos Físicos do Cerrado nos Campos Gerais, Paraná**. Dissertação. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 132 p.
- Romero, H. & Jaffé, K. 1989. A comparison of methods for sampling ants (Hymenoptera: Formicidae) in savannas. **Biotropica**, 21: 348–352.
- Rosado, J. L.O.; Gonçalves, M. G. de; Dröse, W.; Silva, E. J. E.; Krüger, R. F.; Feitosa, R. M.; Loeck, A. E. 2012. Epigeic ants (Hymenoptera: Formicidae) in vineyards and grassland areas in the Campanha region, state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Checklist**, 8: 1184–1189.
- Safford, H. D. 1999. Brazilian Paramos I. An introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. **Journal of Biogeography**, 26: 693-712.
- Schmidt, C. A.; Shattuck, S. O. 2014. The higher classification of the ant subfamily Ponerinae (Hymenoptera: Formicidae), with a review of ponerine ecology and behavior. **Zootaxa**, 3817(1): 1-242.
- Silva, R.R. & Brandão, C.R.F. 2014. Ecosystem-Wide Morphological Structure of Leaf-Litter Ant Communities along a Tropical Latitudinal Gradient. **PLoS ONE**, 9(3), e93049.
- Silva-Melo, A.; Giannotti, E. 2012. Division of Labor in *Pachycondyla striata* Fr. Smith, 1858 (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae), **Psyche**, 2012, ID 153862, 7 p.
- Smith, A. M.; Fisher, B. L.; Hebert, P. D. N. 2005. DNA barcoding for effective biodiversity assessment of a hyperdiverse arthropod group: the ants of Madagascar. **Philosophical Transactions: Biological Sciences**, 360: 1825-1834.
- Sosa-Calvo J.; Schultz, T.; Brandão, C. F.; Klingenberg, C.; Feitosa, R.; Rabeling, C.; Bacci, M.; Lopes, C.; Vasconcelos, H. 2013. *Cyatta abscondita*: Taxonomy, Evolution, and Natural History of a New Fungus-Farming Ant Genus from Brazil. **PLoS ONE**, 8(11): e80498.
- Souza, C. R. G. & Souza, A. P. 2002. O Escarpamento Estrutural Furnas, SP/PR - Raro sítio geomorfológico brasileiro. *In*: Schobbenhaus, C.; Campos, D. A.; Queiroz, E. T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. L. C. (eds.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), Brasília, p. 299-306.
- Takeda, I. J. M.; Moro, R. S.; Kaczmarek, R. 1996. Análise florística de um enclave de cerrado no Parque do Guartelá, Tibagi, PR. **Publicatio**, 2(1): 21-31.
- Uhlmann, A.; Galvão, F.; Silva, S. M. 1998. Análise da estrutura de duas unidades fitofisionômicas de savana (Cerrado) no sul do Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, 12(3): 211-247.
- Ulysséa, M. A.; Cereto, C. E.; Rosumek, F. B.; Silva, R. R.; Lopes, B. C. 2011. Updated list of ant species (Hymenoptera, Formicidae) recorded in Santa Catarina state,

southern Brazil, with a discussion of research advances and priorities. **Revista Brasileira de Entomologia**, 55(4): 603-611.

Vasconcelos, H. L.; Maravalhas, J. B.; Feitosa, R.M.; Pacheco, R.; Neves, K. C.; Andersen, A. N. 2017. Neotropical savanna ants show a reversed latitudinal gradient of species richness, with climatic drivers reflecting the forest origin of the fauna. **Journal of Biogeography**, 00: 1–11.

Veldman, J. W.; Buisson, E.; Durigan, G.; Fernandes, G. W.; Le Stradic, S.; Mahy, G.; Negreiros, D.; Overbeck, G. E.; Veldman, R. G.; Zaloumis, N. P.; Putz, F. E.; Bond, W. J. 2015. Toward an old-growth concept for grasslands, savannas, and woodlands. **Frontiers in Ecology and the Environment**, 13: 154–162.

Veloso, H. P.; Rangel Filho, A. L. R.; Lima, J. C. A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE – DERMA, Rio de Janeiro, 124 p.

Wall, D. H. & Moore, J. C. 1999. Interactions underground: soil biodiversity, mutualism, and ecosystem processes. **BioScience**, 49(2), 109-117.

Ward, P. S. 2007. Phylogeny, classification, and species-level taxonomy of ants. **Zootaxa**, 1668: 549-563.

Ward, P. S.; Brady, S. G.; Fisher, B. L.; Schultz, T. R. 2014. The evolution of myrmicine ants: phylogeny and biogeography of a hyperdiverse ant clade (Hymenoptera: Formicidae). **Systematic Entomology**, 40(1): 61-81.

Ward, P. S.; Blaimer, B. B.; Fisher, B. L. 2016. A revised phylogenetic classification of the ant subfamily Formicinae (Hymenoptera: Formicidae), with resurrection of the genere *Colobopsis* and *Dinomyrmex*. **Zootaxa**, 4072(3): 343- 357.

Wetter, J. K. & Porter, S. D. 2003. The little fire ant, *Wasmannia auropunctata*: distribution, impact, and control. **Sociobiology**, 42: 1-42.

Wilson, E. O. 1976. Which are the most prevalent ant genera? **Studia Entomologica**, 19: 187–200.

Wilson, E. O. 2003. La hiperdiversidad como fenomeno real: el caso de *Pheidole*. In: Fernández, F. (ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, p. 363–370.

Wilson, E. O. & Hölldobler, B. 2005. The rise of the ants: A phylogenetic andecological explanation. **PNAS**, 102(21): 7411-7414.

Ziller, S. R. 2000. **A estepe gramíneo-lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 268 p.

APÊNDICE 1 – LISTA DE ESPÉCIES DE FORMIGAS PARA OS CAMPOS NATURAIS PARANAENSES

APÊNDICE 1 - Lista de espécies de formigas para os campos naturais paranaenses.

*Primeiro registro para o Paraná, +Primeiro registro para região Sul; #Primeiro registro para o Brasil

	PEVV	PEG	PEC	RVSCP
Dolichoderinae				
<i>Dorymyrmex paranensis</i> Santschi, 1922 #	X	X	X	
<i>Dorymyrmex</i> sp. 2	X	X		
<i>Dorymyrmex</i> sp. 3	X	X		X
<i>Linepithema micans</i> (Forel, 1908)	X	X	X	X
<i>Linepithema humile</i> (Mayr, 1868)	X	X		
<i>Linepithema anathema</i> Wild, 2007		X		
<i>Linepithema gallardoii</i> (Brèthes, 1914)	X	X		
<i>Linepithema</i> sp. 1		X		
<i>Forelius pusillus</i> Santschi, 1922 * +		X		
Dorylinae				
<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802)	X			
<i>Neivamyrmex diana</i> (Forel, 1912) * +		X		
<i>Neivamyrmex dorbignii</i> (Shuckard, 1840)	X			
<i>Neivamyrmex hetschkoi</i> (Mayr, 1886)	X			
<i>Neivamyrmex pseudops</i> (Forel, 1909)	X			
Ectatomminae				
<i>Ectatomma edentatum</i> (Roger, 1863)		X	X	X
<i>Ectatomma permagnum</i> (Forel, 1908)	X	X	X	
<i>Ectatomma tuberculaum</i> (Olivier, 1792) *			X	
<i>Gnamptogenys striatula</i> Mayr, 1884	X	X	X	X
<i>Gnamptogenys sulcata</i> (Smith, 1858) *				X
<i>Gnamptogenys</i> pr. <i>sulcata</i>		X		
<i>Gnamptogenys reichenspergeri</i> Santschi, 1929	X	X		
Formicinae				
<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	X		X	
<i>Brachymyrmex</i> sp. 2		X	X	X
<i>Brachymyrmex</i> sp. 3				X
<i>Brachymyrmex</i> sp. 4	X			X
<i>Brachymyrmex</i> sp. 8	X	X	X	X
<i>Brachymyrmex</i> sp. 10				X
<i>Brachymyrmex</i> sp. 11	X			
<i>Brachymyrmex</i> sp. 12	X			
<i>Camponotus ager</i> (Smith, 1858)			X	
<i>Camponotus atriceps</i> (Smith, F., 1858)			X	X
<i>Camponotus bonariensis</i> Mayr, 1868	X	X	X	
<i>Camponotus brasiliensis</i> Mayr, 1862			X	
<i>Camponotus</i> pr. <i>compositor</i> Santschi, 1922				X
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862	X	X	X	

APÊNDICE 1 - Lista de espécies de formigas para os campos naturais paranaenses.

*Primeiro registro para o Paraná, +Primeiro registro para região Sul; #Primeiro registro para o Brasil

	PEVV	PEG	PEC	RVSCP
<i>Camponotus leydigi</i> Forel, 1886 *+			X	
<i>Camponotus melanoticus</i> Emery, 1894	X	X	X	
<i>Camponotus</i> pr. <i>melanoticus</i> 1		X		
<i>Camponotus</i> pr. <i>melanoticus</i> 3		X	X	
<i>Camponotus novogranadensis</i> Mayr, 1870	X	X	X	
<i>Camponotus</i> pr. <i>novogranadensis</i> 1		X		
<i>Camponotus</i> pr. <i>punctulatus</i> Mayr, 1868			X	
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)	X	X		
<i>Camponotus sexguttatus</i> (Fabricius, 1793) *			X	
<i>Camponotus</i> sp. 1		X	X	
<i>Camponotus</i> sp. 2			X	
<i>Camponotus</i> sp. 3		X	X	
<i>Camponotus</i> sp. 4		X	X	
<i>Camponotus</i> sp. 5		X	X	
<i>Camponotus</i> sp. 6			X	
<i>Camponotus</i> sp. 8	X			
<i>Camponotus</i> sp. 10		X		
<i>Camponotus</i> sp. 11		X		
<i>Camponotus</i> sp. 12			X	
<i>Camponotus</i> sp. 13				X
<i>Myrmelachista gallicola</i> (Mayr, 1887) *		X	X	
<i>Myrmelachista</i> aff. <i>nigella</i> (Roger, 1863)			X	
<i>Myrmelachista nodigera</i> Mayr, 1887 *			X	
<i>Nylanderia</i> sp. 1	X	X	X	X
<i>Nylanderia</i> sp. 2			X	
Heteroponerinae				
<i>Acanthoponera mucronata</i> (Roger, 1860)			X	
Myrmicinae				
<i>Acromyrmex aspersus</i> (Smith, 1858)	X	X		
<i>Acromyrmex coronatus</i> (Fabricius, 1804)		X		
<i>Acromyrmex crassispinus</i> (Forel, 1909)	X			X
<i>Acromyrmex landolti</i> (Forel, 1885) *		X		
<i>Acromyrmex</i> sp.	X	X		
<i>Apterostigma</i> sp.	X	X	X	
<i>Atta sexdens</i> (Linnaeus, 1758)			X	
<i>Cephalotes eduarduli</i> (Forel, 1921) *			X	
<i>Cephalotes pusillus</i> (Klug, 1824)		X	X	
<i>Cephalotes pavonii</i> (Latreille, 1809) *			X	
<i>Cephalotes</i> sp.			X	
<i>Crematogaster abstinens</i> Forel, 1899 *+			X	
<i>Crematogaster ampla</i> Forel, 1912 * +		X		
<i>Crematogaster crinosa</i> Mayr, 1862 *		X	X	

APÊNDICE 1 - Lista de espécies de formigas para os campos naturais paranaenses.

*Primeiro registro para o Paraná, +Primeiro registro para região Sul; #Primeiro registro para o Brasil

	PEVV	PEG	PEC	RVSCP
<i>Crematogaster erecta</i> Mayr, 1866 * +			X	
<i>Crematogaster evallans</i> Forel, 1907	X	X	X	
<i>Crematogaster nigropilosa</i> Mayr, 1870 *			X	
<i>Crematogaster obscurata</i> Emery, 1895	X	X	X	
<i>Crematogaster rochai</i> Forel, 1903	X	X		
<i>Crematogaster torosa</i> Mayr, 1870	X	X	X	
<i>Cyatta abscondita</i> Sosa-Calvo, Schultz, Brandão, Klingenberg, Feitosa, Rabeling, Bacci, Lopes & Vasconcelos, 2013			X	
<i>Cyphomyrmex rimosus</i> (Spinola, 1851)	X	X	X	X
<i>Cyphomyrmex minutus</i> Mayr, 1862	X	X	X	
<i>Cyphomyrmex transversus</i> Emery, 1894			X	
<i>Kalathomyrmex emeryi</i> (Forel, 1907) * +		X		
<i>Megalomyrmex</i> sp.	X			
<i>Mycetagroicus cerradensis</i> Brandão & Mayhé-Nunes, 2001			X	
<i>Mycetagroicus</i> sp.1	X			
<i>Mycetarotes parallelus</i> (Emery, 1906) * +		X		
<i>Mycetarotes senticosus</i> Kempf, 1960 *			X	
<i>Mycetarotes</i> sp. 1			X	
<i>Mycetophylax olitor</i> (Forel, 1893)	X	X	X	
<i>Mycetophylax lectus</i> (Forel, 1911) * +			X	
<i>Mycocepurus goeldii</i> (Forel, 1893)	X	X	X	
<i>Mycocepurus smithii</i> (Forel, 1893)			X	
<i>Myrmicocrypta</i> sp.	X	X	X	
<i>Nesomyrmex spininodis</i> (Mayr, 1887) *			X	
<i>Ochetomyrmex semipolitus</i> Mayr, 1878 *		X		
<i>Octostruma stenognatha</i> Brown & Kempf, 1960				X
<i>Oxyepoecus rastratus</i> (Mayr, 1887)		X		
<i>Oxyepoecus</i> sp.				X
<i>Pheidole aberrans</i> Mayr, 1868	X	X		X
<i>Pheidole aper</i> Forel, 1912			X	
<i>Pheidole breviseta</i> Santschi, 1919 *		X		
<i>Pheidole cavifrons</i> Emery, 1906				X
<i>Pheidole</i> aff. <i>dione</i> Forel, 1913	X		X	
<i>Pheidole exigua</i> Mayr, 1884	X			
<i>Pheidole gertrudae</i> Forel, 1886			X	
<i>Pheidole guilelmuelleri</i> Forel, 1886 *		X		
<i>Pheidole jelskii</i> Mayr, 1884	X			X
<i>Pheidole nitidula</i> Emery, 1888 *	X	X	X	
<i>Pheidole nubila</i> Emery, 1906				X
<i>Pheidole obtusopilosa</i> Mayr, 1887 *				X
<i>Pheidole oxyops</i> Forel, 1908	X	X	X	

APÊNDICE 1 - Lista de espécies de formigas para os campos naturais paranaenses.

*Primeiro registro para o Paraná, +Primeiro registro para região Sul; #Primeiro registro para o Brasil

	PEVV	PEG	PEC	RVSCP
<i>Pheidole pampana</i> Santschi, 1929 *		X		
<i>Pheidole paranana</i> Santschi, 1925 *		X		
<i>Pheidole pubiventris</i> Mayr, 1887		X		
<i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884	X	X		X
<i>Pheidole risii</i> Forel, 1892	X			
<i>Pheidole rosula</i> Wilson, 2003 #				X
<i>Pheidole rufipilis</i> Forel, 1908	X	X	X	X
<i>Pheidole scapulata</i> Santschi, 1923 * +	X		X	
<i>Pheidole schwarzmaieri</i> Borgmeier, 1939	X		X	
<i>Pheidole subarmata</i> Mayr, 1884	X	X	X	X
<i>Pheidole susannae</i> Forel, 1886 *	X	X		
<i>Pheidole</i> aff. <i>termitobia</i> Forel, 1901 *				X
<i>Pheidole triconstricta</i> Forel, 1886	X		X	
<i>Pheidole vafra</i> Santschi, 1923 *	X		X	X
<i>Pheidole valens</i> Wilson, 2003 #	X	X	X	
<i>Pheidole wolfringi</i> Forel, 1908		X		
<i>Pheidole</i> sp. 1	X	X	X	
<i>Pheidole</i> sp. 2	X		X	
<i>Pheidole</i> sp. 5	X	X	X	
<i>Pheidole</i> sp. 7	X	X	X	
<i>Pheidole</i> sp. 8			X	
<i>Pheidole</i> sp. 9	X		X	
<i>Pheidole</i> sp. 18			X	
<i>Pheidole</i> sp. 19			X	
<i>Pheidole</i> sp. 20	X	X	X	
<i>Pheidole</i> sp. 21		X	X	X
<i>Pheidole</i> sp. 22		X	X	X
<i>Pheidole</i> sp. 23			X	
<i>Pheidole</i> sp. 24			X	
<i>Pheidole</i> sp. 25			X	
<i>Pheidole</i> sp. 26			X	
<i>Pheidole</i> sp. 27	X	X	X	
<i>Pheidole</i> sp. 28			X	
<i>Pheidole</i> sp. 29			X	
<i>Pheidole</i> sp. 30	X		X	
<i>Pheidole</i> sp. 36	X			X
<i>Pheidole</i> sp. 37	X	X		
<i>Pheidole</i> sp. 38	X			
<i>Pheidole</i> sp. 39		X		
<i>Pheidole</i> sp. 40	X	X		X
<i>Pheidole</i> sp. 41	X			
<i>Pheidole</i> sp. 42		X		

APÊNDICE 1 - Lista de espécies de formigas para os campos naturais paranaenses.

*Primeiro registro para o Paraná, +Primeiro registro para região Sul; #Primeiro registro para o Brasil

	PEVV	PEG	PEC	RVSCP
<i>Pheidole</i> sp. 43	X			
<i>Pheidole</i> sp. 44	X			
<i>Pheidole</i> sp. 62		X		
<i>Pheidole</i> sp. 63		X		
<i>Pheidole</i> sp. 64		X		
<i>Pheidole</i> sp. 65		X		X
<i>Pheidole</i> sp. 66		X		
<i>Pheidole</i> sp. 70	X			X
<i>Pheidole</i> sp. 71				X
<i>Pheidole</i> sp. 72				X
<i>Pheidole</i> sp. 73				X
<i>Pheidole</i> sp. 74	X			
<i>Pogonomyrmex naegelli</i> Forel, 1878	X	X	X	X
<i>Rogeria</i> sp.1	X			
<i>Rogeria</i> sp.2			X	
<i>Sericomyrmex</i> sp.			X	
<i>Solenopsis invicta</i> Buren, 1972	X	X		X
<i>Solenopsis</i> sp. 1	X		X	
<i>Solenopsis</i> sp. 2	X	X	X	
<i>Solenopsis</i> sp. 3	X	X	X	
<i>Solenopsis</i> sp. 4	X		X	X
<i>Solenopsis</i> sp. 5	X	X	X	
<i>Solenopsis</i> sp. 6	X		X	
<i>Solenopsis</i> sp. 7		X	X	
<i>Solenopsis</i> sp. 8			X	
<i>Solenopsis</i> sp. 9	X		X	
<i>Solenopsis</i> sp. 10		X	X	X
<i>Solenopsis</i> sp. 11			X	
<i>Solenopsis</i> sp. 12	X		X	
<i>Solenopsis</i> sp. 13			X	
<i>Solenopsis</i> sp. 14	X			
<i>Solenopsis</i> sp. 15	X			
<i>Solenopsis</i> sp. 18		X		
<i>Solenopsis</i> sp. 20				X
<i>Solenopsis</i> sp. 21				X
<i>Strumigenys appretiata</i> (Borgmeier, 1954)	X			
<i>Strumigenys borgmeieri</i> Brown, 1954 * +				X
<i>Strumigenys</i> pr. <i>cultrigera</i> Mayr, 1887 *				X
<i>Strumigenys eggersi</i> Emery, 1890			X	
<i>Strumigenys epinotalis</i> Weber, 1934 * +		X		
<i>Strumigenys infidelis</i> Santischi, 1919	X	X	X	
<i>Strumigenys louisianae</i> Roger, 1863	X		X	X

APÊNDICE 1 - Lista de espécies de formigas para os campos naturais paranaenses.

*Primeiro registro para o Paraná, +Primeiro registro para região Sul; #Primeiro registro para o Brasil

	PEVV	PEG	PEC	RVSCP
<i>Strumigenys oglobini</i> Santschi, 1936	X			
<i>Trachymyrmex holmgreni</i> Wheeler, 1925		X	X	X
<i>Trachymyrmex</i> sp. 2		X		X
<i>Trachymyrmex</i> sp. 3			X	
<i>Trachymyrmex</i> sp. 4			X	
<i>Trachymyrmex</i> sp. 5			X	
<i>Trachymyrmex</i> sp. 7				X
<i>Trachymyrmex</i> sp. 8				X
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	X	X	X	X
<i>Wasmannia affinis</i> Santschi, 1929		X		
<i>Wasmannia lutzi</i> Forel, 1908		X		
<i>Wasmannia sigmoidea</i> (Mayr, 1884) *			X	
<i>Wasmannia sulcaticeps</i> Santschi, 1919 *				X
Ponerinae				
<i>Anochetus</i> sp.				X
<i>Centromyrmex brachycola</i> (Roger, 1861) * +		X	X	
<i>Hypoponera</i> sp. 1	X	X	X	
<i>Hypoponera</i> sp. 3	X		X	
<i>Hypoponera</i> sp. 4		X	X	
<i>Hypoponera</i> sp. 5	X			
<i>Hypoponera</i> sp. 14			X	
<i>Hypoponera</i> sp. 15			X	
<i>Hypoponera</i> sp. 19				X
<i>Hypoponera</i> sp. 20				X
<i>Mayaponera constricta</i> (Mayr, 1884)			X	
<i>Neoponera bucki</i> (Borgmeier, 1927)	X			
<i>Neoponera marginata</i> (Roger, 1861)		X		
<i>Neoponera verenae</i> Forel, 1922	X	X		
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	X	X		
<i>Odontomachus haematodus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	
<i>Odontomachus meinerti</i> (Forel 1905)		X		
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)	X	X	X	
<i>Pachycondyla striata</i> Smith, 1858	X	X	X	
Pseudomyrmecinae				
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)	X		X	
<i>Pseudomyrmex simplex</i> (Smith, F., 1877) * +	X	X	X	
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (Smith, 1885)		X		
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 5	X		X	
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 7			X	
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 8		X		

ANEXO 1 – FOTOGRAFIAS DAS ÁREAS DE COLETA

Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas



Fotografia – Rodrigo Feitosa



Fotografia – Rodrigo Feitosa

Parque Estadual de Vila Velha



Fotografia – Rodrigo Feitosa



Fotografia – Rodrigo Feitosa

Parque Estadual do Guartelá



Fotografia – Weslly Franco



Fotografia – Weslly Franco

Parque Estadual do Cerrado



Fotografia – Rodrigo Feitosa



Fotografia – Rodrigo Feitosa