

# **Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) de serapilheira de uma área de Floresta Atlântica no Parque Estadual da Cantareira – São Paulo, Brasil**

**Rodrigo dos Santos Machado Feitosa\***  
**Andre Soliva Ribeiro**

Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo  
Av. Nazaré, nº 481. CEP 04263-000. São Paulo, SP, Brasil

\*Autor para correspondência  
rsmfeitosa@yahoo.com.br

Submetido em 10/12/2004

Aceito para publicação em 07/04/2005

## **Resumo**

O presente trabalho trata de um levantamento da fauna de formigas de serapilheira de uma área de Floresta Atlântica localizada no Parque Estadual da Cantareira – SP, complementar ao projeto “Riqueza e diversidade de Hymenoptera e Isoptera ao longo de um gradiente latitudinal na Mata Atlântica – a floresta pluvial do leste do Brasil”, que integra o programa BIOTA-FAPESP.

Adotamos o protocolo do projeto, coletando 50 amostras de 1 m<sup>2</sup> de serapilheira que foram peneiradas e submetidas ao extrator de Winkler por 48 horas. Coletamos 62 espécies de 25 gêneros em oito subfamílias de formigas, sendo Myrmicinae a mais rica em espécies (39), seguida por Ponerinae (14), Ectatomminae, Heteroponerinae e Formicinae (duas cada), Amblyoponinae, Proceratiinae e Dolichoderinae (uma cada). Os

gêneros mais ricos em morfoespécies foram *Solenopsis* e *Hypoponera* (12 cada) e *Pheidole* (oito).

Estimadores de riqueza apontaram o número total de espécies da localidade, num intervalo de confiança de 95%, entre 68 e 85. Em comparação, outras localidades de mata atlântica sempre úmida têm mostrado uma riqueza significativamente maior. Nossa hipótese é que a proximidade de regiões de grande concentração urbana, aliada a fatores que operam em escala local, altera a estrutura da comunidade local de formigas de serapilheira.

**Unitermos:** formigas, serapilheira, Mata Atlântica

## Abstract

**The leaf litter ant fauna of an Atlantic Forest area in the Cantareira State Park – São Paulo, Brazil.** The present work surveys the leaf litter ant fauna of an Atlantic Forest area in Cantareira State Park – SP, Brazil as a complement to the project “Richness and diversity of Hymenoptera and Isoptera along a latitudinal gradient in the Atlantic Forest – the eastern Brazilian rain forest” that forms part of the BIOTA-FAPESP program.

The general protocol of the project was to collect 50 leaf litter samples of 1 m<sup>2</sup> which were then sifted and submitted to Winkler extractors for 48 hours. Sixty-two species of 25 genera in eight ant subfamilies were collected. Myrmicinae was the richest with 39 species, followed by Ponerinae (14), Ectatomminae, Heteroponerinae and Formicinae (two species each), Amblyoponinae, Proceratiinae and Dolichoderinae (one species each). The richest genera were *Solenopsis* and *Hypoponera* (12 morph-species each), and *Pheidole* (eight). Richness estimators indicated that the total number of species in the area should be between 68 and 85, in a confidence interval of 95%. In comparison, other locations of the evergreen Atlantic Forest have shown a significantly higher richness. Our hypothesis is that the

proximity of regions of great urban concentration, allied to the factors that act on a local scale, modifies the structure of the local community of leaf litter ants.

**Key words:** ants, leaf litter, Atlantic Forest

## Introdução

As formigas são consideradas os animais dominantes na maioria dos ecossistemas terrestres. Em uma área da Amazônia Central, por exemplo, constituem cerca de 15% da biomassa animal (Fittkau e Klinge, 1973). Em termos quantitativos, nenhum outro grupo animal superou estes parâmetros.

Devido à sua importância ecológica, alta diversidade, dominância numérica, uma base razoável de conhecimento taxonômico, facilidade de coleta e sensibilidade a mudanças ambientais, o conhecimento sobre Formicidae tem alto potencial de embasar ou ser empregado como modelo em estudos de biodiversidade (Alonso e Agosti, 2000). Existem ferramentas básicas para estudos ecológicos, utilizando comunidades de formigas como indicadores da condição do ambiente (Majer, 1983; Silva e Brandão, 1999).

As faunas de formigas que habitam a serapilheira e o dossel das florestas tropicais vêm sendo consideradas as próximas fronteiras no conhecimento atual sobre a biodiversidade. Para faunas de formigas locais em florestas tropicais, até 50% pode estar associada à serapilheira (Delabie e Fowler, 1995); aproximadamente 62% de todas as espécies descritas no mundo habitam o solo e/ou a serapilheira (Wall e Moore, 1999), de tal forma que estabeleceu-se um protocolo para sua coleta, aceito internacionalmente, que permite comparações entre áreas e que vem sendo aplicado em diversas localidades do mundo (Agosti et al., 2000).

O conhecimento sobre a biodiversidade da fauna 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 (Olson, 1991; Belshaw e Bolton, 1994; Longino et al., 2002) e também no Brasil (Majer et al., 1997; Vasconcelos e Delabie, 2000).

Neste trabalho, descrevemos a fauna de formigas que habita a serapilheira em um fragmento florestal localizado ao norte do município de São Paulo na região Sudeste do Brasil e realizamos uma comparação com os dados sobre a fauna que habita o mesmo segmento, resultado de coletas padronizadas em várias localidades do Estado de São Paulo (Maria Santina de Castro Morini, dados não publicados; Yamamoto, 1999; Tavares, 2002). Os objetivos deste estudo foram então: (1) descrever a riqueza e composição da fauna de formigas de serapilheira e (2) assinalar as diferenças entre esta fauna e aquela registrada em outras localidades do Estado de São Paulo.

Um aspecto fundamental nos inventários é a estimativa de espécies que podem ocorrer nas comunidades em relação ao coletado efetivamente. Existe um grande número de estimadores de riqueza e diversidade de espécies, que podem ser paramétricos, não paramétricos e extrapolações a partir de curvas de acumulação (Colwell e Coddington, 1994). Para este inventário foram utilizados dois dos estimadores de espécies mais comuns em trabalhos de Formicidae, um paramétrico, Log normal truncada (Preston, 1948) e um não paramétrico, CHAO 2 (Chao, 1987), a fim de permitir uma avaliação da efetiva comunidade de Formicidae na área.

## **Material e Métodos**

### **a) Área de Estudo**

As coletas foram realizadas no Parque Estadual da Cantareira (23°21'-23°27'S; 46°29'-46°42'W) que apresenta

uma área de 7.916,52 ha, fazendo dele o maior maciço florestal urbano do mundo, abrangendo parte dos municípios de São Paulo, Caieiras, Mairiporã e Guarulhos (Figura 1). Trata-se de um grande fragmento de Mata Atlântica (floresta ombrófila densa) com algumas áreas de cobertura vegetal original e com a maior parte em estágio avançado ou completo de recuperação (Graham, 1992). O parque possui quatro núcleos administrativos (Pedra Grande, Águas Claras, Engordador e Cabuçu), sendo que o presente estudo foi conduzido nas proximidades do núcleo Engordador.

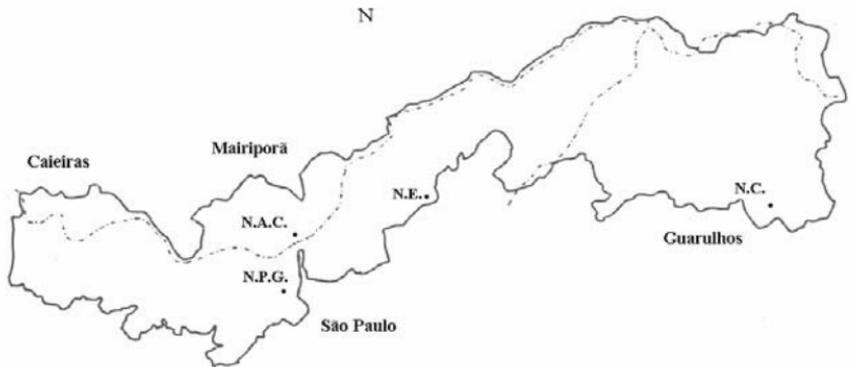


FIGURA 1: Área do Parque Estadual da Cantareira com a indicação dos limites dos municípios. N.A.C.: Núcleo Águas Claras; N.P.G.: Núcleo Pedra Grande; N.E.: Núcleo Engordador; N.C.: Núcleo Cabuçu.

A região apresenta uma topografia acidentada e o elemento físico dominante é a Serra da Cantareira, um prolongamento do Espigão da Mantiqueira, com altitude média de 850 metros e máxima de 1.200 metros.

O clima é tropical úmido serrano e, segundo a classificação de Köppen, do tipo Cfb. A precipitação média anual é de aproximadamente 1500 mm. A temperatura média anual é de 19,3°C (média máxima de 24,9°C e mínima de 13,9°C) (Tarifa e Armani, 2000).

## **b) Metodologia**

A metodologia empregada neste levantamento seguiu o protocolo de coleta das formigas de serapilheira, o A.L.L. Protocol (Agosti e Alonso, 2001). No período de 21 a 28 de abril de 2003, foram coletadas 50 amostras de um metro quadrado de serapilheira regularmente espaçadas ao longo de um transecto de 1.200 metros demarcado diretamente na mata a mais de 500 metros da vegetação secundária, para evitar o efeito de borda. A cada 50 metros ao longo do transecto, foi esticada uma linha perpendicular, à direita e à esquerda de cada um dos 25 pontos para a coleta das amostras nas suas extremidades. As amostras foram agitadas vigorosamente por cinco minutos em peneiradores para desalojar a fauna. Após a peneiração, cada amostra foi colocada dentro de um saco de tecido de malha grossa e levada a um extrator mini-Winkler (Fisher, 1999) por um período de 48 horas para extração da fauna de serapilheira. A fauna extraída foi coletada em recipientes plásticos contendo um pedaço de esponja molhada, medida adotada para manter a umidade no recipiente, evitando que as formigas mortas secassem e se quebrassem durante a montagem e para evitar o acúmulo de fragmentos de serapilheira.

A cada 3 horas, o recipiente coletor era retirado e seu conteúdo colocado em uma bandeja de cor clara para a triagem da fauna presente. Todo o material foi manuseado com pinças de pirita mole para evitar qualquer tipo de danos às formigas. O material coletado durante todo o período de extração nos Winklers foi transferido para recipientes de vidro devidamente rotulados contendo álcool a 70 %.

No Laboratório de Hymenoptera do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, o material foi separado de outros organismos e as formigas separadas em morfoespécies; alguns indivíduos de cada uma delas (quando possível) foram selecionados para montagem, montados, associados e rotulados.

Os exemplares de outros grupos de invertebrados que não formigas, coletados durante a extração, foram encaminhados às respectivas coleções do acervo do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

A identificação do material para fins de comparação e análises pretendidas foi até nível de morfoespécies dentro dos gêneros identificados segundo a literatura pertinente (Bolton, 1994) e por comparação com o material da coleção de formigas do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

Comparamos o material coletado no Parque Estadual da Cantareira com aquele proveniente de outras nove localidades dentro do estado de São Paulo: Cubatão, Cunha, Juréia e Intervales (Tavares, 2002), quatro localidades em Suzano (Maria Santina de Castro Morini, dados não publicados), Boracéia (Yamamoto, 1999) e com o material proveniente de coletas realizadas por Frei Walter W. Kempf no próprio Parque Estadual da Cantareira conforme registram os rótulos de espécimes da coleção do Museu de Zoologia. Todas são áreas de floresta atlântica primária, com exceção de duas localidades em Suzano cobertas por floresta atlântica em estágio de recuperação.

Visando padronizar a identificação para eventuais comparações futuras, o material obtido neste levantamento foi identificado de acordo com a codificação atribuída ao material proveniente de outras localidades do projeto “Riqueza e diversidade de Hymenoptera e Isoptera ao longo de um gradiente latitudinal na Mata Atlântica – a floresta pluvial do leste do Brasil” do programa Biota-FAPESP.

### **c) Análise dos dados**

A distribuição log normal truncada é um modelo de ajuste de abundância de espécies, onde a parte oculta da curva obtida representa as espécies não coletadas na comunidade (Magurran,

1988), de acordo com as classes de frequência fornecidas pelo modelo. O programa utilizado para esse cálculo foi o BIO-DAP (Thomas e Clay, 2000).

O estimador CHAO 2 é baseado na incidência, sendo influenciado pelas espécies que ocorrem em apenas uma amostra (únicas) e por aquelas que ocorrem em apenas duas amostras (duplicadas) (Chao, 1987).

Para a avaliação da eficiência deste levantamento, foram utilizadas curvas de acumulação de espécies que nos forneceram dados para comparação entre o número de espécies obtidas e o esperado. As curvas foram calculadas por intermédio do programa EstimateS 6.01 (Colwell, 2000). A cada intervalo de 5 amostras sorteadas (com base em 100 aleatorizações), foi registrado o número de espécies ainda não coletadas que iam surgindo no levantamento.

## **Resultados**

Registramos 8 subfamílias de Formicidae compreendendo 25 gêneros em um total de 62 espécies, sendo que Myrmicinae foi a subfamília com maior número de espécies (39), seguida por Ponerinae (14); Ectatomminae, Heteroponerinae e Formicinae estão representadas por duas espécies cada, enquanto Amblyoponinae, Proceratiinae e Dolichoderinae por uma espécie cada (Tabela 1).

De um total de 62 espécies, 49 (79%) foram identificadas apenas até morfoespécie e 15 (21%) puderam ser efetivamente nomeadas. Esta medida foi adotada para que não houvesse subjetividade na identificação, já que alguns gêneros não foram revistos recentemente e a aplicação de nomes específicos é desaconselhável no momento.

Das 62 espécies coletadas, 19 (30%) foram representadas por um único registro nas 50 amostras de Winkler.

TABELA 1 – Lista das espécies coletadas incluindo subfamília e número de registros em 50 amostras de 1m<sup>2</sup> de serapilheira no P. E. da Cantareira-SP, Brasil.

<b>Subfamílias/espécies</b>	<b>Registros</b>
<b>Amblyoponinae</b>	
<i>Prionopelta punctulata</i>	2
<b>Dolichoderinae</b>	
<i>Linepithema</i> sp.	1
<b>Ectatomminae</b>	
<i>Gnamptogenys</i> pr. <i>striatula</i> sp. 2	4
<i>Gnamptogenys striatula</i>	24
<b>Formicinae</b>	
<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	2
<i>Paratrechina</i> sp. 1	2
<b>Heteroponerinae</b>	
<i>Heteroponera dolo</i>	1
<i>Heteroponera mayri</i>	4
<b>Myrmicinae</b>	
<i>Acanthognathus brevicornis</i>	1
<i>Acromyrmex</i> sp.	1
<i>Apterostigma</i> (gr. <i>pilosum</i> ) sp.	1
<i>Basiceros disciger</i>	2
<i>Cyphomyrmex</i> (gr. <i>rimosus</i> ) sp. 2	1
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 1	1
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 3	2
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 4	4
<i>Hylomyrma reitteri</i>	11
<i>Myrmicocrypta</i> sp. 2	2
<i>Octostruma rugifera</i>	3

<b>Subfamílias/espécies</b>	<b>Registros</b>
<i>Octostruma stenognatha</i>	7
<i>Oxyepoecus myops</i>	1
<i>Pheidole</i> sp. 1	24
<i>Pheidole</i> sp. 2	10
<i>Pheidole</i> sp. 6	13
<i>Pheidole</i> sp. 7	7
<i>Pheidole</i> sp. 8	1
<i>Pheidole</i> sp. 10	1
<i>Pheidole</i> sp. 11	14
<i>Pheidole</i> sp. 32	9
<i>Procryptocerus</i> sp.	5
<i>Pyramica crassicornis</i>	5
<i>Pyramica denticulata</i>	6
<i>Pyramica</i> sp. 2	1
<i>Solenopsis</i> sp. 1	6
<i>Solenopsis</i> sp. 2	3
<i>Solenopsis</i> sp. 3	2
<i>Solenopsis</i> sp. 4	2
<i>Solenopsis</i> sp. 5	5
<i>Solenopsis</i> sp. 6	18
<i>Solenopsis</i> sp. 7	16
<i>Solenopsis</i> sp. 9	9
<i>Solenopsis</i> sp. 10	5
<i>Solenopsis</i> sp. 11	3
<i>Solenopsis</i> sp. 13	5
<i>Solenopsis</i> sp. 15	15
<i>Strumigenys elongata</i>	6
<i>Trachymyrmex</i> sp.	1

<b>Subfamílias/espécies</b>	<b>Registros</b>
<b>Ponerinae</b>	
<i>Anochetus</i> sp.	1
<i>Hypoponera</i> sp. 4	1
<i>Hypoponera</i> sp. 5	3
<i>Hypoponera</i> sp. 6	3
<i>Hypoponera</i> sp. 7	4
<i>Hypoponera</i> sp. 8	1
<i>Hypoponera</i> sp. 9	1
<i>Hypoponera</i> sp. 10	1
<i>Hypoponera</i> sp. 11	1
<i>Hypoponera</i> sp. 12	1
<i>Hypoponera</i> sp. 13	2
<i>Hypoponera</i> sp. 14	6
<i>Hypoponera</i> sp. 22	22
<i>Pachycondyla striata</i>	2
<b>Proceratiinae</b>	
<i>Discothyrea sexarticulata</i>	2
<b>Número de registros</b>	320
<b>Número de espécies</b>	62

De um total de 62 espécies, 49 (79%) foram identificadas apenas até morfoespécie e 15 (21%) puderam ser efetivamente nomeadas. Esta medida foi adotada para que não houvesse subjetividade na identificação, já que alguns gêneros não foram revistos recentemente e a aplicação de nomes específicos é desaconselhável no momento.

Das 62 espécies coletadas, 19 (30%) foram representadas por um único registro nas 50 amostras de Winkler.

Os gêneros que apresentaram maior número de morfoespécies foram *Hypoponera* e *Solenopsis* (ambas com 12) e *Pheidole* (oito), que, juntos, representam 51,6% de todas as espécies.

As espécies mais freqüentes nas 50 amostras foram *Gnamptogenys striatula* e *Pheidole* sp.1 com 24 registros cada e *Hypoponera* sp. 22 com 22 registros.

O número médio de espécies por metro quadrado de serapilheira no Parque Estadual da Cantareira foi de 5,2 (sd  $\pm$  3,5) numa amplitude de uma a 15 espécies.

De acordo com o modelo Log normal, cerca de 6 espécies não foram coletadas (Tabela 2). Pela distribuição de classes de freqüência, este número corresponde à parte oculta da curva (Figura 2). Isso sugere que o número total estimado de espécies de formigas de serapilheira nessa área selecionada do P. E. da Cantareira, por esse modelo é de aproximadamente 68 espécies.

TABELA 2 – Dados fornecidos pelo modelo de abundância Log normal truncada para a distribuição das espécies coletadas no P. E da Cantareira-SP, Brasil.

<b>Classes</b>	<b>Observado</b>	<b>Esperado</b>
Parte oculta da curva	0	5,41
1	30	27,91
2	9	13,12
3	11	10,94
4	8	6,44
5	4	3,59
Total	62	67,41

O estimador CHAO 2 sugeriu que o número de espécies deveria ser de 79,36 (dentro de um intervalo de confiança de 95%). A figura 3 apresenta a curva de acumulação de espécies obtidas e esperadas indicando que o presente levantamento deve ter deixado de coletar cerca de 17 espécies.

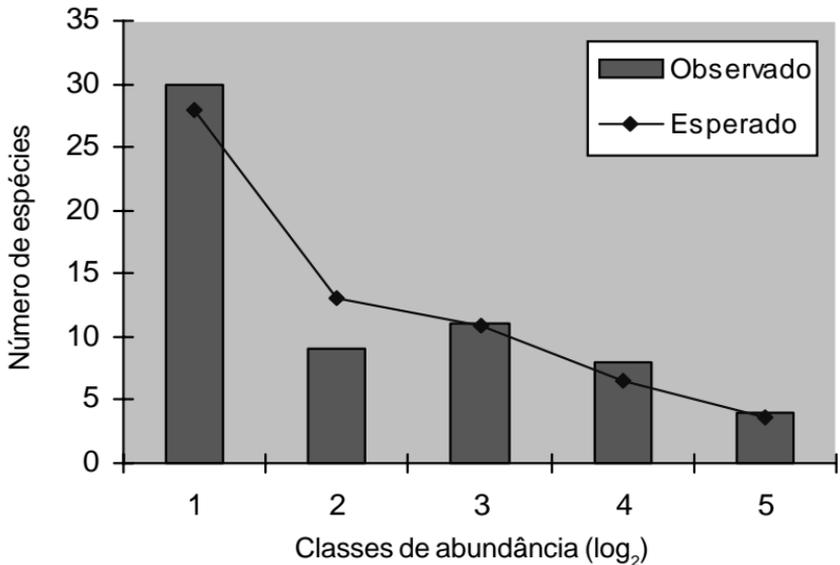


FIGURA 2: Frequência observada e esperada para o ajuste de modelo log normal truncada em 50 amostras de 1 m<sup>2</sup> de serapilheira no P. E. da Cantareira-SP, Brasil.

A comparação do número de espécies coletadas no P. E. da Cantareira com aqueles obtidos em outras 9 localidades no Estado de São Paulo demonstrou uma sub-amostragem de espécies locais. Este fato concorda com os dados fornecidos pelos estimadores empregados neste trabalho e com grande parte dos levantamentos da mirmecofauna de florestas tropicais.

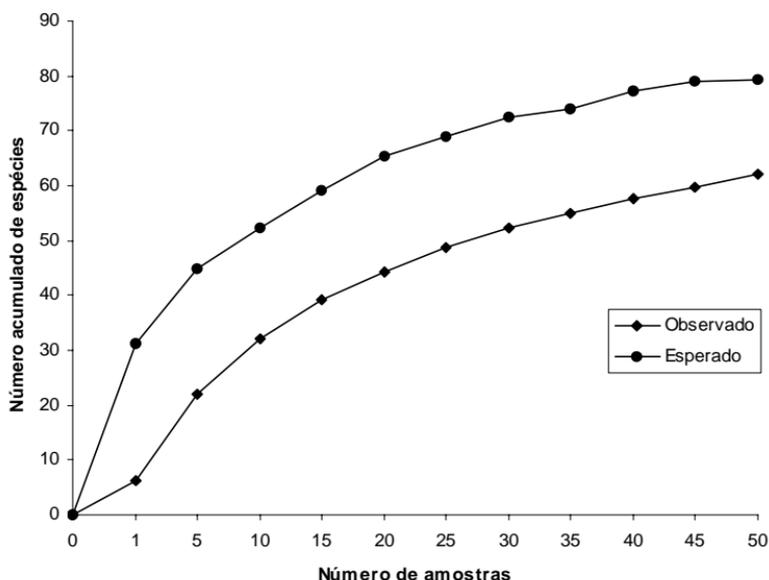


FIGURA 3: Curvas de acumulação das espécies observadas e esperadas para 50 m<sup>2</sup> de serapilheira no P. E. da Cantareira, Brasil, segundo o estimador CHAO 2.

## Discussão

Myrmicinae contribuiu com a maior parte das espécies e gêneros de formigas coletados, seguida por Ponerinae. Estes dados concordam com diversos estudos (Silva e Lopes, 1997; Bruhl et al., 1998; Silva e Silvestre, 2000 e 2004) que observaram que essas subfamílias são tipicamente mais numerosas em serapilheira do que Formicinae e Dolichoderinae, sendo que esta situação se inverte na vegetação. Em verdade, Myrmicinae é a maior e mais diversificada subfamília de formigas tanto em termos regionais como globais (Hölldobler e Wilson, 1990). Segundo Bolton (1995), mais de 45% das espécies e mais de 52% dos gêneros de Formicidae pertencem à esta subfamília.

Os gêneros *Hypoponera* e *Solenopsis* apresentaram as maiores riquezas de espécies, fato incomum na maioria dos levantamentos neotropicais envolvendo a fauna de formigas de serapilheira, onde *Pheidole* normalmente aparece como o gênero mais rico em relação a todos os outros (Silva e Silvestre, 2000; Ward, 2000). O estudo de Silva e Silvestre (2004) demonstra que *Hypoponera* e *Solenopsis* são relativamente mais ricos em amostras de camadas superficiais de solo, enquanto *Pheidole* predomina na serapilheira.

As espécies representadas por um único registro somam aproximadamente um terço das espécies coletadas e podem ser consideradas localmente raras. Muitos levantamentos neotropicais da fauna de solo demonstram uma alta incidência de espécies raras em comunidades locais de formigas (Olson, 1991; Delabie et al., 2000).

Os valores fornecidos pelos modelos para a estimativa do número total de espécies da localidade indicam que a taxa de descoberta de espécies declina à medida que o esforço de amostragem aumenta, fato comumente observado em inventários taxonômicos (Keating et al., 1998).

De uma maneira geral, o número de espécies coletadas no Parque Estadual da Cantareira ficou aquém do esperado para um levantamento de Formicidae de serapilheira em uma área de floresta atlântica. A base de comparação foram outros levantamentos em áreas similares dentro do Estado de São Paulo que mostraram valores maiores tanto para o número total de espécies quanto para o número de espécies por metro quadrado.

Alguns gêneros relativamente comuns em levantamentos neotropicais de formigas de serapilheira, como *Camponotus* e *Wasmannia*, por exemplo, (coletados em todas as localidades comparadas), não foram registrados para o Parque Estadual da Cantareira. Em contrapartida, os gêneros *Procryptocerus* e

*Prionopelta* registrados no presente levantamento, não foram observados em nenhuma das outras localidades. O gênero *Procryptocerus* é estritamente arborícola e seu registro foi, provavelmente, acidental. Já *Prionopelta* é relativamente pouco coletado no estado de São Paulo, conforme registra o catálogo de Kempf (1972), e considerando-se a escassez de exemplares provenientes deste Estado depositados na coleção do Museu de Zoologia da USP.

Os gêneros *Lachnomyrmex*, *Megalomyrmex*, *Odontomachus* e *Rogeria* podem ser considerados membros da fauna local de formigas, pois existem registros de sua presença na área provenientes de coletas anteriores a este trabalho realizadas por Frei Walter W. Kempf nas décadas de 1950 e 1960.

Fatores que operam em escala local, tais como variações nas condições topográficas ou edáficas, atividade de Ecitoninae no solo ou processos estocásticos durante a fundação, estabelecimento e extinção de colônias (Feener e Schupp, 1998) podem explicar em parte a relativa baixa riqueza de espécies encontrada no Parque Estadual da Cantareira.

Nossa hipótese é que, aliada aos fatores acima mencionados, a perturbação da região do entorno da Serra da Cantareira promove alterações na estrutura da comunidade local de formigas, uma vez que o Parque Estadual da Cantareira situa-se entre municípios de grande concentração urbana, dois deles (São Paulo e Guarulhos) altamente populosos e industrializados. Andersen (1995a e 1995b), Vasconcelos (1998) e Silva e Brandão (1999) discutem os efeitos de perturbações de várias ordens e intensidades sobre comunidades locais de formigas.

Os dados obtidos neste levantamento indicam que o Parque Estadual da Cantareira apresenta uma riqueza relativamente baixa, mas não menos significativa em relação a outras localidades de mata atlântica sempre úmida. Contudo, o avanço

da atividade humana no entorno e mesmo no interior da floresta constitui uma ameaça permanente à biodiversidade local.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Carlos Roberto Ferreira Brandão pelas críticas e sugestões à versão final deste manuscrito. A Rogério Rosa da Silva, Nicolas Lavor de Albuquerque, Bodo Hasso Dietz e Antonio Alves Tavares pelo apoio na identificação do material e ao Prof. José Maurício Piliackas por ceder as instalações da Universidade São Judas Tadeu durante as primeiras etapas do projeto. Este trabalho foi financiado pela **FAPESP** no âmbito do programa **BIOTA/FAPESP**, (Instituto Virtual da Biodiversidade, [www.biota.org](http://www.biota.org)), processo 98/05083-0.

## Referências

Agosti, D.; Alonso, L. E. 2001. The ALL Protocol: a standard protocol for the collection of ground-dwelling ants. **AnET Newsletter**, **3**: 8-11.

Agosti, D.; Majer, J. D.; Alonso, L. E.; Schultz, T. R. 2000. **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Smithsonian Institution Press, Washington D. C., USA, 280 pp.

Alonso, L. E.; Agosti, D. 2000. Biodiversity studies, monitoring, and ants: an overview. In: Agosti, D.; Majer, J. D.; Alonso, L. E. & Schultz, T. R. (eds). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biological diversity**. Smithsonian Institution Press, Washington D. C., USA, p. 1-8.

Andersen, A. N. 1995a. A classification of Australian ant communities, based on functional groups which parallel plant-forms in relation to stress and disturbance. **Journal of Biogeography**, **22**: 15-29.

Andersen, A. N. 1995b. Measuring more of biodiversity: genus richness as a surrogate for species richness in Australian ant faunas. **Biological Conservation**, **73**: 39-43.

Belshaw, R.; Bolton, B. 1994. A survey of the leaf litter ant fauna in Ghana, west Africa (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Hymenoptera Research**, **3**: 5-16.

Bolton, B. 1994. **Identification guide to the ant genera of the world**. Harvard University Press, Cambridge, UK, 222 pp.

Bolton, B. 1995. A taxonomic and zoogeographical census of the extant ant taxa. **Journal of Natural History**, **29**: 1037-1056.

Bruhl, C. A.; Mohamed, M.; Linsenmair, K. E. 1998. Altitudinal distribution of leaf litter ants along a transect in primary forests in Mount Kinabalu, Sabah, Malaysia. **Journal of Tropical Ecology**, **15**: 265-277.

Chao, A. 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. **Biometrics**, **43**: 783-791.

Colwell, R. K. 2000. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 6.01. User's Guide and application**. Disponível em <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>>. Acesso em março de 2004.

Colwell, R. K.; Coddington, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)**, **345**: 101-118.

Delabie, J. H. C.; Agosti, D.; Nascimento, I. C. 2000. Litter ant communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. In: Agosti, D.; Majer, J. D.; Alonso, L. E. & Schultz, T. R. (eds). **Sampling ground-dwelling ants: case studies from de world's rain forests**. Bulletin 18, Curtin University School of Environmental Biology, Perth, Australia, p. 1-17.

Delabie J. H. C; Fowler, H. G. 1995. Soil and litter cryptic ant assemblages of Bahian cocoa plantations. **Pedobiologia**, **39**: 423-433.

Feener, D. H.; Schupp, E. W. 1998. Effect of treefall gaps on the patchiness and species richness of neotropical ant assemblages. **Oecologia**, **116**: 191-201.

Fisher, B. L. 1999. Improving inventory efficiency: a case study of leaf-litter ant diversity in Madagascar. **Ecological Applications**, **9** (2): 714-731.

Fittkau, E. J.; Klinge, H. 1973. On biomass and trophic structure of central amazonian rainforest ecosystems. **Biotropica**, **5** (1): 2-14.

Grahan, D. J. 1992. The avifauna of the Serra da Cantareira, São Paulo, Brazil: a preliminary survey. **IF-Série Registros**, **10**: 1-56.

Hölldobler, B.; Wilson E. O. 1990. **The Ants**. Harvard University Press, Cambridge, UK, 732 pp.

Keating, K. A.; Quinn, J. F.; Ivie, L. L. 1998. Estimating the effectiveness of further sampling in species inventories. **Ecological Applications**, **8**: 1239-1249.

Kempf, W. W. 1972. Catálogo abreviado das formigas da região neotropical (Hymenoptera: Formicidae). **Studia Entomologica**, **15**: 3-334.

Longino J. T.; Coddington, J.; Colwell, R. K. 2002. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness in three different ways. **Ecology**, **83**: 689-702.

Magurran, A. 1988. **Ecological diversity and its measurement**. Croom Helm., London, UK, 179 pp.

Majer, J. D. 1983. Ants: bio-indicators of Minesite Rehabilitation, land use, and land conservation. **Environment Management**, **7**: 375-383.

Majer, J. D.; Delabie, J. H. C.; McKenzie, N. L. 1997. Ant litter fauna of forest edges and adjacent grassland in the Atlantic rain forest region of Bahia, Brazil. **Insects Sociaux**, **44**: 255-266.

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

Preston, F. W. 1948. The commonness and rarity of species. **Ecology**, **29**: 254-283.

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** (2): 55-73.

Silva, R. R.; Lopes, B. C. 1997. Ants (Hymenoptera: Formicidae) from Atlantic rainforest at Santa Catarina Island, Brazil: two years of sampling. **Revista de Biología Tropical**, **45** (4): 1641-1648.

Silva, R. R.; Silvestre R. 2000. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em Seara, oeste de Santa Catarina. **Biotemas**, **13** (2): 85-105.

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

Tarifa, J. R.; Armani, G. 2000. **Unidades Climáticas Urbanas da Cidade de São Paulo**. Laboratório de Climatologia, Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, São Paulo, Brasil, 74 pp.

Tavares, A. A. 2002. **Estimativas da diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em quatro remanescentes de floresta ombrófila densa e uma**

**restinga no Estado de São Paulo, Brasil.** Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil, 146 pp.

Thomas, G.; Clay, D. 2000. **Bio Dap. Ecological diversity and its measurement.** Alma, New Brunswick, Canada, Fundy National Park. Disponível em <<http://nhsbig.inhs.uiuc.edu/wes/populations.html>>. Acesso em março de 2004.

Vasconcelos, H. 1998. Effects of forest disturbance on the structure of ground-foraging ant communities in central Amazonia. **Biodiversity and Conservation**, **7**: 1-12.

Vasconcelos, H.; Delabie, J. H. C. 2000. 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.

Wall, D. H.; Moore, J. C. 1999. Interactions underground. **BioScience**, **49**: 109-107.

Ward, P. S. 2000. Broad-scale patterns of diversity in leaf litter ant communities. In: Agosti, D.; Majer, J. D.; Alonso, L. E. & Schultz, T. R. (eds.). **Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for ground living ants.** Smithsonian Institution Press, Washington D. C., USA, p. 99-121.

Yamamoto, C. I. 1999. **Fauna de formigas (Hymenoptera, Formicidae) de serapilheira de Mata Atlântica – levantamento quantitativo na Estação Biológica de Boracéia (Salesópolis, SP, Brasil).** Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Brasil, 95 pp.