

## **Diversidade de formigas de solo em um gradiente sucessional de Mata Atlântica, ES, Brasil.**

**Inara R. Leal  
Sirayama de O. Ferreira  
André V. L. Freitas**

Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Departamento de  
Zoologia, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de  
Campinas, Caixa Postal 6109, CEP 13081-970, Campinas - SP

### **Resumo**

Coletas qualitativas e quantitativas de formigas foram realizadas na Reserva Florestal da Companhia Vale do Rio Doce em Linhares, ES. Foram oferecidas 30 iscas de sardinha, em cada ambiente, ao longo de um gradiente sucessional - borda de mata, mata secundária e mata primária. Foram registradas 61 espécies, distribuídas entre as subfamílias Myrmicinae, Ponerinae, Formicinae, Dolichoderinae e Pseudomyrmecinae. As três áreas apresentaram valores altos de diversidade e similaridade para a fauna de formigas, ocorrendo o maior número de espécies no estágio intermediário. A partir destes dados sugere-se que pequenos distúrbios na vegetação tem baixo impacto sobre a diversidade de formigas de chão.

Unitermos: formigas de solo, sucessão ecológica, estrutura de comunidades, Mata Atlântica.

### **Summary**

Qualitative and quantitative collections of ants were made in the Reserva Florestal da Companhia Vale do Rio Doce in Linhares, ES. The

ants were surveyed with sardine baits along a successional gradient - forest border, secondary forest and primary

forest. We collected 61 ant species, of the subfamilies Myrmicinae, Ponerinae, Formicinae, Dolichoderinae and Pseudomyrmecinae. The three sites presented high values of diversity and similarity of the ant fauna. The intermediary successional stage presented the greatest number of species. We suggest that small disturbances in vegetation structure have a low impact on the diversity of the ground ants.

Keywords: ground ants, ecological succession, community structure, Atlantic Forest.

## Introdução

Várias hipóteses têm sido sugeridas para explicar as diferenças na diversidade das comunidades, tais como: tempo, heterogeneidade espacial, competição, predação, estabilidade climática, entre outras (Pianka, 1966). Em estudos sobre comunidades de formigas, a hipótese da competição é a mais frequentemente aceita (Greenslade, 1971; Levings, 1983; Savolainen e Vepsäläinen, 1988), devido a atributos como escassez de inimigos naturais e formação de colônias temporalmente estáveis (Wilson, 1971). A maioria das comunidades encontra-se em estado de não equilíbrio (Huston, 1979), sendo que qualquer condição que aumente a pressão de competição leva à redução na diversidade. Huston (1979) sugere ainda que uma maior heterogeneidade ambiental leva a uma maior diversidade.

Alterações ambientais podem dar início a processos de sucessão ecológica, ocasionando modificações na diversidade e abundância da fauna de artrópodes (Richards e Southwood, 1968). A influência deste processo sobre a estrutura e organização de comunidades de formigas tropicais é ainda pouco esclarecida (Castro *et al.*, 1990).

Mudanças na complexidade da cobertura vegetal e, conseqüentemente, no microclima têm grande influência na diversidade de formigas (Greenslade e Greenslade, 1977; Fowler, 1988; Morais e Benson, 1988). Na costa da Holanda, em dunas com diferentes estágios sucessionais, Bosma e Van Loon (1982) observaram forte correlação entre a diversidade de formigas e a diversidade de microhabitats. Nos estágios iniciais de sucessão, espécies pioneiras eram dominantes e, à medida que a sucessão



avançava, havia estabelecimento de novas espécies, aumentando a diversidade nos estágios finais.

O objetivo deste estudo é comparar a diversidade de espécies de formigas de solo em um gradiente sucessional de Mata Atlântica: borda de mata, mata secundária e mata primária.

## **Materiais e métodos**

### **1) Área de estudo**

O estudo foi realizado na Reserva Florestal da Companhia Vale do Rio Doce (RFCVRD), localizada entre os municípios de Linhares e São Mateus, ES (19°10'S, 40°00'W; altitudes entre 0 e 50 m). A cobertura vegetal é constituída por Floresta Subtropical úmida (Holdridge, 1967), sendo parte integrante da Hiléia Baiana (Jesus, 1988). O total de pluviosidade anual fica em torno de 1400 mm, com estação seca de maio a setembro. A temperatura média anual é de 23°C, com média mínima de 15°C em julho e máxima de 27°C em fevereiro (Peixoto e Gentry, 1990). A reserva tem área de 22.000 ha, sendo o solo em alguns pontos, do tipo latossolo vermelho-amarelo coberto geralmente por floresta densa e, em outros pontos, do tipo arenoso coberto geralmente por vegetação semelhante à restinga (Jesus, 1988).

### **2) Metodologia**

De 28/07 a 02/08 de 1992 foram amostradas espécies de formigas em três trilhas ao longo de um gradiente de sucessão vegetacional. A primeira trilha amostrada foi na borda da mata, onde o sub-bosque e algumas árvores haviam sido cortadas recentemente e estavam rebrotando. A camada de serrapilheira nesta primeira trilha era pequena e o dossel atingia de 15 a 20 m. A segunda trilha localizava-se em mata secundária, distando 200 m da primeira, com um sub-bosque pouco denso e dossel atingindo de 20 a 25 m e a camada de serrapilheira era grande. A terceira trilha localizava-se em mata primária a 300m da segunda, o sub-bosque era mais denso, o dossel atingia cerca de 25 m e a camada de serrapilheira era semelhante a da segunda trilha. Em cada trilha foram feitas duas replicações.



As formigas foram coletadas com iscas de sardinha que, juntamente com coletas manuais, é o método mais usado para formigas (Romero e Jaffé, 1989). Foram oferecidas 30 iscas em papel higiênico sobre o solo, em cada trilha, com 10 m de espaçamento entre cada isca (Morais, 1980; Benson e Brandão, 1987; Benson e Harada, 1988; Romero e Jaffé, 1989).

Decorridos cerca de 120 minutos da colocação, as iscas foram recolhidas juntamente com o folhicho imediatamente abaixo e colocadas numa bandeja com fluon nas laterais, para que as formigas não fugissem. As formigas foram então coletadas com pinças e colocadas em vidros com álcool 70% GL. Em laboratório, as formigas foram separadas, montadas e identificadas até gênero (Holldobler e Wilson, 1990) e separadas em morfoespécies.

A diversidade de cada trilha foi estimada pelo índice de diversidade de Simpson (DS). Este índice foi escolhido por ser mais sensível a mudanças na composição das espécies mais abundantes (Krebs, 1989) e, também, devido ao pequeno número de amostragens, em que as espécies raras teriam baixa probabilidade de aparecerem nas iscas. A similaridade entre as áreas foi calculada através do índice de Morisita (IM) por este não ser influenciado por outras variáveis, como a diversidade das amostras (Wolda, 1981). Este índice foi utilizado também para verificar a similaridade entre as replicações de cada trilha.

Para distinguir padrões na estrutura das comunidades foram feitas curvas de distribuição de abundâncias (Magurran, 1989). A abundância de cada espécie foi calculada de acordo com o número de ocorrências nas iscas e não com base no número de indivíduos (Benson e Brandão, 1987; Benson e Harada, 1988; Leal e Lopes, 1992), pois as espécies que possuem sistema de recrutamento mais eficiente seriam superestimadas.

## Resultados

Foram obtidas um total de 61 espécies de formigas distribuídas entre as subfamílias Myrmicinae (33), Ponerinae (16), Formicinae (7), Dolichoderinae (3) e Pseudomyrmecinae (2) (Tabela 1). O número total de espécies é subestimado para cada área, pois o método apenas amostra uma parcela de fauna de formigas local, não incluindo a fauna arborícola

e outras formigas com hábitos mais restritos, como as Attini, predadoras especializadas ou formigas de correição. De maneira geral, a fauna de formigas amostradas foi semelhante, comparando-se as replicações numa mesma trilha (IM = 1,06; 0,99; 0,95, respectivamente na borda da mata, mata secundária e mata primária). Assim, as demais análises foram feitas utilizando as duas replicações como uma única amostra de cada área.

**Tabela 1** - Espécies de formigas coletadas com iscas de sardinha e suas respectivas frequências relativas, nas três trilhas amostradas na RFCVRD, em Linhares, ES.

Espécies	borda %	mata secundária %	mata primária %
MYRMICINAE			
<i>Pheidole</i> sp. 1	20,0	11,7	16,7
<i>Pheidole</i> sp. 2	6,7	10,0	8,3
<i>Pheidole</i> sp. 3	20,0	40,0	46,7
<i>Pheidole</i> sp. 4	3,3	11,7	8,3
<i>Pheidole</i> sp. 5	3,3	1,7	-
<i>Pheidole</i> sp. 6	1,7	10,0	1,7
<i>Pheidole</i> sp. 7	1,7	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 8	1,7	6,7	-
<i>Pheidole</i> sp. 9	-	-	10,0
<i>Pheidole</i> sp. 10	-	1,7	6,7
<i>Pheidole</i> sp. 11	-	1,7	1,7
<i>Pheidole</i> sp. 12	-	1,7	1,7
<i>Pheidole</i> sp. 13	-	5,0	-
<i>Pheidole</i> sp. 14	-	3,3	-
<i>Pheidole</i> sp. 15	1,7	-	-
<i>Solenopsis</i> sp. 1	41,7	60,0	60,0
<i>Solenopsis</i> sp. 2	1,7	-	-
<i>Solenopsis</i> sp. 3	3,3	-	-
<i>Solenopsis</i> sp. 4	-	18,3	8,3
<i>Solenopsis</i> sp. 5	-	1,7	1,7
<i>Solenopsis</i> sp. 6	-	23,3	21,7
<i>Crematogaster</i> sp. 1	5,0	3,3	5,0



## Diversidade de formigas de solo

<i>CreMATogaster</i> sp. 2	1,7	1,7	1,7
<i>CreMATogaster</i> sp. 3	1,7	3,3	3,3
<i>Strumigenys denticulata</i>	-	-	1,7
<i>Strumigenys</i> sp.	-	1,7	3,3
<i>Octostruma</i> sp. 1	-	-	1,7
<i>Octostruma</i> sp. 2	-	3,3	1,7
<i>Wasmannia</i> sp.	36,7	1,7	15,0
<i>Oxyepoecus</i> sp.	-	-	1,7
<i>Cyphomyrmex</i> sp.	-	1,7	-
<i>Apterostigma</i> sp.	-	1,7	-
<i>Acromyrmex</i> sp.	1,7	-	1,7
<hr/>			
PONERINAE			
<i>Odontomachus haematodus</i>	11,7	3,3	5,0
<i>Odontomachus minutus</i>	6,7	1,7	6,7
<i>Odontomachus chelifer</i>	-	3,3	-
<i>Hypoponera</i> sp. 1	5,0	10,0	20,0
<i>Hypoponera</i> sp. 2	-	3,3	-
<i>Hypoponera</i> sp. 3	-	1,7	-
<i>Hypoponera</i> sp. 4	-	1,7	-
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	11,7	1,7	-
<i>Ectatomma permagnum</i>	11,7	-	-
<i>Ectatomma edentatum</i>	1,7	-	5,0
<i>Pachycondyla constricta</i>	5,0	8,3	23,3
<i>Pachycondyla striata</i>	-	1,7	-
<i>Pachycondyla venusta</i>	-	-	3,3
<i>Gnamptogenys mordax</i>	1,7	-	-
<i>Anochetus grupo mayri</i>	-	-	1,7
<hr/>			
FORMICINAE			
<i>Camponotus crassus</i>	6,7	1,7	-
<i>Camponotus</i> sp. 1	1,7	-	1,7
<i>Camponotus</i> sp. 2	-	1,7	-
<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	15,0	-	5,0

<i>Brachymyrmex</i> sp. 2	1,7	1,7	1,7
<i>Paratrechina</i> sp. 1	3,3	-	1,7
<i>Paratrechina</i> sp. 2	-	6,7	1,7
-----			
DOLICHODERINAE			
<i>Linepithema</i> sp. 1	1,7	-	-
<i>Linepithema</i> sp. 2	-	3,3	1,7
<i>Tapinoma</i> sp.	3,3	-	-
-----			
PSEUDOMYRMECINAE			
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	13,3	1,7	3,3
<i>Pseudomyrmex oculatus</i>	1,7	-	-
-----			
Número de espécies	34	40	38
-----			

Na mata secundária foi amostrado maior número de espécies que nas outras duas áreas, enquanto que a maior abundância foi obtida na mata primária (Tabela 1). Na borda da mata muitas das espécies registradas são arborícolas ou forrageiam mais intensamente na vegetação, como *Ectatomma tuberculatum* e a maioria dos gêneros de Formicinae, Dolichoderinae e as espécies de Pseudomyrmecinae. Espécies características de folhicho, registradas nas matas primária e secundária, não foram observadas na borda da mata.

Os valores do índice de diversidade foram altos e semelhantes entre as trilhas (Tabela 2). Na borda da mata houve maior diversidade de formigas, seguida das matas secundária e primária, com valores iguais. Quanto à similaridade da fauna (Tabela 3), as matas secundária e primária foram mais semelhantes entre si e diferentes da borda da mata.

**Tabela 2** - Valores dos índices de diversidade para formigas nas três trilhas amostradas na RFCVRD, em Linhares, ES.

LOCAL	ALPHA	SIMPSON
borda	14,07	0,93
mata secundária	16,53	0,92
mata primária	14,90	0,92

Tabela 3 - Valores do índice de similaridade para formigas, nas trilhas amostradas na RFCVRD, em Linhares, ES.

LOCAL	MORISITA
borda x mata secundária	0,72
borda x mata primária	0,82
mata secundária x mata primária	0,99

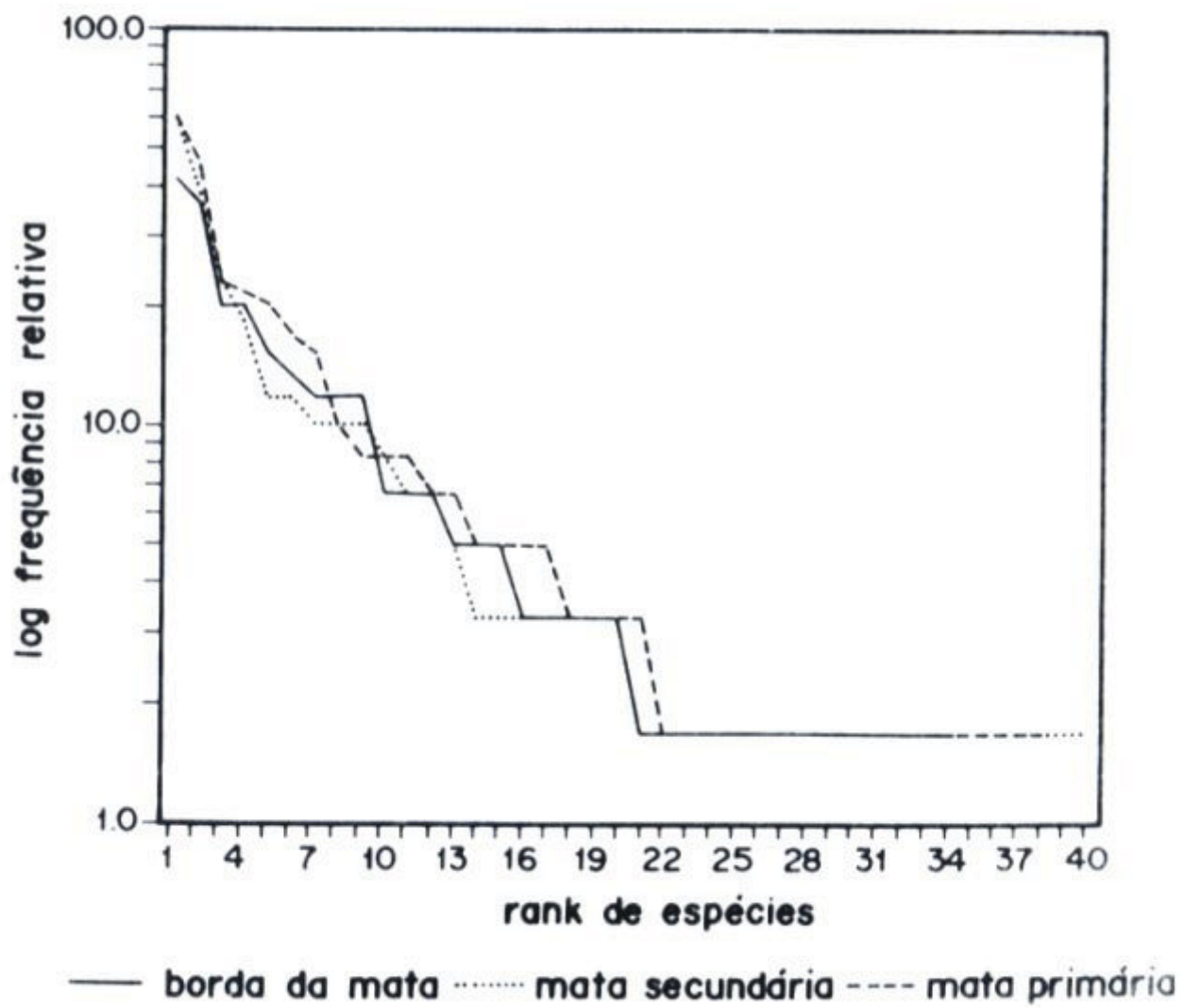


Figura 1 - Curva de distribuição de espécies de formigas em três trilhas amostradas na RFCVRD em Linhares, ES.



A figura 1 mostra a distribuição de abundância das espécies nas três áreas amostradas. As curvas ajustam-se ao modelo de distribuição log-séries. Os valores calculados do Qui-quadrado foram: 7,73 com  $P = 0,4$  para a borda; 4,31 com  $P = 0,7$  para a mata secundária e 4,77 com  $P = 0,7$  para a mata primária ( $N = 60$  e  $GL = 7$ ).

## Discussão

Na maioria dos trabalhos sobre comunidades de formigas, principalmente quando são comparadas diversidades em áreas com diferentes latitudes, altitudes, tipo de vegetação, estágio sucessional ou qualquer outro parâmetro, é proposto que a diversidade aumente à medida que aumenta a complexidade estrutural do habitat (Huston, 1979; Benson e Harada, 1988; Veena e Soni, 1992). Os principais fatores que influenciam este aumento são: a diversidade de sítios de nidificação, a quantidade de alimento disponível, a área de forrageamento e a interação competitiva entre as espécies (Huston 1979; Benson e Harada, 1988; Fowler, 1988; Morais e Benson, 1988; Hölldobler e Wilson, 1990).

Os resultados obtidos aqui parecem não indicar uma relação direta entre a diversidade de formigas e a complexidade estrutural do meio. Entretanto, em áreas muito abertas ou perturbadas, a diversidade e a riqueza são consideravelmente menores em relação às obtidas nesse trabalho (Leal e Lopes, 1992; Caldas e Moutinho, 1993). A borda da mata, apesar de apresentar menos espécies que as outras áreas, teve um valor maior para o índice de diversidade. Uma possível explicação para este fato é que *Solenopsis sp.* 6, não registrada na borda da mata, quando ocorria em alguma isca, era sempre a única espécie devido ao seu comportamento extremamente agressivo e rápido recrutamento de muitos indivíduos. Como esta espécie foi muito comum nas matas secundária e primária, mesmo estes locais apresentando maior número de espécies, a alta relação de dominância entre estas teria levado a uma redução nos valores do índice.

Quanto à similaridade, a borda da mata parece ser a mais diferenciada quando comparada às outras áreas. A recente retirada do sub-bosque e o pequeno tamanho das plantas na borda da mata, possibilitaram que fossem amostradas algumas espécies de formigas que fazem ninhos no chão, mas forrageiam preferencialmente na vegetação, como *Ectatomma tuber-*

*culatum* e *Camponotus crassus*. Carroll (1974) sugere que um aumento na abundância de *E. tuberculatum* é uma resposta à ausência de formigas arborícolas após um distúrbio como fogo sobre a vegetação. Essas espécies não foram amostradas na mata secundária e primária onde o sub-bosque era mais alto. Além disso, espécies encontradas em folhiço como *Strumigenys denticulata* e *Strumigenys sp.* e *Octostruma sp.* 1 e *sp.* 2, não foram registradas na borda, provavelmente pela menor quantidade de serrapilheira neste local.

O modelo log-séries de distribuição de abundância de espécies é característico de ambientes em estágios intermediários de sucessão (Krebs, 1989; Magurran, 1989). Estes ambientes tem alta diversidade, pois coexistem espécies de estágios iniciais e finais sucessão. Além disso, não ocorre dominância por espécies pioneiras, nem por espécies características de comunidades clímax (Ricklefs, 1990). De fato, nesse estudo, a mata secundária apresentou o maior número de espécies. Estes dados indicam que pequenos distúrbios na vegetação têm baixo impacto sobre a diversidade de formigas de chão, devendo ser maior para formigas arborícolas que usam mais ativamente a vegetação para forragear e nidificar. Essa idéia é também sugerida por Caldas e Moutinho (1993), que fizeram um levantamento semelhante em áreas manejadas em relação ao estrato arbóreo.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Dr. W.W. Benson pela ajuda na identificação das espécies, à Companhia Vale do Rio Doce pelo apoio logístico na Reserva Florestal; Ao Dr. P. S. Oliveira, E. A. Fischer, F. Medeiros e C. Castro pela leitura e sugestões do manuscrito e à Fundação MB, CAPES, CNPq e FAPESP que financiaram parte das atividades desenvolvidas. Os espécimes estão depositados na coleção particular de Inara R.Leal.

## Referências bibliográficas

Benson, W. W. and Brandão, C. R. F. (1987). *Pheidole* diversity in the humid tropics: a survey from Serra dos Carajás, Pará, Brazil. In:



I. R. Leal et al.

- Eder/Rembold (Editors), *Chemistry and Biology of Social Insects*. Munchen. Verlag, 593-594 pp.
- Benson, W.W. and Harada, A. Y. (1988). Local diversity of tropical and temperate ant faunas (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Amazonica*, 18: 275-289.
- Boosma, J. J. and Van Loon, A. J. (1982). Structure and diversity of ant communities in successive coastal dune valleys. *J. An. Ecol.*, 51: 957-974.
- Caldas, A. e Moutinho, P. R. S. (1993). Composição e diversidade da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em áreas sob remoção experimental de árvores na Reserva Florestal de Linhares, ES, Brasil. *Revta. Bras. Ent.*, 37: 299-304.
- Castro, A. G.; Queiros, M. V. B. e Araújo, L. M. (1990). O papel do distúrbio na estrutura de comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae). *Revta. Bras. Ent.*, 34: 201-213.
- Carroll, C.R. (1974). *The Structure of tropical Arboreal Ant Communities*. Tese de Doutorado, University of Chicago, Chicago, 150pp.
- Fowler, H.G. (1988). A organização das comunidades de formigas no Estado de Mato Grosso, Brasil. *Anais Mus. Hist. Nat.*, 19: 35-42.
- Greenslade, P. J. M. (1971). Interspecific competition and frequency changes among ants in a Solomon Islands coconut plantation. *J. Appl. Ecol.*, 8: 323-352.
- Greenslade, P. J. M. and Greenslade, P. (1977). Some effects of vegetation cover and disturbance on a tropical ant fauna. *Insects Socioux*, 24: 63-82.
- Holgridge, L. R. (1967). *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center, San Jose, 200 pp.
- Hölldobler, B. and Wilson, E. O. (1990). *The Ants*. Harvard University Press, Cambridge, 732 pp.
- Huston, M. (1979). A general hypothesis of species diversity. *Am. Nat.*, 113: 81-101.
- Jesus, R. M. (1988). A reserva Florestal da CVRD. *Anais do VI Congresso Florestal Estadual*, pp. 59-112.

- Krebs, C. J. (1989). *Ecological Methodology*. Harper and Row, Publishers. New York, 654 pp.
- Leal, I.R. e Lopes, B.C. (1992). Estrutura das comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de solo e vegetação no morro da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, SC. *Biotemas*, 5: 107-122.
- Levings, S. C. (1983). Seasonal, annual, and among-sites variation in the ground ant community of a deciduous tropical forest: some causes of patchy species distributions. *Ecol. Monogr.*, 53: 435-455.
- Magurran, A. E. (1989). *Diversidad Ecológica y su Medicion*. Ediciones Vendra Barcelona, 200 pp.
- Morais H. C. (1980). *Estrutura de uma comunidade de Formigas Arborícolas em Vegetação de Campo Cerrado*. Tese de Mestrado, UNICAMP, Campinas - SP, 123 pp.
- Morais, H. C. e Benson, W.W. (1988). Recolonização de vegetação de cerrado após queimadas por formigas arborícolas. *Rev.Bras. Bio.*, 48: 459-466.
- Peixoto, A. L. e Gentry, A. (1990). Diversidade e composição florística da mata de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares (Espírito Santo, Brasil). *Revista Bras. Bot.*, 13: 19-25.
- Pianka, E. R. (1966). Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. *Am. Nat.*, 100: 33-46.
- Richards, O. W. and Southwood, T. R. E. (1968). The abundance of insects. In: Southwood, T. R. E. (Editor), *Insect abundance. Symposium of the Royal Entomological Society of London*, 4: 1-7.
- Ricklefs, R. E. (1990). *Ecology*. Freeman, W. H. and Company (Editors), 897 pp.
- Romero, H. and Jaffé, K. (1989). A comparison of methods of sampling ants (Hymenoptera: Formicidae) in savannas. *Biotropica*, 21: 348-352.
- Savolainen, R. and Vepsäläinen, K. (1988). A competition hierarchy among boreal ants: impact on resource partitioning and community structure. *Oikos*, 51: 135-155.
- Veena, B. and Soni, P. (1992). Revegetation and ant colonization relationship in reclaimed rock phosphate mines. *J. Trop. Ecol.*, 33: 223-231.
- Wilson, E. O (1971). *The Insect Societies*. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, 548 pp.
- Wolda, H. (1981). Similarity indices, sample size and diversity. *Oecologia*, 50: 296-302.