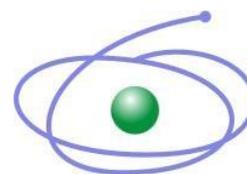




UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



CAPES

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE FORMIGAS
(HYMENOPTERA:FORMICIDAE) EM QUATRO REMANESCENTES DE
MATA ATLÂNTICA NO NORTE DO PARANÁ**

Projeto de Tese apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para a seleção de Doutorado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. João A. C. Zequi

Coorientador: Prof. Dr. Jacques H. C. Delabie

Orientador: Prof. Dr. João A. C. Zequi

Candidato: Vinicius Martins Novais

Londrina-PR

2019

RESUMO

A Mata Atlântica é uma das florestas mais ricas em biodiversidade abrigando muitas espécies de plantas vasculares, além de muitas espécies de anfíbios, répteis, aves e mamíferos, totalizando em torno de 1,6 milhões de espécies. Dentre as fitofisionomias encontradas na Mata Atlântica, destaca-se a Floresta Estacional Semidecidual, conhecida como Mata de Interior. No estado do Paraná, a Floresta Estacional Semidecidual é considerada a mais ameaçada, restando apenas 3,4% do total da área original, que alcançava 37,3% da área do estado. As formigas são dominantes da paisagem terrestre, se fazendo presentes em quase todos os principais habitats. Elas desempenham papéis importantes nas interações simbióticas, aeração do solo, ciclagem de nutrientes. As formigas podem ser arborícolas, estabelecendo a sociedade e forrageando em árvores, ou podem habitar o solo, uma vez que cerca de 63% de todas as espécies de Formicidae descritas no mundo vivem no solo e/ou na serrapilheira. Diante do exposto, esse trabalho terá o objetivo de estudar as influências bióticas e sazonais que estruturam a comunidade de formigas em dois remanescentes de Mata Atlântica no norte do Paraná, analisando a estrutura das comunidades em diferentes estratos verticais. As amostragens serão realizadas em quatro fragmentos florestais localizados na região Norte do estado do Paraná, Brasil: Parque Estadual Mata São Francisco, Parque Estadual Mata dos Godoy, Jardim Botânico de Londrina e Bosque Municipal Manoel Júlio de Almeida em Cornélio Procópio/PR, entre os meses de novembro de 2020 a março de 2021. Será realizado um transecto aberto a partir de 200 m da borda até a zona de mata primária em bom estado de conservação, sendo utilizada 25 armadilhas de *Winkler* respeitando um intervalo mínimo de 50 metros entre cada ponto de coleta. Serão utilizadas armadilhas de *pitfall* para a coleta de formigas forrageadoras. Estas armadilhas serão instaladas no solo e permanecerão por 48 h. Para a identificação serão utilizadas as chaves disponíveis em Baccaro et al. (2015) até o nível de gênero. Posteriormente, quando possível, a identificação será feita até o nível de espécies, por meio da literatura sugerida em Baccaro et al. (2015) e em consulta a especialistas. Para o tratamento estatístico dos dados, serão analisados os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H'), Riqueza estimada Chao2 e Similaridade de Jaccard (J). Os índices serão determinados através do Programa EstimateS versão 9.1.0. Esta pesquisa auxiliará no conhecimento das espécies de formigas do bioma Mata Atlântica no norte do estado do Paraná, bem como a estrutura das comunidades nessas áreas. Sendo também avaliada a dinâmica das formigas em função da sazonalidade e a diversidade entre áreas preservadas e antropizadas.

Palavras-chave: Mata Atlântica; Formigas; Integridade ambiental; Sazonalidade.

INTRODUÇÃO

O Bioma Mata Atlântica

A Mata Atlântica é a segunda maior floresta tropical úmida em extensão do Brasil (SANTOS, 2010), ficando atrás apenas da Floresta Amazônica. A sua área original compreendia aproximadamente 1,3 milhão de km², e hoje restam apenas 7,8% com cerca de 102.012 km² preservados em fragmentos maiores que 100 ha (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010). Estendia-se do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, abrangendo 17 estados brasileiros (MARTINS et al., 2007; FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2008), sendo isolado de

outros dois grandes blocos de florestas americanas – a Amazônica e a Andina – e por dois outros biomas – a caatinga e o cerrado – o que resultou na evolução de uma biota singular (RIZZINI, 1997).

Dentre as fitofisionomias encontradas na Mata Atlântica, se destacam as de vegetação nativa florestas (Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Ombrófila Aberta, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual), campos de altitude, restingas, manguezais, brejos interioranos no Nordeste, campos de altitude e as ilhas oceânicas (CAMPALINI & PROCHNOW, 2006; SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2009; MMA, 2010). A formação florestal Estacional Semidecidual (Matas do Interior), por exemplo, difere consideravelmente das matas do litoral, proporcionando uma maior variedade de habitats e nichos (OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000).

A Mata Atlântica é uma das florestas mais ricas em biodiversidade (LINO; SIMÕES, 2004), sendo considerado um dos 25 ecólogos do mundo (MYERS et al., 2000). O bioma abriga cerca de 20 mil espécies de plantas vasculares, sendo 40% endêmicas – 8.000 espécies –, além de muitas espécies de anfíbios, répteis, aves e mamíferos que, juntamente com os insetos, estima-se que seja em torno de 1,6 milhão de espécies (MYERS et al 2000; CAMPANILI; PROCHNOW, 2006). Dentro da família Formicidae, se destaca a subfamília Myrmicinae com maior diversidade em fragmentos florestais (MACEDO, 2004). Com isso, o bioma é composto por uma série de fitofisionomias, que propiciam uma significativa diversidade ambiental formando um complexo biótico de natureza vegetal e animal altamente rico (CRUZ et al., 2007). Além disso, a sua grande extensão latitudinal e as variações de altitude, contribuíram para a sua elevada biodiversidade (CÂMARA, 2005).

De acordo com o Serviço Florestal Brasileiro (2009) este é o bioma mais alterado e ameaçado do Brasil. Apesar da intensa fragmentação e destruição, que começou com a exploração de seus recursos no início do século XVI, a Mata Atlântica permanece como sendo uma das florestas mais ricas em biodiversidade (LINO; SIMÕES, 2004). Em termos mundiais, perde apenas para as quase extintas florestas da ilha de Madagascar na costa da África, sendo considerado o segundo bioma mais ameaçado de extinção (CAMPALINI; PROCHNOW, 2006). Mais da metade (cerca de 60%)

dos táxons das espécies ameaçadas no Brasil se encontram na Mata Atlântica (MACHADO et al., 2008).

Floresta Estacional Semidecidual

A Floresta Estacional Semidecidual é conhecida como Mata de Interior, ocorrendo no Planalto brasileiro, nos estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A formação desse tipo de floresta tem fisionomia caracterizada por 20% a 50% das árvores serem caducifólias (vegetação que perde parcialmente suas folhas sazonalmente), de grande porte, com copas densas no conjunto florestal e composta também por um bosque e sub-bosque com bromélias e samambaias (SOARES, 2012).

A vegetação está relacionada com um clima tropical de altitude com duas estações bem definidas, uma chuvosa de verão e outra seca de inverno (SANTOS et al., 2006). Assim, é caracterizada pela perda entre 20 a 50% de suas folhas em período de menor incidência das chuvas, e pela presença de árvores que atingem até 30 metros de altura (VELOSO; GÓES-FILHO, 1982). Nas florestas estacionais semidecíduais a temperatura média anual está em torno de 21° C, sendo formações de ambientes pouco úmidos (MMA, 2010).

No estado do Paraná, a Floresta Estacional Semidecidual é considerada a mais ameaçada, restando apenas 3,4% do total da área original, que alcançava 37,3% da área do estado. Ela se estende entre o norte e oeste do estado, em forma de arco desde o baixo Iguaçu, até a porção da bacia hidrográfica do Itararé (CAMPOS; FILHO, 2010).

As formigas e sua importância ecológica

As formigas (Arthropoda, Hexapoda, Insecta, Hymenoptera) constituem uma única família: Formicidae (Apocrita: Vespoidea). Segundo Bolton et al. (2019), a família possui 17 subfamílias válidas e 3 extintas, 39 tribos (8 fósseis), 334 gêneros (156 fósseis) e 13.594 espécies válidas (761 fósseis), sendo que 85% de todas as espécies conhecidas estão concentradas em apenas quatro subfamílias (Dolichoderinae, Formicinae, Myrmicinae e Ponerinae) (BOLTON et al., 2019). Dentre as 17 subfamílias de Formicidae modernas, Myrmicinae é a mais diversificada (WARD et al.,

2015), tanto a nível genérico e específico, como em termos regionais e globais (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

A região Neotropical, que se estende desde o norte do México até o centro da Argentina (MORRONE, 2001), possui uma das maiores áreas com diversidade biológica. Nela são encontradas 13 subfamílias, 142 gêneros e aproximadamente 3.000 espécies (BACCARO et al., 2015). No Brasil ocorrem 13 subfamílias: Agroecomyrmecinae, Amblyoponinae, Dolichoderinae, Dorylinae, Ectatomminae, Formicinae, Heteroponerinae, Martialinae, Myrmicinae, Paraponerinae, Ponerinae, Proceratiinae e Pseudomyrmecinae (SOUZA-CAMPANA, 2015; BRADY et al., 2014), com 1.458 espécies, distribuídas em 111 gêneros (BACCARO et al., 2015). Devido à elevada taxa de descrições de novas espécies (WARD, 2007), o número total de formigas é estimado em cerca de 30.000 espécies (FISHER, 2010), sendo que grande parte dos táxons ainda não descritos se concentram nas florestas tropicais (FERNÁNDEZ; OSPINA, 2003).

Os indivíduos da família Formicidae, se organizam em sociedade (podendo ser formadas no solo, troncos, galhos de árvores e outros), onde são divididas em uma ou mais rainhas e operárias, estas últimas responsáveis pelo trabalho não reprodutivo (WILSON, 1971; FERNÁNDEZ, 2003). O ciclo de vida de uma sociedade se divide em três etapas: fundação, crescimento e reprodução (KASPARI, 2003; PEETERS; MOLET, 2010). Em algumas espécies podem-se encontrar subgrupos de organização que desempenham diferentes papéis como manutenção, forrageamento e defesa da colônia (DELLA-LUCIA et al., 1993).

As formigas são dominantes da paisagem terrestre, se fazendo presentes em quase todos os principais habitats (BROWN, 2000). Elas desempenham papéis importantes nas interações simbióticas, aeração do solo, ciclagem de nutrientes (MOREAU et al., 2006). A sua distribuição estende-se desde o círculo polar ártico até as partes mais remotas do Hemisfério Sul, com exclusão do continente antártico, representando um dos grupos mais bem-sucedidos ecologicamente dentre os insetos (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Dentro da perspectiva de diversidade, estimativas indicam que 3/4 da biomassa animal na floresta amazônica seja composta por formigas e cupins

(BECK, 1971; FITTKAU; KLINGE, 1973). Dentre os animais que habitam o chão ou o dossel nas florestas tropicais, as formigas são um dos organismos mais abundantes, representando cerca de 90% dos indivíduos e até 95% da biomassa animal (MOFFETT, 2000).

Estudos voltados ao levantamento de Formicidae fazem-se necessários, pois o conhecimento taxonômico e biogeográfico para a maioria dos grupos de organismos terrestres é muito incompleto, especialmente para os grupos chamados “hiperdiverso” entre os quais se incluem as formigas (SILVA; BRANDÃO, 1999). Mayhé-Nunes (2015) afirma que, apesar de muitas espécies de vários gêneros poderem ser facilmente reconhecidas, existem grupos hiperdiversos de formigas que têm problemas taxonômicos, ainda longe de uma solução satisfatória, destacando-se *Pheidole* Westwood, 1839 e *Solenopsis* Westwood, 1840. O mesmo autor salienta que ao analisar listas de espécies (ou morfoespécies) de artigos que investigam a diversidade de formigas no Brasil, seria possível encontrar outros problemas taxonômicos que aguardam solução, como por exemplo os gêneros *Camponotus* Mayr, 1861 e *Crematogaster* Lund, 1831, o problema da identificação das operárias pequenas de *Atta* Fabricius, 1804 ou de *Acromyrmex* Mayr, 1865 e de outras espécies que têm operárias polimórficas.

As formigas e a serrapilheira

A serrapilheira é um componente importante dentro de um ecossistema florestal, pois responde pela ciclagem de nutrientes, além de indicar a capacidade produtiva de ambientes florestais (FILHO et al., 2003). A camada de serrapilheira é formada basicamente pela deposição de folhas, galhos, flores, frutos e animais mortos, que aliados a fatores ambientais como a temperatura e umidade proporcionam microhabitats variados (NEW, 1999).

As formigas podem ser arborícolas, estabelecendo a sociedade e forrageando em árvores, ou podem habitar o solo (HÖLDOBLER; WILSON, 1990), uma vez que cerca de 63% de todas as espécies de Formicidae descritas no mundo vivem no solo e/ou na serrapilheira (WALL; MOORE, 1999; SILVA; SILVESTRE, 2004). A serrapilheira possui uma comunidade com alta complexidade estrutural, na qual a fauna de formigas presente é considerada intermediária por apresentar tanto

espécies de superfície como espécies do subsolo (VASCONCELOS, 2008).

Em florestas tropicais, a serrapilheira abriga uma expressiva fauna de formigas (KASPARI, 1996; KASPARI; WEISER, 1999), podendo ocorrer mais de 30 espécies em uma escala de 1 m² (SILVA, 2004), uma vez que nela podem ser encontrados artrópodes em abundância, considerados presas potenciais para formigas, grande número de sítios para nidificação e uma série de micro-habitat que garantem condições favoráveis às formigas (BENSON; HARADA 1988; SILVA; SILVESTRE 2004).

Apesar da sua grande importância para o funcionamento saudável de processos ecossistêmicos, a serapilheira, juntamente com o solo, ainda é um dos ambientes menos conhecidos em nosso planeta (GILLER, 1996; WOLTERS, 2001; ANDRÉ et al., 2002).

Por muito tempo o uso de armadilhas de solo do tipo *pitfall* foi um dos artifícios mais utilizados para a captura de formigas que habitam a serapilheira, com eficiência comprovada em vários trabalhos (ROMERO & JAFFÉ, 1989). No entanto, a utilização dos extratores de *Winkler* para a coleta da fauna de serapilheira mostrou-se mais eficiente, por capturar formigas de tamanho diminuto (DELABIE et al., 2000; LONGINO et al., 2002).

OBJETIVOS

- Objetivo Geral
 - Estudar a comunidade de formigas em quatro remanescentes de Mata Atlântica no norte do Paraná, comparando a estrutura das comunidades de formigas epigeicas, diminuindo a lacuna do conhecimento sobre a diversidade taxonômica de Formicidae na região.
- Objetivos Específicos
 - Estudar a riqueza e estrutura da assembleia de formigas epigeicas, elaborando uma lista das espécies de formigas da região;

- Comparara os padrões de riqueza e diversidade das espécies de formigas em habitats com diferentes graus de modificação antrópica no norte do Paraná;
- Verificar como a combinação de diferentes armadilhas contribui sobre o conhecimento da diversidade e da estrutura das formigas do norte do Paraná.

Para tanto, serão testadas as seguintes hipóteses:

1. A diversidade e riqueza de formigas da serapilheira variam conforme a natureza, o tamanho e a estrutura das árvores próximas, levando em consideração a ocorrência de espécies dominantes e não-dominantes;
2. A composição das comunidades de formigas será diferente entre as armadilhas;
3. A diversidade e riqueza das áreas localizadas em ambiente peri-urbano e/ou com maior cobertura vegetal serão significativamente maiores que em ambiente urbano;
4. Haverá abundância significativamente maior de formigas dominantes nas áreas em ambiente urbano e com menor cobertura vegetal;

MATERIAL E MÉTODOS

- *Área de estudo*

As amostragens serão realizadas em quatro fragmentos florestais: Parque Estadual Mata São Francisco, Parque Estadual Mata dos Godoy, Jardim Botânico de Londrina e Bosque Municipal Manoel Júlio de Almeida em Cornélio Procópio. O Parque Estadual Mata São Francisco, foi criado pelo Decreto-Lei nº 4333 de 05 de dezembro de 1994, localizado entre os municípios de Cornélio Procópio e Santa Mariana, latitude 23°09'55"S e longitude 50°33'93"O (TOMÉ et al. 1999), norte do estado do Paraná, Brasil. O Parque é um fragmento com formação vegetal classificada como Floresta Estadual Semidecidual, com uma área de 832,58 hectares. Antes de se tornar Unidade de Conservação, o remanescente sofreu com a retirada desordenada de madeira e a atividade de

queimada, causando a presença em excesso de trepadeiras e bambus. Hoje, o parque é cercado por culturas vegetais, principalmente de grãos.

O parque conta com uma grande diversidade vegetal, sendo as mais características as espécies arbóreas emergentes caducifólias: jequitibás *Cariniana* spp., cedro *Cedrela fissilis* e canafístula *Peltophorum dubium*, com o subosque caracterizado pela presença de arbustos e plântulas de reconstrução (LEITE; KLEIN, 1990). A fauna da área ocorre com grande diversidade, com a presença de espécies ameaçadas de extinção como o macuco *Tinamus solitarius*, canário-do-mato *Basileuterus flaveolus*, Jaguatirica *Leopardus pardalis*, Gato-maracajá *Leopardus wiedii*, Bugio *Alouatta clamitans*, e paca *Cuniculus paca* (PARANÁ, 2015).

O Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG) ou Mata dos Godoy (MG) que abriga diversas espécies da fauna e flora ameaçadas de extinção é uma das últimas reservas de mata nativa do norte do Paraná (23° 26' 53" S e 51° 15' 21" W). Possui uma área de 790 hectares coberta por Floresta Estacional Semidecidual e fica localizado à uma distância de 15 km ao sul do município de Londrina. Aproximadamente metade do Parque é área plana (600 m), sendo o restante inclinado 470 m atingindo a porção mais baixa no limite sul, onde fica o Ribeirão dos Apertados.

O Jardim Botânico de Londrina é uma área periurbana (23° 21' 44" S e 51° 10' 22" W), foi criado em 8 março de 2006 pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, instituído pelo Decreto nº 6.184/2006. Atualmente conta com mais de 100 hectares entre mata nativa, espécies exóticas, nascentes e rios.

O Bosque Municipal Manoel Júlio de Almeida é uma unidade de conservação municipal, localizado as margens da PR-160, no município de Cornélio Procópio (23°11'55.48"S; 50°38'1.40"O), sendo um parque urbano com grande visitação pelo público. Ele foi criado em 1967 e possui uma área de mata preservada com 9,8 hectares. A floresta apresenta altura média de 25 m, havendo árvores emergentes que atingem em torno de 35m.

O bosque conta com a presença de 70 espécies arbóreas pertencentes a 35 famílias botânicas. As espécies mais características da vegetação são o pau d'álho, sangueiro, peroba, pau-

jacaré, canela, imbuia, tapiá, guaritá, canjerana, coração de negro, cedro, figueira, marfim e epífitas (bromélias e orquídeas). Dentro das espécies da fauna podemos encontrar o jacaguaçu, gavião civil, maracanã, caxinguelê, murucututu, beija-flor-rabo-tesoura, cobras e lagartos. O Bosque é utilizado como instrumento de educação a fim que a preservação e manutenção da biota nativa sejam realizadas dentro dos princípios conservacionistas.

- ***Coleta de dados***

As amostragens serão realizadas entre outubro de 2020 e março de 2021. Para as coletas de formigas de serapilheira, serão utilizadas 25 armadilhas de Mini-Winkler (Bestelmeier et al., 2000) a partir de um transecto aberto 200 m da borda até a zona de mata primária em bom estado de conservação, respeitando um intervalo mínimo de 50 metros entre cada ponto de coleta.

Serão utilizadas armadilhas de pitfall para a coleta de formigas forrageadoras. Estas armadilhas serão instaladas no solo e preenchidas com dois dedos de água com detergente, próximas aos pontos das coletas de serapilheira, a cerca de 5 metros. O tempo de exposição da armadilha em campo será de 48 horas.

Serão traçados três transectos em cada ambiente, com 25 pontos de amostras cada um. Cada amostra será composta por uma coleta de serapilheira e uma de pitfall.

- ***Identificação das formigas***

Inicialmente, o material coletado será separado em formigas e os demais artrópodes. Os exemplares serão retirados do álcool e colocados em papel absorvente para que o material esteja devidamente seco e todos os caracteres possam ser bem observáveis. As formigas serão montadas em alfinetes entomológicos e observadas sob o estereomicroscópio.

Para a identificação serão utilizadas as chaves disponíveis em Holldobler & Wilson (1990), Bolton (1995), Baccaro et al. (2015) até o nível de gênero. Posteriormente, quando possível, a identificação será feita até o nível de espécies, por meio da literatura sugerida em Baccaro et al. (2015) e em consulta a especialistas.

- ***Análise de dados***

Para o tratamento estatístico dos dados, serão analisados os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H'), Riqueza estimada (Chao2) e Similaridade de Jaccard (J). Será desenhada uma curva de riqueza acumulada para cada transecto nos diferentes ambientes e determinada a riqueza estimada de cada um, com o auxílio do software EstimateS versão 9.1.0.

Para avaliar as condições físicas dos habitats nas áreas estudadas e descrever o perfil ecológico das mesmas, será empregado o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) de diversidade de habitats em trechos de bacias hidrográficas, proposto por Callisto et al. (2002) e modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA 1987). Tal protocolo avalia um conjunto de parâmetros que são descritos e pontuados com base na observação das condições do habitat.

ORÇAMENTO

ITEM	Quant.	V. Unitário (R\$)	V. Total (R\$)
Álcool 70%*	40 L	5,00	200,00
Sifter (armadilha de Mini-Winkler)	1 un	250,00	250,00
Sacos extratores de Mini-Winkler	30 un	90,00	2.700,00
Alfinete entomológico	8 cx	22,00	176,00
Gasolina	400 L	3,80	1.520,00
TOTAL			4.846,00

*Materiais já adquiridos.

CRONOGRAMA

ATIVIDADE / TRIMESTRE	2020				2021				2022			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Cumprimento dos créditos	X	X	X	X	X	X	X	X				

Revisão bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Análise dos pontos de coleta				X	X							
Coleta de dados				X	X							
Análise dos dados				X	X	X	X	X	X	X	X	
Redação da dissertação				X	X	X	X	X	X	X	X	
Qualificação											X	
Defesa												X
Entrega da dissertação												X
Submissão do artigo												X

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉ, H.M.; DUCARME, X.; LEBRUN, P. 2002. Soil biodiversity: mith, reality or conning? **Oikos**, 96:324.

BACCARO, F. B.; FEITOSA, R. M.; FERNANDEZ, F.; FERNANDES, I. O.; IZZO, T. J.; DE SOUZA, J. L. P.; SOLAR, R. 2015. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil**. Manaus: Editora INPA, 388 p.

BECK, L. 1971. Bodenzoologische Gliederung und Charakterisierung des amazonischen Regenwaldes. **Amazoniana**, v. 3, p. 69–132.

BENSON, W. W.; A. Y. HARADA. 1988. Local diversity of tropical and temperate ant fauna (Hymenoptera: Formicidae). **Acta Amazonica** 18: 275-289.

BOLTON, B. 2020. **An online catalog of the ants of the world**. <http://www.antcat.org/> (Acesso em 24 set. 2019).

BRADY, S. G.; FISHER, B.; SCHULTZ, T.R.; WARD, P. 2014. The rise of army ants and their relatives: diversification of specialized predatory doryline ants. **BMC Evolutionary Biology**, v.14, p.93.

BROWN Jr., W. L. 2000. Diversity of ants. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E. & SCHULTZ, T. R. (eds). **Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington (DC): Smithsonian Institution Press, 280 p.

CÂMARA, I. G. 2005. Breve história da conservação da Mata Atlântica. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. (eds.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. Fundação SOS Mata Atlântica/Conservação Internacional, São Paulo/Belo Horizonte. Pp. 31-42.

CAMPANILI, M.; PROCHNOW, M. 2006. **Mata Atlântica. Uma rede pela floresta**. RMA Rede de ONGs da Mata Atlântica. Brasília.

- CAMPOS, J. B.; FILHO, L. S. 2010. **Série ecossistemas paranaenses: Floresta estacional semidecidual**. SEMA, v. 5.
- COLWELL, R.K. 2005. Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. User's Guide and application.
- CRUZ, C.B.M. 2007. Classificação orientada a objetos no mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica, na escala 1:250.000. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, INPE, p. 5691-5698.
- DELABIE, J.H.C., FRESNEAU, D. ; PEZON, A. 2000. Notes on the ecology of *Thaumatomyrmex* spp. (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae) in southeast Bahia, Brazil. **Sociobiology**, 36 (3): 571-584.
- DELLA-LUCIA, T. M. C.; FOWLER, H. G.; ARAÚJO, M. 1993. Espécies de formigas cortadeiras no Brasil. In: DELLA-LUCIA, T. M. C. (ed) **As formigas-cortadeiras**. Viçosa, Sociedade de Investigações Florestais, 262 p.
- FERNÁNDEZ, F. 2003. **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá COL: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia. 398 p.
- FERNÁNDEZ, F.; OSPINA, M. Sinopsis de las hormigas de la region Neotropical. In: FERNÁNDEZ, F. (ed). **Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt. Bogotá, Colombia. 2003. 398 p.
- FILHO, A. F. et al. 2003. **Avaliação Estacional Da Deposição de Serapilheira Em Uma Floresta Ombrófila Mista Localizada No Sul do Estado Do Paraná**. <http://www.redalyc.org/html/534/53413102/> (Acesso em 10 set 2019).
- FILHO, C.A.J. 2009. **Floresta Estacional Semidecidual. Brasília**. http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000g7eon7l02wx7ha087apz2x2zjco4.html (Acesso em 08 Set 2019).
- FISHER, B. L. 2010. Biogeography. In: LACH, L.; PARR, C. & ABBOTT, K. L. **Ant Ecology**. Oxford: Oxford University Press.
- FITTKAU, E. J.; KLINGE, H. 1973. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem. **Biotropica**, v. 5, p. 2-14.
- GILLER, P.S. 1996. The diversity of soil communities, the 'poor man's tropical rainforest'. **Biodiversity and Conservation**, 5:135168.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. 1990. **The ants**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 732 p.
- KASPARI, M. 2003. Introducción a la ecología de las hormigas. In: FERNÁNDEZ, F. (ed.) **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humbolt, Bogotá, Colômbia, 423 p.

- KASPARI, M. 1996. Litter ant patchiness at the 1-m² scale: disturbance dynamics in three Neotropical forests. **Oecologia**, 107: 265-273.
- KASPARI, M.; WEISER, M. 1999. The size-grain hypothesis and interspecific scaling in ants. **Functional Ecology**, 13: 530–538.
- LEITE, P.F.; KLEIN, R.M. 1990. Vegetação. In: **Geografia do Brasil - Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE. Vol. 2, 419p.
- LINO, C. F.; SIMOES, L. L. 2004. **Sustentável Mata Atlântica - A Exploração de seus recursos florestais**. Senac Editoras, ed. 1^a.
- LONGINO, J.T.; J. CODDINGTON & R.K. COLWELL. 2002. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three diferente ways. **Ecology**, v. 83, p. 689-702.
- MACEDO, L.P.M. 2004. **Diversidade de Formigas Edáficas (Hymenoptera Formicidae) em Fragmentos da Mata Atlântica do Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo. Piracicaba.
- MACHADO, A.B.M.; DRUMMOND, G.M.; PAGLIA, A.P. (Org.). 2008. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. 1^a edição. Brasília, Ministério do Meio Ambiente - MMA, v. I. 111-155 p.
- MARTINS, M.S.; RÓZ, A.L.; MACHADO, G.O. 2007. **Mata Atlântica**. <http://educar.sc.usp.br/licenciatura/trabalhos/mataatl.htm> (Acesso em 05 de setembro de 2019).
- MMA. 2010. **Mata Atlântica: Manual de Adequação Ambiental**. Brasília. http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/adequao_ambiental_publicacao_web_202.pdf (Acesso em 07 Set 2019).
- MOFFETT, M. W. 2000. What's up? A critical look at the basic terms in canopy biology. **Biotropica**, v. 32, p.569-596.
- MOREAU, C. S.; BELL, C. D.; VILA, R.; ARCHIBALD, S. B. & PIERCE, N. E. 2006. Phylogeny of the ants: diversification in the age of angiosperms. **Science**, v. 312, p. 101-104.
- MORRONE, J. 2001. Biogeografía de América Latina y el Caribe. Manuales y Tesis, **Sociedad Entomológica Aragonesa**, v. 3, p. 1-148.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403: 853-858.
- NEW, T. R. 1999. Untangling the web: spiders and the challenges of invertebrate conservation, **Journal of Insect Conservation**, 3: 251–256.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica** 32: 793–810.
- PARANÁ. 2015. **Instituto Ambiental do Paraná. Plano de Manejo do Parque Estadual Mata São Francisco**. http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Plano_de_Manejo/Parque_Estadual_Mata_Sao_Francisco/Plano_Manejo_Vol_2_MSF.pdf (Acessado em 08 out 2019).

PEETERS, C; MOLET, M. 2010. Colonial reproduction and life histories. In: LACH, L.; PARR, C. L.; ABBOTT, K. L. (org.) **Ant ecology**. New York, Oxford University Press, 429 p.

RIZZINI, C. T. 1997. **Tratado de fitogeografia do Brasil**: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. Âmbito Cultural Edições Ltda., Rio de Janeiro. 2a ed.

ROMERO, H; JAFFE, K. 1989. A comparison of methods for sampling ants (Hymenoptera: Formicidae) in savannas. **Biotropica**, v. 21, n. 4, p. 348-352.

SANTOS, M.S et al. 2006. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. **Iheringia**, Sér. Zool., Porto Alegre, 96(1):95-101.

SANTOS, R.C.M. 2010. **Mata Atlântica: características, biodiversidade e a história de um dos biomas de maior prioridade para conservação e preservação de seus ecossistemas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix. Belo Horizonte.

SEMA. 2010. **Floresta Estacional Semidecidual**. Paraná.
http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/cobf/V5_Floresta_Estacional_Semidecidual.pdf
 (Acesso em 08 Set 2019).

SILVA, R. R. 2004. **Estrutura de guildas de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serrapilheira em quatro áreas de Floresta Atlântica do sul e sudeste do Brasil**. Tese (Doutorado), Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo.

SILVA, R. R.; R. SILVESTRE. 2004. Riqueza da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habita as camadas superficiais do solo em Seara, Santa Catarina. **Papéis Avulsos de Zoologia** 44: 1-11.

SILVA, R.R.; BRANDÃO, C.R.F. 1999. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. **Biotemas**, 12:55-73.

SOARES, N. S. 2012. **Caracterização da vegetação e da entomofauna de solo de fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no sul de Goiás**. Tese (título de Doutora em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) f. 73, Uberlândia-MG.

SOUZA-CAMPANA, D. R. 2015. Formicidae. In: SUGUITURU, S. S.; MORINI, M. S. DE C.; FEITOSA, R. M.; SILVA, R. R. **Formigas do Alto Tietê**. Bauru, SP: 456 p.

VASCONCELOS, H. L. 2008. Formigas do solo nas florestas da Amazônia: padrões de diversidade e respostas aos distúrbios naturais e antrópicos. In: MOREIRA, F. M. S., SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. (Eds.). **Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros**. Editora UFLA, 768 p.

WALL, D.H.; MOORE, J.C. 1999. Interactions underground. **BioScience**, 49:109-117.

WARD, P. S. 2007. Phylogeny, classification and species-level taxonomy of ants (Hymenoptera: Formicidae). **Zootaxa**, v. 1668, p. 549-563



WARD, P. S.; BRADY, S. G.; FISHER, B. L.; SCHULTZ, T. R. 2015. The evolution of myrmicine ants: phylogeny and biogeography of a hyperdiverse ant clade (Hymenoptera: Formicidae). **Systematic Entomology**, v. 40, p. 61-81.

WILSON, E. O. 1971. **The insect societies**. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 560 p.

WOLTERS, V. 2001. Biodiversity of soil animals and its function. **European Journal of Soil Biology**, 37:221-227.