

Papéis Avulsos de Zoologia

Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo

Volume 44(1):1-11, 2004

www.scielo.br/paz.htm

ISSN 0031-1049

RIQUEZA DA FAUNA DE FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) QUE HABITA AS CAMADAS SUPERFICIAIS DO SOLO EM SEARA, SANTA CATARINA

ROGÉRIO ROSA DA SILVA¹
ROGÉRIO SILVESTRE²

ABSTRACT

We present here, for the first time, data on species richness and abundance of subterranean ant assemblages in southern Brazil, based on a research on the subterranean ant fauna in 9 sites in Seara, West of Santa Catarina State, in the domain of Tropical Atlantic Forest, comparing our results with those of a leaf litter ant fauna survey conducted in the same region. We collected in both soil and litter samples 113 ant species belonging to 37 genera. Ants were much less species rich in soil samples (71 species in 24 genera), while in leaf litter we collected 81 ant species in 36 genera. These habitats share 39 ant species. Morisita-Horn similarity index indicated lower species overlap between soil and litter samples. The similarity values between sites can be considered medium. Overall, ordination analysis (nonmetric multidimensional scaling) indicated differences in community structure between ant litter and subterranean ant faunas, and showed that the spatial distribution of subterranean species is aggregated. Our results indicate that there is a strong complementarity between these two faunistic segments. We conclude that the subterranean ant fauna is an important component of ant species richness in the soil; therefore survey protocols should include soil samples for a better assessments of the ant diversity in tropical forests.

KEYWORDS: Formicidae, subterranean fauna, species richness, Atlantic Rainforest, Santa Catarina, Brazil.

INTRODUÇÃO

O número conhecido de espécies de formigas é de aproximadamente 11.000 (http://research.amnh.org/entomology/social_insects), para uma fauna estimada em cerca de 20.000 espécies (Folgarait, 1998). A fauna de formigas que habita a serapilheira e o dossel das florestas tropicais vêm sendo considerada a próxima fronteira em nosso conhecimento sobre a biodiversidade.

Para faunas de formigas locais em florestas tropicais até 50% pode estar associada à serapilheira (Delabie & Fowler, 1995); 63% de todas as espécies descritas no mundo (aproximadamente 6.300) habitam o solo e/ou a serapilheira (Wall & Moore, 1999).

O conhecimento sobre a diversidade da fauna de formigas de florestas tropicais obteve notáveis progressos recentemente, em especial após a adoção do uso de extratores de Winkler para o estudo da fauna

1. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. Avenida Nazaré 481, São Paulo, SP, 04263-000. E-mail: rrsilva@ib.usp.br

2. Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio. Rua Madre Maria Basília 965, Itú, SP, 13300-000. E-mail: rogestre@ig.com.br

de serapilheira em protocolos para levantamentos quantitativos e qualitativos (Olson, 1991, 1994; Belshaw & Bolton, 1994; Brühl *et al.*, 1998; Fisher, 1999a, b; Longino *et al.*, 2002), também no Brasil (Majer *et al.*, 1997; Delabie *et al.*, 2000; Vasconcelos & Delabie, 2000). Ao contrário, a coleta no dossel requer oportunidades ou logística especiais.

O solo é ainda um dos ambientes mais pobremente conhecidos em nosso planeta (Giller, 1996; Wolters, 2001; André *et al.*, 2002); o segmento da fauna de formigas que o habita geralmente não é estudado de forma sistemática. Estudos recentes sugerem, entretanto, que este segmento de fauna pode ser mais abundante e diverso do que se acredita (Belshaw & Bolton, 1994; Longino & Colwell, 1997; Longino *et al.*, 2002).

A fauna de solo pode ser caracterizada por envolver espécies que passam a maior parte do seu ciclo de vida em ninhos e cavidades no solo; apenas sexuais vêm à superfície uma ou poucas vezes ao ano, a fecundação é no ar, os machos morrem em seguida ao vôo nupcial, as fêmeas retornam à terra, perdem as asas, enterram-se, e todo o desenvolvimento colonial se dá abaixo da superfície, em geral nas camadas mais superficiais.

Coletar os sexuais durante o processo reprodutivo também requer técnicas especiais, com a desvantagem das operárias não serem coletadas, que são a base da taxonomia de formigas. A alternativa é extrair formigas subterrâneas de amostras de solo.

Trabalhos específicos e sistemáticos sobre a fauna subterrânea no Brasil são escassos. Delabie e Fowler (1995) registraram 113 espécies em solo de Floresta Atlântica no sul da Bahia. Mais recentemente, Vasconcelos e Delabie (2000) amostraram 106 espécies em um estudo sobre comunidades de solo na Amazônia. Outros trabalhos, em outros sítios neotropicais, têm avaliado este segmento da fauna de formigas de forma qualitativa (Armbrecht & Chácon-Ulloa, 1999; Silvestre, 2000).

Neste trabalho, descrevemos, pela primeira vez, a fauna de formigas que habita as camadas superficiais de solo em vários fragmentos florestais localizados em um município da região Sul do Brasil, no oeste de Santa Catarina e apresentamos uma comparação com os dados sobre a fauna de formigas que habita a serapilheira, resultado de coletas padronizadas em vários sítios deste mesmo município (Silva & Silvestre, 2000). Os objetivos deste estudo foram (1) descrever a riqueza, composição e frequência relativa da fauna de formigas subterrânea e (2) quantificar as diferenças entre a fauna de serapilheira e solo.

Área de Estudo

As coletas foram realizadas no município de Seara (27°07'S e 52°18'W), oeste do Estado de Santa Catarina, entre julho e novembro de 1999. A área territorial do município é de 316 km². Seleccionamos nove sítios para as coletas, representando fragmentos florestais entre 2 e 5 ha com vários formatos: Dom Pedro (DP), Linha Ariranhasinha (LA), Linha Forquilha (LF), Linha Ipiranga (LI), Linha Salete (LS), Linha Taquarimbó (LT), duas áreas em Rosina Nardi (chamadas RN1 e RN2) e Santa Lúcia (SL).

A cobertura original da vegetação no município é a Floresta de Araucária. Nesta tipologia florestal, a *Araucaria angustifolia* forma um estrato de árvores dominantes ou emergentes e imprime uma fitofisionomia muito peculiar. Devido à proximidade com a Bacia do Rio Uruguai, podem ocorrer áreas de contato com a Floresta Estacional Decidual, que caracteriza-se fitofisionomicamente pela presença de um grupo de espécies arbóreas emergentes e decíduais no inverno. As epífitas e lianas são de pouca expressão, sendo mais comuns ao longo das matas ciliares dos principais rios (Reis, 1993).

Uma caracterização mais detalhada da área estudada foi apresentada em Silva e Silvestre (2000).

MATERIAL E MÉTODOS

Fauna subterrânea

Para avaliar a comunidade de formigas que habita as camadas superficiais do solo, submetemos 90 amostras de solo a extratores de Winkler. Dentro de cada sítio, 10 locais foram selecionados aleatoriamente e amostras de solo foram retiradas mantendo-se uma distância mínima de 10 metros cada uma delas. Para cada amostra, a camada de serapilheira foi descartada e o solo até 25 cm de profundidade, numa área de 15 cm² foi peneirado, em malha grossa de 1 cm e acondicionada em saco individual de tecido.

No laboratório, o solo peneirado de cada amostra foi colocado em um saco de filó, por sua vez acondicionado em extrator do tipo mini-Winkler por um período de 72 horas. Durante esse tempo, as formigas foram triadas inicialmente a cada 3 horas e depois mais espaçadamente, sendo armazenadas em frascos contendo álcool a 70%. Para uma descrição da técnica de coleta e do mini-Winkler veja Fisher (1999) e Bestelmeyer *et al.* (2000).

O material foi identificado inicialmente em morfoespécies dentro de gêneros e, para a atribuição de nomes, comparado com a coleção de formigas do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) e com a literatura pertinente. Todo material foi depositado no MZUSP. Os códigos das morfoespécies seguem os números adotados para a fauna coletada no oeste de Santa Catarina (veja Silva & Silvestre, 2000).

Fauna de Serapilheira

Para analisar comparativamente a fauna obtida nas amostras de solo com a fauna que habita a serapilheira, selecionamos 90 amostras de 1 m² de serapilheira coletadas utilizando a mesma metodologia em cinco sítios localizados na mesma região, assim distribuídas: Linha Taquarimbó (10 amostras), Rio Irani (10), Santa Lúcia (10), Nova Teutônia (25) e Rosina Nardi (35) (veja Silva & Silvestre, 2000).

ANÁLISE DOS DADOS

Foram elaboradas matrizes de presença ou ausência e o número de registros em 90 amostras das espécies coletadas. Os dados de abundância (no caso, número de registros em cada sítio) foram transformados [raiz quadrada] para diminuir a influência das espécies dominantes nas análises subseqüentes (Krebs, 1999).

Para uma avaliação da similaridade da fauna de formigas subterrâneas entre os sítios de coleta utilizamos o índice de similaridade de Morisita-Horn. Este índice tem sido recomendado porque praticamente independe do tamanho da amostra e da diversidade de espécies, exceto para universos amostrais muito pequenos (Magurran, 1988).

Para avaliarmos a similaridade entre a fauna subterrânea e a fauna de formigas que habita a serapilheira, submetemos os dados de presença ou ausência em cada sítio de todas as espécies a uma análise de ordenação. Utilizamos como método de ordenação o escalonamento multidimensional não métrico (NMDS: *nonmetric multidimensional scaling*). Nossa medida de dissimilaridade foi o índice de Bray-Curtis (Legendre & Legendre, 1998).

NMDS é um dos métodos de ordenação mais robustos a situações não lineares e freqüentemente resume mais informação em menos eixos do que outras técnicas indiretas de ordenação. A distorção da resolução

em duas dimensões da ordenação é expressa pelo valor *S* (chamado *stress*). Quanto mais próximo de zero, melhor o ajuste entre a distância original dos objetos e a configuração obtida (Legendre & Legendre, 1998).

As comparações entre as amostras de solo com 25 cm de profundidade e área de 15 cm² com amostras de 1 m² de serapilheira devem ser interpretadas com precaução. Amostras maiores de solo excedem a capacidade de processamento dos extratores do tipo mini-Winkler. Entretanto, acreditamos que os resultados obtidos são comparáveis porque o mesmo volume de solo e serapilheira foi submetido ao processo de extração.

RESULTADOS

Riqueza de espécies

Foram coletadas no total, considerando-se as amostras de serapilheira e de solo, 113 espécies de formigas em 37 gêneros, representando 1.449 registros (Apêndice 2). Myrmicinae foi a subfamília mais rica em espécies (63), seguida por Ponerinae (26) e Formicinae (17); Cerapachyinae, Dolichoderinae e Ecitoninae estão representadas por duas espécies cada e Pseudomyrmecinae por uma espécie.

Fauna de serapilheira

Nas amostras de serapilheira foram coletadas 81 espécies pertencentes a 36 gêneros de formigas em 90 amostras (1.010 registros de espécies) coletadas em 5 sítios (Apêndice 2). Uma análise sobre a riqueza e similaridade da fauna de serapilheira nas áreas estudadas foi apresentada em Silva e Silvestre (2000).

Fauna subterrânea

Em 90 amostras de solo e 439 registros de espécies coletamos um total de 71 espécies em 24 gêneros e 6 subfamílias nos nove sítios coletados (Apêndice 1). A riqueza observada nas 10 amostras de cada localidade variou de 15 a 29 espécies. Myrmicinae apresentou maior riqueza de espécies (35 espécies em 12 gêneros), seguida por Ponerinae (22 em 7), Formicinae (11 em 2); Cerapachyinae, Dolichoderinae e Ecitoninae estão representadas por 1 espécie cada.

Nas amostras de solo *Solenopsis* (Myrmicinae) foi o gênero mais rico em espécies (10 espécies), seguido

DISCUSSÃO

Riqueza de espécies e complementariedade das amostras

Os dois métodos de amostragens revelaram 113 espécies e foram bastante complementares para uma avaliação da fauna que habita o solo. Somente 39 espécies foram coletadas nos dois substratos estudados, ou seja, apenas 34,5% da fauna registrada. A similaridade expressa através do índice de Morisita-Horn também indica valores de similaridade relativamente baixos quando se comparam as duas faunas (Morisita-Horn = 0,42). Delabie e Fowler (1995) encontraram valores semelhantes, indicando aproximadamente 47% de similaridade entre faunas de solo e serapilheira no sul da Bahia.

A análise de ordenação sugere uma separação consistente da fauna que habita as camadas superficiais do solo e de serapilheira, embora exista sobreposição na atividade de forrageamento e/ou nidificação de algumas espécies entre os dois estratos. Adicionalmente, indica que as comunidades subterrâneas dos fragmentos estudados apresentam maiores diferenças entre si do que entre as comunidades que habitam a serapilheira. Essas diferenças também foram verificadas nas análises de similaridade: a fauna de serapilheira apresenta valores de similaridade relativos médios a altos (Silva & Silvestre, 2000), enquanto a fauna subterrânea apresentou valores comparativamente em geral, médios a baixos. Portanto, nossos dados sugerem que a fauna que habita as camadas superficiais apresenta uma distribuição espacial mais agregada em relação à fauna de serapilheira em fragmentos florestais no sul do Brasil.

Comparativamente, a riqueza de espécies registrada nas amostras de solo se aproxima em valores absolutos ao da fauna de serapilheira (81 x 71). Esses dados confirmam que o solo pode apresentar alta riqueza de espécies, como sugerido por trabalhos recentes em outras florestas tropicais (Belshaw & Bolton, 1994; Longino & Colwell, 1997; Vasconcelos & Delabie, 2000; Longino *et al.*, 2002).

Em especial, as amostragens no solo têm revelado novos registros de espécies para o levantamento da fauna de formigas do oeste de Santa Catarina dos gêneros *Brachymyrmex* (5 espécies), *Hypoponera* (5), *Gnamptogenys* (3), *Oxyepocus* (2), *Pachycondyla* (2), *Pheidole* (3) e *Solenopsis* (6). Além disso, alguns gêneros só foram coletados nas amostras em solo, como *Acropyga* e *Typhlomyrmex*. Algumas espécies foram relativamente comuns nas amostras de solo e ausentes nas amostras

de serapilheira. Esse é o caso por exemplo, de poneríneos como *Gnamptogenys* sp.1, *Hypoconera* sp.6, (espécie que apresenta um padrão de coloração muito característico), *H.* sp.8 e *Typhlomyrmex* sp.1, e duas espécies de *Solenopsis*.

Esses dados indicam que espécies verdadeiramente subterrâneas nidificam e forrageiam exclusivamente dentro do solo. Algumas síndromes morfológicas podem ser sugeridas a partir da observação das espécies associadas ao modo de vida subterrâneo: olhos ausentes ou muito reduzidos, tegumento despigmentado e tamanho relativo pequeno. Em Coleoptera fossoriais (como Carabinae: Scaritini) é possível observar modificações estruturais na parte posterior do corpo e do protórax, adaptadas ao modo de vida subterrâneo (Forsythe, 1987).

É importante destacar que o conhecimento taxonômico sobre a fauna que habita exclusivamente o solo é ainda mais incipiente que o relativo à fauna de serapilheira. Os poucos estudos tem revelado novidades taxonômicas importantes (exemplo, Brandão *et al.*, 1999 a,b; 2000).

Diferenças de riqueza de espécies dos principais gêneros (em número de espécies) também são bastante claras: *Pheidole* apresentou maior riqueza na serapilheira, enquanto *Solenopsis*, *Hypoconera* e *Gnamptogenys* foram mais ricos nas amostras de solo.

Caracteristicamente nos levantamentos neotropicais, o gênero *Pheidole* apresenta maior riqueza de espécies (Ward, 2000). Diferentemente, na fauna subterrânea, *Solenopsis* é o gênero com maior riqueza de espécies. A fauna de formigas que habita as camadas superficiais do solo parece ser também caracterizada pela dominância do gênero *Solenopsis* em termos de riqueza de espécies e número de registros.

Brachymyrmex é um gênero especialmente rico em espécies no oeste de Santa Catarina em comparação a levantamentos realizados em outras regiões daquele Estado (Silva e Silvestre, 2000). Mesmo se incluirmos outros estudos no Brasil (Delabie & Fowler, 1995; Delabie *et al.*, 1998; Majer & Delabie, 1999; Majer *et al.*, 1999), este gênero parece ser um componente importante da fauna de formigas do oeste de Santa Catarina. *Brachymyrmex* é caracterizado, em termos de dieta alimentar, como verdadeiramente onívoro (Delabie *et al.*, 2000), sendo que algumas espécies estão associadas a homópteros crípticos que habitam as raízes superficiais, abaixo da serapilheira. *Brachymyrmex depilis*, uma espécie dominante em amostras de solo de florestas temperadas, por exemplo, depende de homópteros para sua alimentação (Lynch *et al.*, 1988).

Abundância relativa das espécies

Uma das diferenças marcantes entre a fauna de serapilheira e a fauna subterrânea é a distribuição das abundâncias das espécies. Na serapilheira, foram registradas 1.010 ocorrências de espécies, enquanto em solo quase metade disso, apenas 439. Quando os dados de abundância das espécies são analisados em relação a classes de abundância, observa-se que esta diferença parece estar relacionada à capacidade da serapilheira manter maior número de espécies comuns/freqüentes (20 a 40 registros) e abundantes (> 40 registros). As amostras de solo apresentam apenas 2 espécies com freqüência entre 20 e 40 (em comparação com 16 da fauna de serapilheira) e apenas 1 espécie com um número maior do que 40 registros (neste caso, 5 espécies na serapilheira). Em relação às outras classes (raras e moderadamente freqüentes) os resultados foram similares.

Uma possível explicação para as diferenças nos valores de abundância relativa das espécies (expresso como o número de registros nas amostras) é que a serapilheira de florestas tropicais é considerada um ambiente que apresenta uma rica fauna de invertebrados (presas potenciais), uma maior diversificação de sítios para nidificação e no número de micro habitats que podem manter populações relativamente maiores de formigas. Por exemplo, alguns grupos de invertebrados como *Collembola* são encontrados em grande número no folhíço e podem constituir um recurso abundante para espécies especialistas, como *Strumigenys* e *Pyramica* (Brühl *et al.*, 1998). Observações quantitativas sugerem que nas amostras de solo, outros grupos de invertebrados também foram menos abundantes em comparação com as amostras de serapilheira (observação pessoal, veja também Berghoff *et al.*, 2003).

A serapilheira é o ambiente onde a matéria orgânica é mineralizada e onde existe uma fauna rica e característica, sendo considerado um ambiente de hiperdiversidade (Levings, 1983). Em regiões tropicais, os principais grupos de artrópodos encontrados na serapilheira são Insecta, Acari, Amphipoda, Isopoda e Myriapoda. Esta abundância de presas em potencial possivelmente está relacionada com a alta abundância de formicídeos predadores generalistas e especialistas na serapilheira (Delabie & Fowler, 1995). Em florestas tropicais, a riqueza e densidade de espécies de formigas/m² na serapilheira é comparativamente muito alta (Kaspari, 1996; Ward, 2000).

Portanto, a baixa abundância relativa das espécies subterrâneas pode estar relacionada com a redução

nos recursos alimentares nas camadas superficiais do solo. A limitação de recursos, principalmente alimento, é um fator determinante da estrutura de comunidades de formigas (Kaspari, 1996).

Dados do presente estudo indicam diferenças na composição e estrutura da fauna de formigas que habita a serapilheira e as camadas superficiais do solo e alta complementariedade entre os dois segmentos. Inventários da fauna de formigas que almejam listar adequadamente a riqueza local de formigas devem considerar o ambiente subterrâneo, pois as dimensões espaciais não podem ser ignoradas para esse fim (Herbers, 1989; Lynch, 1981; Levings, 1983).

Recentemente, estudos sobre comunidades de formigas vêm embasando programas de avaliação e conservação de ecossistemas, como indicadores da biodiversidade de outros invertebrados, colaborando para melhorar as estimativas de riqueza de espécies dos grupos chamados de "hiperdiversos" (Silva & Brandão, 1999).

Especialmente para a fauna de formigas de serapilheira foram desenvolvidos protocolos quantitativos de amostragens para avaliação em estudos de biodiversidade ou para seu uso como bioindicadores de algum aspecto do habitat (Agosti *et al.*, 2000; Agosti & Alonso, 2001).

Nossos dados apontam para uma riqueza relativa alta de espécies de formigas no estrato subterrâneo. Ignorar esta fauna, significa que propostas de avaliação da biodiversidade de formigas em florestas tropicais serão incompletas. Juntamente com a fauna de dossel e serapilheira, o ambiente subterrâneo pode também ser considerado uma fronteira em nosso conhecimento biológico (Giller, 1996; Wall & Moore, 1999; André *et al.*, 2002).

AGRADECIMENTOS

Ao Museu Entomológico Fritz Plaumann (Prefeitura Municipal de Seara) e Universidade do Contestado (Concórdia, SC) pelo apoio ao desenvolvimento do trabalho. À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), processo 98/05083-0 ("Riqueza de Hymenoptera e Isoptera ao longo de um gradiente latitudinal de Mata Atlântica: a floresta pluvial do leste do Brasil"). Agradecemos a Christiane Yamamoto e Antônio Tavares pela revisão de uma versão anterior deste trabalho. C.R.F. Brandão pelas críticas e discussões à versão final do manuscrito. C.R.F. Brandão identificou as espécies de *Megalomyrmex* (Myrmicinae), Nicolas L. Albuquerque *Hylomyrma* e *Oxyepoecus* (Myrmicinae) e Bodo H. Dietz os Basicerotini (Myrmicinae).

RESUMO

Apresentamos, pela primeira vez, dados sobre a riqueza que compõem as comunidades de formigas subterrâneas no Sul do Brasil, comparando os resultados com dados sobre a fauna de formigas de serapilheira na mesma região, a partir de um estudo realizado em 9 sítios de Seara, oeste do Estado de Santa Catarina, no domínio da Floresta Tropical Atlântica. Coletamos nas amostras de solo e serapilheira 113 espécies de formigas em 37 gêneros, sendo menos ricas as amostras de solo (71 espécies em 24 gêneros), enquanto que na serapilheira coletamos 81 espécies em 36 gêneros. Esses habitats compartilham 39 espécies. O índice de similaridade de Morisita-Horn indicou baixa sobreposição na composição de espécies entre a fauna de solo e serapilheira. Os valores de similaridade entre os sítios podem ser considerados médios. Uma análise de ordenação (NMDS) indicou diferenças na estrutura de comunidades entre as faunas de solo e serapilheira e distribuição espacial agregada da fauna subterrânea. Nossos resultados indicam que existe uma forte complementariedade entre os dois segmentos de fauna. Concluímos que a fauna de formigas subterrâneas é um importante componente da riqueza de espécies de formigas que habita o solo e, que portanto protocolos para levantamentos quantitativos de formigas, devem incluir amostras de solo para uma melhor avaliação da sua diversidade em florestas tropicais.

PALAVRAS-CHAVE: Formicidae, fauna subterrânea, riqueza de espécies, Floresta Atlântica, Santa Catarina, Brasil.

REFERÊNCIAS

- Agosti, D.; Majer, J.D.; Alonso, L.E. & Schultz, T.R. 2000. *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Agosti, D. & Alonso, L.E. 2001. The ALL Protocol: a standard protocol for the collection of ground-dwelling ants. *Anet Newsletter*, 3:8-11.
- André, H.M.; Ducarme, X. & Lebrun, P. 2002. Soil biodiversity: myth, reality or conning? *Oikos*, 96:3-24.
- Armbrecht, I. & Ulloa-Chacón, P. 1999. Rareza y diversidad de hormigas en fragmentos de bosque seco colombianos y sus matrices. *Biotropica*, 31:646-653.
- 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.
- Berghoff, S.M.; Maschwitz, U. & Linsenmair, K.E. 2003. Influence of the hypogaean army ant *Dorylus (Dichthadia) laevigatus* on tropical arthropod communities. *Oecologia*, 135:149-157.
- Bestelmeyer, B.T.; Agosti, D.; Alonso, L.E.; Brandão, C.R.F.; Brown Jr.; W.L.; Delabie, J.H.C. & Silvestre, R. 2000. Field techniques for the study of ground-dwelling ants. In: Agosti, D.; Majer, J.D.; Tennant de Alonso, L. & Schultz, T. (Eds.), *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for ground living ants*. Smithsonian Institution Press, Washington, p.122-144.
- Brandão, C.R.F.; Diniz, J.L.M.; Agosti, D. & Delabie, J.H. 1999a. Revision of the Neotropical ant subfamily Leptanilloidinae. *Systematic Entomology*, 24:17-36.
- Brandão, C.R.F.; Silva, R.R.; Diniz, J.L.M.; Yamamoto, C.I. & Castro-Mello, C. 1999b. Biologia de Leptanilloidinae. *Naturalia*, 24:45-47. Número especial.
- Brandão, C.R.F.; Verhaagh, M. & Diniz, L.M. 2002. A new ant subfamily from Central Amazon soil samples. In: *XIV International Congress of IUSSI. The Golden Jubilee Proceedings*. Hokkaido University, Sapporo, p.159.
- Brühl, C.A.; Gunsalam, G. & Linsenmair, K.E. 1998. Stratification of ants (Hymenoptera: Formicidae) in a primary rain forest in Sabah, Borneo. *Journal of Tropical Ecology*, 14:285-297.
- Delabie, J.H.C. & Fowler, H.G. 1995. Soil and litter cryptic ant assemblages of Bahian cocoa plantations. *Pedobiologia*, 39:423-33.
- Delabie, J.H.C.; Mariano, C.S.F. & Nascimento, I.C. 1998. As formigas do município de Ilhéus (Insecta: Hymenoptera: Formicidae). *Especiaria*, 1:133-152.
- 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. & Schultz, T. (Eds.), *Sampling ground-dwelling ants: case studies from world's rain forests*. Bulletin 18. Curtin University School of Environmental Biology, Perth, Australia, p.1-17.
- Fisher, B.L. 1999a. Ant diversity patterns along an elevational gradient in the Réserve Naturelle d'Andohahela, Madagascar. *Feldiana Zoology*, 94:129-147.
- Fisher, B.L. 1999b. Improving inventory efficiency: a case study of leaf-litter ant diversity in Madagascar. *Ecological Applications*, 9:714-731.
- Folgarait, P.J. 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity and Conservation*, 7:1221-1244.
- Forsythe, T.G. 1987. The relationship between body form and habit in some Carabidae (Coleoptera). *Journal of Zoology*, 211:643-666.
- Giller, P.S. 1996. The diversity of soil communities, the 'poor man's tropical rainforest'. *Biodiversity and Conservation*, 5:135-168.
- Herbers, J.M. 1989. Community structure in north temperate ants: temporal and spacial variation. *Oecologia*, 81:201-211.
- Kaspari, M. 1996. Testing resource-based models of patchiness in four Neotropical litter ant assemblages. *Oikos*, 76:443-454.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins Public, New York.
- Legendre, P. & Legendre, L. 1998. *Numerical Ecology*. 2. ed. Elsevier, Amsterdam.
- Levings, S.C. 1983. Seasonal, annual, and among-site variation in the ground ant community of a deciduous tropical forest: some causes of patchy species distributions. *Ecological Monographs*, 53:435-455.
- Longino, J.T. & Colwell, R.K. 1997. Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rain forest. *Ecological Applications*, 7:1263-1277.
- 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.
- Lynch, J.F. & Johnson, A.K. 1988. Spatial and temporal variation in the abundance and diversity of ants (Hymenoptera: Formicidae) in the soil and litter layers of a Maryland forest. *The American Midland Naturalist*, 119:31-44.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, N.J.
- Majer, J.D.; Delabie, J.H.C. & McKenzie, N.L. 1997. Ant litter fauna of forest, forest edges and adjacent grassland in the Atlantic rain forest region of Bahia, Brazil. *Insectes Sociaux*, 44:255-66.

- Majer, J.D. & Delabie, J.H.C. 1999. Impact of tree isolation on arboreal and ground ant communities in cleared pasture in the Atlantic rain forest region of Bahia, Brazil. *Insectes Sociaux*, 46:281-290.
- 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.
- Olson, D.M. 1994. The distribution of leaf litter invertebrates along a Neotropical altitudinal gradient. *Journal of Tropical Ecology*, 10:129-150.
- Reis, A. 1993. *Manejo e conservação das florestas catarinenses*. Tese (Professor Titular), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- 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.
- Silva, R.R. & Silvestre, R.R. 2000. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em Seara, Oeste de Santa Catarina. *Biotemas*, 13:85-105.
- Silvestre, R. 2000. *Estrutura de comunidades de formigas do cerrado*. Tese (Doutorado), Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP.
- Vasconcelos, H. & Delabie, J.H.C. 2000. Ground ant communities from central Amazonia forest fragments. In: Agosti, D.; Majer, J.D.; Alonso, L. & Schultz, T. (Eds.), *Sampling ground-dwelling ants: case studies from de 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*, 49:109-117.
- Ward, P.S. 2000. Broad-scale patterns of diversity in leaf litter ant communities. In: Agosti, D.; Majer, J.D.; Tennant de Alonso, L. & Schultz, T. (Eds.), *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for ground living ants*. Smithsonian Institution Press, Washington, p.99-121.
- Wolters, V. 2001. Biodiversity of soil animals and its function. *European Journal of Soil Biology*, 37:221-227.

Recebido em: 09.10.2000

Aceito em: 06.02.2004



Credenciamento e apoio financeiro do
Programa de Apoio às Publicações
Científicas Periódicas da USP
Comissão de Credenciamento

APÊNDICE 1

Formigas subterrâneas e número de registros das espécies em 90 amostras de solo, em nove sítios de coletas no município de Seara, oeste de Santa Catarina (ver códigos no texto).

Sítios	LA	SE	RN1	RN2	SL	LT	DP	LF	LI	TOTAL
Cerapachyinae										
<i>Cerapachys splendens</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Ecitoninae										
<i>Labidus</i> sp.2	-	-	3	-	-	-	-	-	-	3
Dolichoderinae										
<i>Linepithema</i> sp.1	-	1	1	-	4	1	1	-	-	8
Formicinae										
<i>Acropyga</i> sp.1	2	-	1	1	-	-	-	1	-	5
<i>Acropyga</i> sp.2	1	-	-	-	-	1	-	-	-	2
<i>Acropyga</i> sp.3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	-	-	1	2	2	-	-	-	-	5
<i>Brachymyrmex</i> sp.3	-	3	-	-	-	3	2	3	-	11
<i>Brachymyrmex</i> sp.4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Brachymyrmex</i> sp.7	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Brachymyrmex</i> sp.12	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Brachymyrmex</i> sp.16	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Brachymyrmex</i> sp.17	1	-	-	-	-	3	1	-	-	5
<i>Brachymyrmex</i> sp.18	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Myrmicinae										
<i>Acromyrmex coronatus</i>	-	-	1	-	2	1	-	-	-	4
<i>Acromyrmex</i> sp.1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Apterostigma</i> sp.2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Carebara</i> sp.1	-	-	-	1	-	1	1	2	-	5
<i>Cyphomyrmex</i> sp.1	-	1	-	-	-	2	1	1	-	5
<i>Cyphomyrmex</i> sp.3	-	2	5	1	2	3	2	1	-	16
<i>Cyphomyrmex</i> sp.4	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Hylomyrma reitteri</i>	-	1	-	-	-	1	2	-	-	4
<i>Octostruma rugifera</i>	-	-	-	-	1	1	-	2	-	4
<i>Octostruma stenognatha</i>	1	-	-	-	1	1	4	-	-	7
<i>Oxyeopocus rastratus</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Oxyeopocus reticulatus</i>	-	-	-	3	-	-	4	1	5	13
<i>Oxyeopocus</i> sp.1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Oxyeopocus</i> sp.2	-	-	-	-	-	-	4	5	3	12
<i>Pheidole</i> sp.4	-	1	6	2	-	1	1	-	4	15
<i>Pheidole</i> sp.5	-	-	3	-	-	-	1	-	-	4
<i>Pheidole</i> sp.17	1	-	-	-	-	-	2	-	-	3
<i>Pheidole</i> sp.20	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Pheidole</i> sp.21	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2
<i>Pheidole</i> sp.22	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Pheidole</i> sp.23	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Pheidole</i> sp.24	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Pyramica</i> sp.1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2
<i>Rophalothrix plaumanni</i>	1	1	-	-	-	-	1	-	1	4
<i>Solenopsis</i> sp.1	-	-	1	-	-	-	-	1	1	3
<i>Solenopsis</i> sp.2	-	1	1	2	1	5	-	-	1	11
<i>Solenopsis</i> sp.3	10	5	10	10	8	10	9	9	10	81
<i>Solenopsis</i> sp.4	-	-	1	-	-	-	-	-	1	2
<i>Solenopsis</i> sp.9	1	-	1	1	5	1	-	-	-	9
<i>Solenopsis</i> sp.13	-	1	2	-	-	-	2	3	-	8
<i>Solenopsis</i> sp.14	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Solenopsis</i> sp.16	-	-	-	2	-	-	3	-	-	5
<i>Solenopsis</i> sp.18	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
<i>Solenopsis</i> sp.20	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2
<i>Strumigenys louisianae</i>	1	2	8	2	3	1	2	3	5	27
Ponerinae										
<i>Amblyopone degenerata</i>	2	-	2	-	1	2	-	-	-	7

Sítios	LA	SE	RN1	RN2	SL	LT	DP	LF	LI	TOTAL
<i>Amblyopone armigera</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>Discothyrea neotropica</i>	-	-	3	-	5	-	-	-	-	8
<i>Gnamptogenys reichenspergeri</i>	-	-	3	1	3	4	-	-	1	12
<i>Gnamptogenys striatula</i>	-	-	-	1	-	2	-	-	-	3
<i>Gnamptogenys striolata</i>	-	1	-	-	-	1	-	1	3	6
<i>Gnamptogenys</i> sp.2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Gnamptogenys</i> sp.3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Heteroponera mayri</i>	2	1	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Hypoponera</i> sp.1	-	1	-	-	-	1	2	-	-	4
<i>Hypoponera</i> sp.2	2	-	-	-	1	4	2	-	-	9
<i>Hypoponera</i> sp.3	-	1	1	-	-	3	2	-	-	7
<i>Hypoponera</i> sp.4	-	-	1	-	4	4	6	6	-	21
<i>Hypoponera</i> sp.6	3	-	4	3	7	3	6	1	3	30
<i>Hypoponera</i> sp.7	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>Hypoponera</i> sp.8	3	-	-	-	-	1	1	-	-	5
<i>Hypoponera</i> sp.9	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Hypoponera</i> sp.10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Pachycondyla harpax</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
<i>Pachycondyla</i> sp.4	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
<i>Typhlomyrmex</i> sp.1	-	-	1	-	1	-	2	-	1	5
<i>Typhlomyrmex</i> sp.2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2
Total de registros	32	29	64	34	55	63	68	51	43	439
Total de espécies	15	20	25	16	21	29	29	24	17	71

APÊNDICE 2

Espécies de formigas coletadas em solo e serapilheira (n = 180) e número de registros em Seara, oeste de Santa Catarina. L = número de registros nas amostras de serapilheira (Silva & Silvestre, 2000); S = número de registros nas amostras de solo.

Subfamília/espécies	L n = 90	S n = 90	Total n = 180	Subfamília/espécies	L n = 90	S n = 90	Total n = 180
Cerapachyinae				<i>Pheidole</i> sp.17	4	3	7
<i>Cerapachys toltecus</i>	3	0	3	<i>Pheidole</i> sp.18	8	0	8
<i>Cerapachys splendens</i>	1	1	2	<i>Pheidole</i> sp.19	1	0	1
Ecitoninae				<i>Pheidole</i> sp.20	0	2	2
<i>Labidus</i> sp.1	1	0	1	<i>Pheidole</i> sp.21	0	2	2
<i>Labidus</i> sp.2	7	3	10	<i>Pheidole</i> sp.22	0	1	1
Dolichoderinae				<i>Pheidole</i> sp.23	0	1	1
<i>Linepithema</i> sp.1	24	8	32	<i>Pheidole</i> sp.24	2	1	3
<i>Tapinoma atriceps</i>	1	0	1	<i>Procrystocerus</i> sp.	1	0	1
Formicinae				<i>Pyramica crassicornis</i>	27	0	27
<i>Acropyga</i> sp.1	0	5	5	<i>Pyramica denticulata</i>	28	0	28
<i>Acropyga</i> sp.2	2	2	4	<i>Pyramica rugithorax</i>	1	0	1
<i>Acropyga</i> sp.3	0	1	1	<i>Pyramica</i> sp.1	8	2	10
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	8	5	13	<i>Rhopalothrix plaumanni</i>	1	4	5
<i>Brachymyrmex</i> sp.2	2	0	2	<i>Solenopsis</i> sp.1	25	3	28
<i>Brachymyrmex</i> sp.3	20	11	31	<i>Solenopsis</i> sp.2	54	11	65
<i>Brachymyrmex</i> sp.4	2	1	3	<i>Solenopsis</i> sp.3	39	81	120
<i>Brachymyrmex</i> sp.6	1	0	1	<i>Solenopsis</i> sp.4	14	2	16
<i>Brachymyrmex</i> sp.7	0	1	1	<i>Solenopsis</i> sp.6	40	0	40
<i>Brachymyrmex</i> sp.11	1	0	1	<i>Solenopsis</i> sp.7	8	0	8
<i>Brachymyrmex</i> sp.12	3	1	4	<i>Solenopsis</i> sp.9	6	9	15
<i>Brachymyrmex</i> sp.13	1	0	1	<i>Solenopsis</i> sp.13	0	8	8
<i>Brachymyrmex</i> sp.16	0	1	1	<i>Solenopsis</i> sp.14	0	2	2
<i>Brachymyrmex</i> sp.17	0	5	5	<i>Solenopsis</i> sp.16	0	5	5
<i>Brachymyrmex</i> sp.18	0	1	1	<i>Solenopsis</i> sp.18	0	2	2
<i>Camponotus</i> sp.1	1	0	1	<i>Solenopsis</i> sp.20	0	2	2
<i>Paratrechina</i> sp.1	5	0	5	<i>Strumigenys louisianae</i>	34	27	61
Myrmicinae				<i>Stegomyrmex vizzotai</i>	1	0	1
<i>Acanthognathus rudis</i>	2	0	2	<i>Trachymyrmex</i> sp.	2	0	2
<i>Acanthognathus ocellatus</i>	2	0	2	<i>Wasmannia</i> sp.	32	0	32
<i>Acromyrmex coronatus</i>	0	4	4	Ponerinae			
<i>Acromyrmex</i> sp.1	4	1	5	<i>Amblyopone degenerata</i>	13	7	20
<i>Apterostigma</i> sp.1	6	0	6	<i>Amblyopone armigera</i>	0	1	1
<i>Apterostigma</i> sp.2	2	1	3	<i>Anochetus altisquamis</i>	1	0	1
<i>Apterostigma</i> sp.3	5	0	5	<i>Discothyrea neotropica</i>	23	8	31
<i>Basicores disciger</i>	9	0	9	<i>Gnamptogenys reichenspergeri</i>	0	12	12
<i>Carebara</i> sp.1	6	5	11	<i>Gnamptogenys striatula</i>	29	3	32
<i>Cyphomyrmex</i> sp.1	23	5	28	<i>Gnamptogenys striolata</i>	1	6	7
<i>Cyphomyrmex</i> sp.2	10	0	10	<i>Gnamptogenys</i> sp.2	0	1	1
<i>Cyphomyrmex</i> sp.3	7	16	23	<i>Gnamptogenys</i> sp.3	2	1	3
<i>Cyphomyrmex</i> sp.4	0	1	1	<i>Heteroponera mayri</i>	17	3	20
<i>Crematogaster</i> sp.1	2	0	2	<i>Hypoconera</i> sp.1	38	4	42
<i>Crematogaster</i> sp.5	1	0	1	<i>Hypoconera</i> sp.2	35	9	44
<i>Hylomyrma reitteri</i>	47	4	51	<i>Hypoconera</i> sp.3	66	7	73
<i>Megalomyrmex drifti</i>	2	0	2	<i>Hypoconera</i> sp.4	34	21	55
<i>Megalomyrmex silvestrii</i>	4	0	4	<i>Hypoconera</i> sp.5	1	0	1
<i>Octostruma rugifera</i>	25	4	29	<i>Hypoconera</i> sp.6	0	30	30
<i>Oxyepoecus punctifrons</i>	9	0	9	<i>Hypoconera</i> sp.7	0	1	1
<i>Octostruma stenognatha</i>	67	7	74	<i>Hypoconera</i> sp.8	0	5	5
<i>Oxyepoecus rastratus</i>	0	1	1	<i>Hypoconera</i> sp.9	0	1	1
<i>Oxyepoecus reticulatus</i>	2	13	15	<i>Hypoconera</i> sp.10	0	1	1
<i>Oxyepoecus</i> sp.1	0	1	1	<i>Pachycondyla striata</i>	4	0	4
<i>Oxyepoecus</i> sp.2	1	12	13	<i>Pachycondyla harpax</i>	0	1	1
<i>Pheidole</i> sp.2	2	0	2	<i>Pachycondyla</i> sp.1	7	0	7
<i>Pheidole</i> sp.4	0	15	15	<i>Pachycondyla</i> sp.4	0	2	2
<i>Pheidole</i> sp.5	46	4	50	<i>Typhlomyrmex</i> sp.1	0	5	5
<i>Pheidole</i> sp.6	12	0	12	<i>Typhlomyrmex</i> sp.2	0	2	2
<i>Pheidole</i> sp.7	1	0	1	Pseudomyrmecinae			
<i>Pheidole</i> sp.12	2	0	2	<i>Pseudomyrmex</i> sp.	1	0	1
<i>Pheidole</i> sp.14	6	0	6	Número de registros	1.010	439	1.449
<i>Pheidole</i> sp.16	14	0	14	Número de espécies	81	71	113

EDITORIAL COMMITTEE

Editor-in-Chief: Hussam Zaher, Serviço de Vertebrados, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 42.494, CEP 04218-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: hzaher@ib.usp.br.

Associate Editors: Antonio C. Marques (Universidade de São Paulo, Brasil), Mario C.C. de Pinna (Universidade de São Paulo, Brasil), Sergio A. Vanin (Universidade de São Paulo, Brasil).

Editorial Board: Aziz N. Ab'Saber (Universidade de São Paulo, Brasil), Rudiger Bieler (Field Museum of Natural History, U.S.A.), Walter A.P. Boeger (Universidade Federal do Paraná, Brasil), Carlos Roberto F. Brandão (Universidade de São Paulo, Brasil), James Carpenter (American Museum of Natural History, U.S.A.), Ricardo Macedo Correa e Castro (Universidade de São Paulo, Brasil), Darrel Frost (American Museum of Natural

History, U.S.A.), W.R. Heyer (National Museum of Natural History, U.S.A.), Ralf Holzentahl (University of Minnesota, U.S.A.), Adriano Kury (Museu Nacional do Rio de Janeiro, Brasil), Gerardo Lamas (Museu Javier Prado de Lima, Peru), John Maisey (American Museum of Natural History, U.S.A.), Ubirajara Martins (Universidade de São Paulo, Brasil), Naércio Menezes (Universidade de São Paulo, Brasil), Christian de Muizon (Muséum National d'Histoire Naturelle, France), Nelson Papavero (Universidade de São Paulo, Brasil), James Patton (University of Berkeley, U.S.A.), Richard Prum (University of Kansas, U.S.A.), Marcos Raposo (Museu Nacional do Rio de Janeiro, Brasil), Olivier Riéppel (Field Museum of Natural History, U.S.A.), Miguel T.U. Rodrigues (Universidade de São Paulo, Brasil), Randahl Schuh (American Museum of Natural History, U.S.A.), Marcos Tavares (Universidade de São Paulo, Brasil), Paulo E. Vanzolini (Universidade de São Paulo, Brasil), Richard Vari (National Museum of Natural History, U.S.A.), Mario de Vivo (Universidade de São Paulo, Brasil) and Paulo Young (Museu Nacional do Rio de Janeiro, Brasil).

INSTRUCTIONS TO AUTHORS (MAY 2002)

General Information: *Papéis Avulsos de Zoologia* covers primarily the fields of Zoology, publishing original contributions in systematics, paleontology, evolutionary biology, ecology, taxonomy, anatomy, behavior, functional morphology, molecular biology, ontogeny, faunistic studies, and biogeography. *Papéis Avulsos de Zoologia* also encourages submission of theoretical and empirical studies that explore principles and methods of systematics.

All contributions must follow the International Code of Zoological Nomenclature. Relevant specimens should be properly curated and deposited in a recognized public or private, non-profit institution. Tissue samples should be referred to their voucher specimens and all nucleotide sequence data (aligned as well as unaligned) should be submitted to GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/>) or EMBL (<http://www.ebi.ac.uk/>).

Peer Review: All submissions to *Papéis Avulsos de Zoologia* are subject to review by at least two referees and the Editor-in-Chief. Three legible copies (including photocopies of original illustrations) and original illustrations must be submitted; all authors will be notified of submission date. Authors may suggest potential reviewers. Communications regarding acceptance or rejection of manuscripts are made through correspondence with the first or corresponding author only. Once a manuscript is accepted providing changes suggested by the referees, the author is requested to return a revised version incorporating those changes (or a detailed explanation of why reviewer's suggestions were not followed) within four weeks upon receiving the communication by the editor. Revised manuscripts must be submitted as both hard copy and electronic file (3.5" disk, Zip Drive, or CD Rom with text in Microsoft Word format). Figures and graphics should be sent separately ("jpg", "tif", ".xls", ".cdr").

Proofs: Page-proofs with the revised version will be sent to the first or corresponding author. Page-proofs *must be returned to the editor in two weeks, preferentially within 48 hours*. Failure to return the proof promptly may be interpreted as approval with no changes and/or may delay publication. Only necessary corrections in proof will be permitted. Once page proof is sent to the author, further alterations and/or significant additions of text are permitted only at the author's expense or in the form of a brief appendix ("note added in proof").

Submission of Manuscripts: Manuscripts should be sent to the Editor-in-Chief (H. Zaher, Museu de Zoologia da USP, Caixa Postal 42.494, CEP 04218-970, São Paulo, SP, Brasil). Manuscripts are considered on the understanding that they have not been published or will not appear elsewhere in substantially the same or abbreviated form. The criteria for acceptance of articles are: quality and relevance of research, clarity of text, and compliance with the guidelines for manuscript preparation.

Manuscripts should be written preferentially in English, but texts in Portuguese or Spanish will also be considered. Studies with a broad coverage are encouraged to be submitted in English. All manuscripts should include an abstract in Portuguese and English regardless of the original language.

Authors are requested to pay attention to the instructions concerning the preparation of the manuscripts. Close adherence to the guidelines will expedite processing of the manuscript, whereas manuscripts deviating from the required form will be returned for revision prior to review.

Manuscript Form: Manuscripts should not exceed 100 pages of double-spaced typescript on 21 by 29.7 cm (A4 format) or 21.5 by 28 cm (letter format) paper, with wide margins. The pages of the manuscript should be numbered consecutively.

The text of articles should be arranged in the following order: Title Page, Abstracts, Body of Text, Literature Cited, Tables, Appendices, and Figure Captions. Each of these sections should begin on a new page. All typescript pages must be double-spaced.

- (1) **Title Page:** This should include the title, author(s) name(s), institutions, and keywords in English as well as in the language of the manuscript, and a short running title in the language of the manuscript. The title should be concise and, where appropriate,

should include mention of families and/or higher taxa. Names of new taxa should not be included in titles.

- (2) **Abstract:** All papers should have an abstract in English and another in Portuguese, regardless of the original language. The abstract is of great importance as it may be reproduced elsewhere. It should be in a form intelligible if published alone and should summarize the main facts, ideas, and conclusions of the article. Telegraphic abstracts are strongly discouraged. Include all new taxonomic names for referencing purposes. Abbreviations should be avoided. It should not include references. Abstracts should not exceed 350 words.
- (3) **Body of Text:** The main body of the text should include the following sections: Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, and Acknowledgments at end. Primary headings in the text should be in capital letters and centered; the following text should begin on the next line, indented. Secondary headings should be in capital and lowercase letters and flush left; the following text should begin on the next line, indented. Tertiary headings should be in capital and lower case letters, in italics and indented; the following text should be on the same line and separated from the heading by a hyphen.
- (4) **Literature Cited:** Citations in the text should be given as: Silva (1998)..., Silva (1998:14-20)..., Silva (1998: figs. 1, 2)..., Silva (1998a, b)..., Silva & Oliveira (1998)..., (Silva, 1998)..., (Rangel, 1890; Silva & Oliveira, 1998a, b; Adams, 2000)..., (Silva, pers. comm.)..., (Silva *et al.*, 1998), the latter when the paper has three or more authors. The reference need not be cited when author and date are given only as authority for a taxonomic name. The literature section should be arranged strictly alphabetically and given in the following format:

Journal Article – Silva, H.R.; Oliveira, H. & Rangel, S. Year. Article title. Journal name, 000:000-000. Names of journals must be spelled out in full.

Books – Silva, H.R. Year. Book title. Publisher, Place.

Articles in Books – Silva, H.R. Year. Article title. In: Oliveira, H. & Rangel, S. (Eds.), Book title. Publisher, Place, p.000-000.

Articles in Larger Works – Silva, H.R. Year. Article title. In: H. Oliveira & S. Rangel (Eds.), Title of Larger Work. Serial Publication. Publisher, Place, p.000-000.

Dissertations and Theses – Silva, H.R. Year. Dissertation title. Ph.D. Dissertation, University, Place.

Electronic Publications – Silva, H.R. Year. Article title. Available at: <http://www.mz.usp.br>.

Tables: All tables must be numbered in the same sequence in which they appear in the text. Authors are encouraged to indicate where the tables should be placed in the text. They should be comprehensible without reference to the text. Tables should be formatted with horizontal, not vertical, rules. In the text, tables should be referred as Table 1, Tables 2 and 3, Tables 2-6. Use "TABLE" in the table heading.

Illustrations: Figures should be numbered consecutively, in the same sequence they appear in the text. Separate illustrations of a composite figure should be identified by capital letters and referred in the text as so (fig. 1A). Where possible, letters should be placed in the lower right corner of each illustration of a composite figure. Hand-written lettering on illustrations is unacceptable. Illustrations should be mounted on stout, white cardboard. Figures should be mounted in order to minimize blank areas between separate illustrations. High quality color or black and white photographs, and computer generated figures are preferable. Authors are encouraged to indicate where the figures should be placed in the text. Use "(Fig(s))" and "Figure(s)" for referring to figures in the text, but "FIGURE(S)" in the figure captions and "(fig(s))" when referring to figures in another paper.

For other details of manuscript preparation of format, consult the CBE Style Manual, available from the Council of Science Editors
(<http://www.councilscienceeditors.org/publications/style.cfm>).

Papéis Avulsos de Zoologia and Arquivos de Zoologia are publications of the Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (www.mz.usp.br).