

**SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA EM UNIDADE DE
CONSERVAÇÃO - IAP**

**AVALIAÇÃO DOS PADRÕES DE ATIVIDADE DE FORMIGAS DE
SERAPILHEIRA (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) NOS PERÍODOS
DIURNO E NOTURNO**

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo dos Santos Machado Feitosa

Estudante: Juliana Maria Calixto

Projeto de Mestrado apresentando ao
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia, da Universidade Federal
do Paraná.

CURITIBA 2014

INTRODUÇÃO

Hymenoptera constitui uma das quatro grandes ordens de insetos, juntamente com Coleoptera, Diptera e Lepidoptera (RAFAEL *et al.*, 2012). Entre os membros desta ordem destacam-se as formigas, pertencentes a uma única família, Formicidae. Formigas constituem um dos mais proeminentes grupos de organismos terrestres em termos de diversidade, abundância relativa e biomassa animal (KAMINSKI *et al.*, 2009). São conhecidas por serem insetos sociais verdadeiros, ou seja, apresentam sobreposição de gerações, cuidado cooperativo com a prole e uma divisão de trabalho reprodutivo.

Atualmente são conhecidas 12.900 espécies de formigas, sendo que na Região Neotropical temos o registro de 4.264 espécies em 133 gêneros (BOLTON, 2013). Contudo, estima-se que o número de espécies neotropicais seja consideravelmente maior. Nas florestas tropicais, as formigas são um dos grupos dominantes, tanto em número de espécies quanto em biomassa (VASCONCELOS, 1998). Segundo Fittkau (1973), na Floresta Amazônica, estima-se que a biomassa de formigas seja quatro vezes maior que a de todos os vertebrados juntos.

Artrópodes da macrofauna de solo possuem grande importância ecológica, atuando na ciclagem de nutrientes por fragmentação e ingestão de material presente na liteira. Estes animais interagem com microrganismos, os quais decompõem e mineralizam os detritos do solo (HOFFER *et al.*, 2001). Além disto, artrópodes detritívoros servem de alimento para outros organismos, desempenhando importante papel em vários níveis tróficos e, conseqüentemente, atuando de forma importante na complexa rede de interações entre os habitantes da serapilheira (RUPPERT *et al.*, 2005), alterando a estrutura e as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (COPATTI *et al.*, 2009).

As formigas são importantes predadores de outros artrópodes, consomem grandes quantidades de néctar e outros exsudados vegetais, degradam matéria orgânica e reciclam nutrientes, além de serem importantes removedoras de sementes, influenciando assim o estabelecimento de espécies vegetais (HUGHES & WESTOBY 1990; LEVEY & BYRNE, 1993). Formicidae é um táxon abundante no solo e também largamente distribuído em todos os estratos da vegetação (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Para habitats de mata, a fauna de formigas parece estar distribuída em três estratos bem definidos: solo, sub-bosque e dossel (ITINO & YAMANE, 1995; BRÜHL *et al.*, 1998).

A serapilheira é um componente de suma importância dentro de um ecossistema florestal, pois responde pela ciclagem de nutrientes, além de indicar a capacidade produtiva de ambientes florestais (FILHO *et al.*, 2003). Define-se serapilheira como sendo o material recém-caído, na parte superficial do piso da floresta, constituindo-se sobretudo de folhas, fragmentos de cascas de árvores, galhos, flores, frutos e outras partes vegetais (KOEHLER, 1989). A fauna de formigas de solo e serapilheira é caracterizada por espécies que passam a maior parte do seu

ciclo de vida em ninhos e cavidades; apenas sexuais (alados) vêm à superfície uma ou poucas vezes ao ano no período reprodutivo, sendo que os machos morrem em seguida ao voo nupcial, enquanto as fêmeas retornam ao solo, perdem as asas e fundam sua colônia (SILVA & SILVESTRE, 2004).

Não há um único método para amostrar a fauna de formigas de serapilheira, os métodos mais utilizados são armadilhas tipo *pitfall*, iscas atrativas (sardinha e mel) e o extrator de Winkler. A escolha dos métodos de coleta relaciona-se com o tipo de estudo e as perguntas levantadas pelo pesquisador. Muitos métodos têm sido desenvolvidos para amostrar formigas e cada um tem as suas vantagens e limitações (BESTELMEYER *et al.*, 2000).

Entre os métodos de coleta de formigas de serapilheira, o extrator de Winkler é sem dúvida o mais difundido e utilizado, não só pela eficácia, mas também pela facilidade metodológica e técnica de uso (KRELL *et al.*, 2005). Esta técnica também requer um equipamento relativamente barato e não demanda grande estrutura de apoio ou eletricidade, frequentemente indisponíveis em áreas remotas (IVANOV *et al.*, 2010). Além disso, os dados obtidos através de coletas com o extrator de Winkler podem ser usados para avaliar a estrutura e composição da comunidade de forma qualitativa e quantitativa, uma vez que fornecem informações da riqueza de espécies, abundância relativa e frequência de ocorrência (FISHER, 1999).

Para faunas de formigas locais em florestas tropicais, até 50% pode estar associada à serapilheira (DELABIE & FOWLER, 1995) e aproximadamente 62% de todas as espécies descritas no mundo habitam o solo e/ou a serapilheira (WALL & MOORE, 1999), de tal forma que estabeleceu-se um protocolo para sua coleta, denominado *Ants of Leaf Litter Protocol* (A.L.L. Protocol), aceito internacionalmente, que permite comparações entre áreas e que vem sendo aplicado em diversas localidades do mundo, tendo como principal metodologia o extrator de Winkler (AGOSTI *et al.*, 2000). O conhecimento sobre a biodiversidade de formigas de florestas tropicais obteve notáveis progressos após a adoção do uso de extratores de Winkler para o estudo da fauna de serapilheira em protocolos para levantamentos quantitativos e qualitativos (VASCONCELOS & DELABIE, 2000; LONGINO *et al.*, 2002).

A distribuição espacial, heterogeneidade ambiental e o fator temporal em diferentes escalas são alguns dos principais determinantes da organização, partilha de recursos e coexistência entre as espécies de uma comunidade. Diferentes espécies relacionam-se de formas distintas com as flutuações ambientais tanto sazonais quanto diárias (TAVARES *et al.*, 2008). Portanto, dados sobre distribuição temporal podem ajudar a entender a relação entre os fatores ambientais, biologia das diferentes espécies e também a partição de nicho em comunidades (ALBRECHT & GOTELLI, 2001; GOTELLI *et al.*, 2012).

Embora estas informações sejam extremamente relevantes, há poucos estudos que tratem das diferenças no período de atividade das formigas, especialmente com relação às

formigas de solo e serapilheira. Esta ausência de trabalhos se deve, principalmente, ao consenso de que as formigas dos estratos epigéico e hipogéico, em sua maioria, estabelecem colônias perenes e que o raio de forrageamento de suas operárias é extremamente limitado. Assim, dada esta suposta baixa dinâmica de atividade de formigas na serapilheira, a principal técnica de coleta adotada para amostrar esta fauna, o extrator tipo mini-Winkler, seria eficiente independentemente do período de coleta, pois capturaria uma fauna estabelecida, que não tende a sofrer alterações em sua composição em longo prazo. Contudo, até o presente, estas inferências jamais foram efetivamente testadas e não levam em consideração o fato de que diferentes táxons apresentam estratégias distintas de reprodução, nidificação e obtenção de alimento, que evoluíram sob uma forte pressão de competição e que tornam a dinâmica de interações e atividade no solo e na serapilheira extremamente complexa.

Assim sendo, o objetivo do presente projeto é apresentar o primeiro conjunto de dados documentando os padrões temporais, taxonômicos e morfológicos, de ocorrência de formigas de serapilheira nos períodos diurno e noturno em um dos mais diversos ecossistemas da Terra, a Floresta Atlântica brasileira.

JUSTIFICATIVA

Apesar da rigorosa padronização adotada internacionalmente para a coleta de formigas de serapilheira e da imensa literatura constantemente produzida com base nas formigas deste estrato, estudos que levem em consideração o período do dia em que as coletas foram conduzidas são virtualmente inexistentes. Neste cenário, caso as comunidades de formigas de serapilheira apresentem padrões distintos de atividade ao longo do dia, como ocorre em ambientes abertos, as comparações entre faunas e os padrões encontrados na literatura podem ser altamente imprecisos e o período de retirada das amostras deve passar a ser levado em consideração quando do estabelecimento de protocolos de coleta a serem adotados em estudos que envolvam a fauna epigéica de formigas.

Da mesma forma, na presença de períodos de atividade distintos entre os táxons de Formicidae que habitam a serapilheira, torna-se importante determinar que grupos têm seu pico de atividade relacionado aos diferentes períodos do dia. Esta informação é de fundamental importância para o estabelecimento de protocolos de coleta precisos, especialmente os que visem à captura ou monitoramento de táxons específicos de formigas epigéicas em ambientes de floresta.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Testar diferenças na composição de espécies de formigas de serapilheira nos períodos diurno e noturno em áreas de Floresta Atlântica.

Objetivos específicos

- Determinar quais táxons de formigas de serapilheira apresentam maior representatividade nas amostras nos diferentes períodos do dia;
- Descrever a estrutura morfológica e funcional da comunidade de formigas de serapilheira durante o dia e à noite para analisar diferenças de estruturação em guildas;
- Descrever a composição e riqueza da mirmecofauna presente na serapilheira em duas áreas de Floresta Atlântica do estado do Paraná, ampliando o conhecimento sobre a diversidade e distribuição de formigas no estado;
- Ampliar a representatividade de formigas na Coleção Entomológica Padre Jesus Santiago Moure da Universidade Federal do Paraná.

MATERIAIS E MÉTODOS

Locais de estudo

A primeira área de estudo será o Centro de Educação Ambiental Mananciais da Serra (CEAM), situada na Área de Proteção Ambiental do Piraquara, no município de Piraquara, Paraná. O CEAM localiza-se no extremo oeste do Primeiro Planalto paranaense e ao sudoeste da Serra do Marumbi, com coordenadas centrais aproximadas: 48°59'W e 25°29'S. O local é caracterizado pela transição entre duas grandes formações vegetais, a Floresta Ombrófila Densa Montana e a Floresta Ombrófila Mista (REGINATO & GOLDENBERG, 2007). A área possui 2.249 hectares e está situada em altitudes de 900 a 1450 m, junto à vertente oeste da Serra do Mar (VICENTINI *et al.* 1991). De acordo com a classificação de Köppen, o clima deste ambiente é do tipo Cfb (sub-tropical úmido), mesotérmico, com verões frescos, geadas frequentes e ausência de estações secas.

A segunda área de estudo será Reserva Natural Rio Cachoeira, situada no município de Antonina, Paraná e administrada pela Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS) (LIEBSCH *et al.* 2007). A reserva compreende 8.600 ha e inclui trechos da encosta da Serra do Mar e da planície litorânea, até a baía de Antonina, dentro dos limites da

Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba (FERRETI & BRITZ 2006). De acordo com a classificação de Köppen, o clima desta região é do tipo chuvoso tropical úmido, sem estação seca e com geadas pouco frequentes. A vegetação é do tipo Floresta Ombrófila Densa (IBGE 1992).

Metodologia

Em cada uma das duas áreas de estudo da presente proposta será demarcado um transecto de 200 metros de extensão. O local para a instalação do transecto será escolhido de modo a uniformizar as características locais como inclinação do terreno, densidade da vegetação, estrutura da serapilheira e composição macroestrutural do solo. Este procedimento visa garantir uma similaridade de condições ambientais ao longo de todo o transecto.

A cada 10 metros ao longo do transecto será instalado um ponto de coleta, totalizando 20 pontos. Cada ponto de coleta será composto por dois *plots* de 2 m², um posicionado à esquerda e o outro à direita do eixo do transecto, afastados 5 metros um do outro (isto é, a 2,5 metros do eixo do transecto) resultando em 40 *plots* ao longo de todo o transecto. Cada *plot* de 2 m² será igualmente dividido em quatro quadrantes de 50 cm² que corresponderão às áreas de retirada das amostras de serapilheira (chamados de subquadrantes). Em cada quadrante serão estabelecidos quatro pontos de onde serão retiradas medidas de profundidade da serapilheira, a serem adicionadas como variáveis nas análises.

A retirada das amostras de 50 cm² será feita em dois períodos distintos, dia e noite, em dois dias de coleta, totalizando quatro eventos de coleta. No primeiro dia serão estabelecidos 10 pontos do transecto de onde serão retiradas as amostras, definidos por sorteio. A coleta tem início às nove horas da manhã (correspondendo ao período diurno de atividade das formigas). Em cada ponto previamente sorteado será retirada uma amostra de serapilheira de um subquadrante do *plot* à esquerda do transecto e outra do *plot* à direita do transecto. O subquadrante de onde será retirada a amostra em cada *plot* também será determinado aleatoriamente (sorteio). Ao fim da atividade do período diurno terão sido coletadas 20 amostras de 50 cm² de serapilheira, uma em cada um dos dois *plots* dos 10 pontos do transecto previamente sorteados.

Precisamente 12 horas após o início das coletas diurnas terá início a coleta do período noturno. A retirada das amostras no período noturno será feita nos mesmos 10 pontos e nos mesmos 20 *plots* amostrados no período diurno. O procedimento para a retirada das amostras noturnas nos subquadrantes segue exatamente o padrão diurno, exceto pelo fato de que o quadrante já amostrado durante o dia é retirado do sorteio que irá definir o subquadrante de onde será retirada a amostra durante a noite. Assim como no período diurno, a coleta noturna irá gerar 20 amostras de 50 cm² de serapilheira, o que totaliza 40 amostras no primeiro dia de coleta.

A retirada das amostras de serapilheira nos quadrantes seguirá o protocolo internacional de coleta de formigas de serapilheira, o *A.L.L. Protocol* (AGOSTI & ALONSO, 2001). A serapilheira de cada quadrante será retirada com o auxílio de pás e agitadas vigorosamente por cinco minutos em peneiradores especiais para desalojar a fauna. Após a peneiração, cada amostra contendo a serapilheira peneirada será transferida do peneirador para de um saco de tecido de malha grossa. Após cada evento de coleta em campo as amostras serão rotuladas e instaladas em extratores mini-Winkler (FISHER, 1999) por um período de 48 horas para extração da fauna de serapilheira. A fauna extraída será coletada em recipientes plásticos contendo um pedaço de esponja molhada, medida adotada para manter a umidade no recipiente, evitando que as formigas morram por dessecação e impedindo o acúmulo excessivo de fragmentos de serapilheira no fundo do recipiente.

A cada três horas, o recipiente coletor será retirado e seu conteúdo colocado em uma bandeja de fundo branco para a triagem da fauna presente, ainda viva. Todo o material será manuseado com pinças de piritá mole para evitar qualquer tipo de danos às formigas. O material coletado durante todo o período de extração nos Winkler será transferido para recipientes de vidro devidamente rotulados contendo álcool a 90%. Ao final do processo de extração, a serapilheira peneirada contida nos extratores de Winkler será pesada em uma balança de precisão e estes valores (peso seco da serapilheira) utilizados como variáveis nas análises.

Devido ao intervalo de 48 horas necessário para a extração das formigas de serapilheira, o segundo evento de retirada de amostras no campo terá início dois dias após o primeiro. As coletas no segundo dia seguirão exatamente o protocolo do primeiro dia (coletas noturnas e diurnas), e as amostras serão retiradas dos 10 pontos restantes do transecto que não foram sorteados no primeiro dia. Todo o procedimento de coleta aplicado na primeira área de estudo será rigorosamente repetido na segunda área. Ambos os eventos de coleta serão realizados sob condições semelhantes no período chuvoso do ano (janeiro a março), no qual as formigas de solo apresentam maior pico de atividade.

No Laboratório de Sistemática e Biologia de Formigas da Universidade Federal do Paraná, as formigas coletadas serão triadas sob lupa e separadas em morfoespécies; alguns indivíduos de cada uma delas serão selecionados para montagem, associação, rotulagem e, finalmente, identificação. A identificação do material para fins de comparação e análises pretendidas será feita ao nível de espécie com base na literatura pertinente, comparação com o material identificado presente na Coleção Entomológica Padre Jesus Santiago Moure (DZUP) e eventual consulta a especialistas. Ao término do processo e após a conclusão das análises o material testemunho será devidamente depositado no acervo da DZUP.

Análises

Inicialmente, uma análise de ordenação indireta, escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS; LEGENDRE & LEGENDRE, 1998) será usada para avaliar se amostras dos subquadrantes são ordenadas de acordo com o período de coleta (dia x noite).

Diferenças de composição serão testadas com testes de similaridade (ANOSIM) de dois fatores (CLARKE & WARWICK, 2001), considerando período e posição do subquadrante como fatores. Matrizes de distância com base em dados de presença/ausência (distância de Sorensen) serão usadas nos testes ANOSIM; testes *pos-hoc* do tipo SIMPER serão empregados para determinar a contribuição de cada espécie na caracterização das amostras diurnas e noturnas. A hipótese é que amostras de *plots* diferentes, mas do mesmo período(dia/noite), em um mesmo ponto do transecto serão mais similares entre si do que amostras de um mesmo *plot*, mas de períodos diferentes.

Diferenças de composição também serão avaliadas com uma classificação das espécies em guildas (SILVA & BRANDÃO, 2010); a distribuição da riqueza de espécies e composição dentro de cada guilda será comparada entre amostras diurnas e noturnas.

Diferenças de riqueza de espécies serão testadas com teste *t* de *Student* para amostras pareadas (dependentes).

ORÇAMENTO

| Tipo | Descrição | Quantidade | Justificativa | Valor (Reais) |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------|
| Material de Consumo | Alfinetes entomológicos #2 | 1000 | Montagem de formigas | R\$ 185,00 |
| | Escritório (caneta nanquim, cartucho para impressão, papel canson, etc.) | X | Preparação de material, anotações, rotina de laboratório | R\$ 300,00 |
| | Álcool 92,8% (1L) | 20 | Preservação de réplicas | R\$ 130,00 |
| | Extratores do tipo mini-Winkler | 80 | Coletas | Disponíveis no laboratório |
| Serviços Terceiros | Diárias | 14 | Duas semanas em campo | R\$ 2.629,62 |
| | Combustível | | Locomoção | R\$ 200,00 |
| Material permanente | Estereomicroscópio | 1 | Identificação do material | Disponível no laboratório |

CRONOGRAMA

| Atividades | 1º Semestre | 2º Semestre | 3º Semestre | 4º Semestre |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Coletas na região de Piraquara (Mananciais da Serra) e de Antonina (Reserva Natural Rio Cachoeira) | X | | | |
| Processamento de amostras (montagem e identificação) | X | X | X | |
| Análises dos dados | | X | X | X |
| Disciplinas da pós-graduação | X | X | X | X |
| Compilação final dos dados e elaboração da dissertação | | | X | X |

REFERÊNCIAS

- AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E. & SCHULTZ, T.R. Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., USA, p. 280, 2000.
- ALBRECHT, M. & GOTELLI, N.J. Spatial and temporal niche partitioning in grassland ants. *Oecologia* 126: 134-141, 2001.
- BESTELMEYERS, B.T.; AGOSTI, D.; ALONSO, L. E.; BRANDÃO, C.R.F.; BROWN, W.L.; Delabie, J.H.C. & Silvestre, R. Field techniques for the study of ground-dwelling ants: An overview, description, and evaluation, p. 122-144. In D. AGOSTI, J.D.; MAJER, L. E. ALONSO & T. R. SCHULTZ (eds.), *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*, 2000.
- BOLTON, B. An online catalog of the ants of the world. 2013. Available from <http://antcat.org>.
- BRUHL, C.A.; GUNSALAM, G. & LINSENAIR, K.E. Stratification of ants (Hymenoptera, Formicidae) in a primary rain forest in Sabah, Borneo. *Journal of Tropical Ecology* 14 (3): 285-297, 1998.
- CLARKE, K.R.; WARWICK, R. M. *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. Plymouth Marine Laboratory. 2ed., p. 859, 2001.
- COPATTI, C.E. & DAUDT, C.R. Diversidade de artrópodes na serapilheira em fragmentos de mata nativa e *Pinus elliottii* (Engelm. Var *elliottii*). *Ciência e Natura* v. 31, n.1, 2009.
- DELABIE, J.H.C & FOWLER, H.G. 1995. Soil and litter cryptic ant assemblages of Bahian cocoa plantations. *Pedobiologia*, 39: 423-433.
- FERRETTI, A.R. & BRITZ, R.M. Ecological restoration, carbono sequestration and biodiversity conservation: The experience of the Society for Wildlife Reserach and

- Environmental Education (SPVS) in the Atlantic rain forest of Southern Brazil. *Journal of Nature Conservation* 14:249-259, 2006.
- FILHO, A.F.; MORAES, G.F.; SCHAAF, L.B. & FIGUEREDO, D.J. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma floresta ombrófila mista localizada no sul do estado do Paraná. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.13, no1, p. 11-18.
- FISHER, B. L. Improving inventory efficiency: a case study of leaf-litter and diversity in Madagascar. *Ecological applications* 9:714-731, 1999.
- FITTKAU, E.J. Role of Caiman in the nutrient regime of mouth-lakes of Amazon afluentes. *Biotropica* v.2, n.2, p. 138-142, 1973.
- GOTELLI N.J.; ELLISON, A. M.; DUNN, R.R. & SANDERS, N.J. Counting ants (Hymenoptera: Formicidae): biodiversity sampling and statistical analysis for myrmecologists. *Myrmecological News* 15: 13-19, 2011.
- HOFER, H.; HANAGARTH, W.; GARCIA, M.; MARTIUS, C.; FRANKLIN, E.; ROMBKE, J. & BECK, L. Structure and function of soil fauna communities in Amazonian anthropogenic and natural ecosystems. *Euro Journal Soil Biology*, v.37, p.229-235, 2001.
- HÖLLDOBLER, B. & WILSON, E.O. *The Ants*. Cambridge, Harvard University Press. p.732, 1990.
- HUGHES, L. & WESTOBY, M. Removal Rates of Seeds Adapted for Dispersal by Ants. *Ecology* 7(1): 138-148, 1990.
- IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro, Série manuais técnicos em Geociências, 1992.
- ITINO, T. & YAMANE, S. The vertical distribution of ants on canopy trees in a Bornean lowland rain forest. *Tropics* 4(2/3):277-281, 1995.
- IVANOV, K.; MILLIGAN, J. & KEIPER, J. Efficiency of the Winkler method of extracting ants (Hymenoptera: Formicidae) from temperate-forest litter. *Myrmecological News*, v.13. p. 73-79, 2010.
- KAMINSKI, L. A.; SENDOYA, S.F.; FREITAS, A.V.L. & OLIVEIRA, P.S. Ecologia comportamental na interface formiga-planta-herbívoros: interações entre formigas e lepidópteros. *Oecologia Brasiliensis*, v.13, n. 1, 2009.
- KOEHLER, W.C. Variação estacional de deposição de serapilheira e de nutrientes em povoamentos de *Pinus taeda* na região de Ponta Grossa- PR. p.138. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1989.
- KRELL, F.T.; CHUNG, A.Y.C.; DEBOISE, E.; EGGLETON, P.; GIUSTI, A.; INWARD, K. & KRELL-WESTERWALBESLOH, S. Quantitative extraction of macro-invertebrates from temperate and tropical leaf litter and soil efficiency and time-dependent taxonomic biases of the Winkler extraction. *Pedobiologia* 49:175-186, 2005.
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. *Numerical Ecology*. Third Edition. Elsevier, 2006, p. 2012.

- LEVEY, D.J. & BYRNE, M.M. Complex ant-plant interactions in rain forest ants as secondary dispersers and post-dispersal seed predators. *Ecology*, v.74 , p. 1802–1812, 2007.
- LIEBSCH, D.; GOLDENBERG, R. & MARQUES, M.C.M. Florística e estrutura de comunidades vegetais em uma cronosequência de Floresta Atlântica no Estado do Paraná, Brasil. *Acta botânica brasileira*, 21(4): 983-992, 2007.
- LONGINO J.T.; CODDINGTON, J. & COLWELL, R.K. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness in three different ways. *Ecology*, 83: 689-702, 2002.
- RAFAEL, J.A.; MELO, G.A.R.; CARVALHO, C.J.B.; CASARI, S.A. & CONSTANTINO, R. Insetos do Brasil. Diversidade e Taxonomia. Editora Holos, p. 810, 2012.
- REGINATO, M. & GOLDENBERG, R. Análise florística, estrutural e fitogeográfica da vegetação em região de transição entre as florestas ombrófilas mista e densa montana, Piraquara, Paraná, Brasil. *Hoehnea* v. 34, n.3, p. 349-364, 2007.
- RUPPERT, E.E.; FOX, R.S. & BARNES, R.D. *Zoologia dos Invertebrados*. 7.ed., São Paulo: Roca, p. 1141, 2004.
- SILVA, R.R. & SILVESTRE, R. Riqueza da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habita as camadas superficiais do solo em Seara, Santa Catarina. *Pap. Avulsos Zool (São Paulo)* v. 44, n.1, 2004.
- SILVA, R.R. & BRANDÃO, C.R.F. Morphological patterns and community organization in leaf-litter ant assemblages. *Ecological Monographs* 80: 107-124, 2010.
- TAVARES, A.A.; BISPO, P.C. & ZANZINI, A. Efeito do turno de coleta sobre comunidades de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em áreas de *Eucalyptus cloeziana* e de Cerrado. *Neotropical Entomology*, v. 37 , n. 2, 2008.
- VASCONCELOS, H. L. Respostas das formigas à fragmentação florestal. *Série Técnica IPEF*. v. 12, n. 32, p. 95-98, dezembro 1998.
- VASCONCELOS, H. & DELABIE, J.H.C. Ground ant communities from central Amazonia forest fragments. In: Agosti, D.; Majer, J. D.; Alonso, L. E. & Schultz, T. R. (eds.), *Sampling ground-dwelling ants: case studies from the world's rain forests*. Bulletin 18, Curtin University School of Environmental Biology, Perth, Australia, p. 59-70, 2000.
- VICENTINI, A.; KEARNEY, E.P. & BONATO, F. Proposta de plano de manejo – Parque Estadual dos Mananciais da Serra. Curitiba, Departamento de Silvicultura e Manejo, Universidade Federal do Paraná, p. 71, 1991.
- WALL, D.H. & MOORE, J.C. Interactions underground. *BioScience*, 49:109-107, 1999.