



ARTIGO

## Efeito da complexidade estrutural do ambiente sobre as comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no município de Resende, RJ, Brasil

Luciano Martins<sup>1\*</sup>, Fábio Souto Almeida<sup>2,3</sup>, Antônio José Mayhé-Nunes<sup>1</sup> e André Barbosa Vargas<sup>4</sup>

Recebido: 07 de julho de 2010

Recebido após revisão: 22 de dezembro de 2010

Aceito: 28 de dezembro de 2010

Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1653>

**RESUMO:** (Efeito da complexidade estrutural do ambiente sobre a comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no município de Resende, RJ, Brasil). O estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da complexidade estrutural do ambiente sobre a fauna de formigas, no município de Resende-RJ. A coleta da mirmecofauna foi realizada com iscas de sardinha no mês de setembro de 2003 em quatro ambientes: pastagem, reflorestamento comercial (cultivo de eucalipto), reflorestamento ecológico (reflorestamento com espécies arbóreas nativas) e fragmento florestal. Foram obtidos 16 gêneros e 47 espécies no total. A riqueza de espécies foi maior no reflorestamento ecológico (24 espécies), seguido do fragmento florestal (20 espécies), do reflorestamento comercial (17 espécies) e da pastagem (13 espécies). Doze espécies foram registradas somente no fragmento florestal, nove no reflorestamento ecológico, seis no reflorestamento comercial e três na pastagem. A similaridade faunística foi maior entre o fragmento florestal e o reflorestamento ecológico e entre a pastagem e o reflorestamento comercial. Os resultados evidenciam a influência da complexidade estrutural dos ambientes sobre a mirmecofauna. Também corroboram o potencial das comunidades de formigas como bioindicadores e demonstram a importância dos remanescentes florestais e dos reflorestamentos com espécies nativas para a conservação das espécies de formigas.

**Palavras-chave:** recuperação ambiental, riqueza de espécies, reflorestamento.

**ABSTRACT:** (Effects of habitat complexity on the ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in Resende, Rio de Janeiro State, Brazil). This study aimed to evaluate the effects of habitat complexity on the ant fauna, in Resende, state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. Ants were collected with sardine baits in September 2003, in four environments: pasture, commercial reforestation (*Eucalyptus* monoculture), ecological reforestation (with native tree species), and forest fragment. Were collected 16 genera and 47 species. The species richness was highest in the ecological reforestation (24 species), followed by the forest fragment (20 species), the commercial reforestation (17 species), and the pasture (13 species). Twelve species were recorded only in the forest fragment, nine only in the ecological reforestation, six only in the commercial reforestation, and three only in the pasture. The ant fauna was more similar between the forest fragment and the ecological reforestation, and between the pasture and the commercial reforestation. Results suggest that environmental complexity influences the ant fauna. They also show the potential of ants as bioindicators and the importance of forest remnants and ecological reforestation for the conservation of ant species.

**Key word:** environmental restoration, reforestation, species richness.

### INTRODUÇÃO

A atividade humana vem ocasionando a extinção de espécies, reduzindo a biodiversidade e provocando a simplificação dos ambientes (Cumming 2007). Também, afeta negativamente processos ecológicos importantes, como a ciclagem de nutrientes, a dispersão de sementes e a polinização (Thomas 2000, DeMarco & Coelho 2004). Estes processos têm a participação maciça das formigas, organismos com funções biológicas e ecológicas importantes nos ecossistemas (Hölldobler & Wilson 1990).

A mirmecofauna tem papel expressivo na cadeia trófica e é parte substancial da biomassa animal em diversos ecossistemas (Folgarait 1998). São abundantes e diversificadas quanto aos hábitos de forrageamento e nidificação, o que as permite ocupar os mais variados ambientes (Hölldobler & Wilson 1990). Todavia, am-

bientes simplificados geralmente abrigam uma menor riqueza e diversidade de formigas, apresentando uma fauna composta por espécies de hábito generalista (Sobrinho & Schoereder 2006). Nesse contexto, pastagens e monoculturas são apontadas como sendo ambientes simplificados em relação a ecossistemas florestais (Moguel & Toledo 1999, Battirolo *et al.* 2007, Dias *et al.* 2008). Por outro lado, ambientes reflorestados com espécies arbóreas nativas podem abrigar comunidades de formigas com níveis de diversidade similares aos das florestas nativas (Pereira *et al.* 2007). Assim, a implantação desses reflorestamentos tem sido uma prática bastante adotada em diversas regiões do país visando a recuperação de funções ecológicas nos ambientes degradados e contribuir para a conservação da biodiversidade (Machado *et al.* 2008, Pinheiro *et al.* 2009).

Nas últimas décadas, as formigas têm sido constan-

1. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Departamento de Biologia Animal, Instituto de Biologia, UFRRJ.

2. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, UFRRJ.

3. Instituto Três Rios, Departamento de Ciências Administrativas e do Ambiente, UFRRJ.

4. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Departamento de Ciências Ambientais, Instituto de Florestas, UFRRJ. Rod. BR 465, Km 07, CEP 23890-000, Seropédica, RJ, Brasil.

\* Autor para contato. E-mail: [sphex\\_luciano@yahoo.com.br](mailto:sphex_luciano@yahoo.com.br)

temente utilizadas como organismos bioindicadores (Underwood & Fischer 2006), pois diversos trabalhos têm evidenciado a influência de impactos ambientais sobre a mirmecofauna, correlacionando a estrutura dos habitats e os padrões das comunidades de formigas, como a riqueza de espécies e a composição das comunidades (Majer 1996, Floren & Linsenmair 2005, Delabie *et al.* 2006). No estudo dessas comunidades, parâmetros ecológicos como a riqueza e a frequência são importantes (Silveira-Neto *et al.* 1995, Ferreira 1986), pois permitem caracterizar e comparar a fauna em diferentes ambientes (Lutinski & Garcia 2005, Delabie *et al.* 2006). Porém as técnicas, metodologias e épocas de amostragem devem ser consideradas.

Este estudo teve como objetivos avaliar os efeitos da complexidade estrutural dos habitats sobre as comunidades de formigas epigéicas e contribuir com informações para a conservação das espécies e para a utilização de formigas como bioindicadores.

## MATERIAL E MÉTODOS

A coleta da mirmecofauna foi realizada durante o mês de setembro de 2003, em quatro ambientes no município de Resende, RJ. O município, assim como todo o Vale do Paraíba, foi marcado pelos ciclos econômicos que originaram expressivas modificações na paisagem e a degradação de ecossistemas (Drummond 1997). Atualmente, os fragmentos florestais da região estão inseridos em uma matriz de pastagens entremeadas por áreas agrícolas (Corrêa 1995). O município está sob o domínio do bioma Mata Atlântica, com formação vegetal de Floresta Ombrófila Estacional Montana (Veloso *et al.* 1991).

Os quatro ambientes avaliados estão listados abaixo: a) Pastagem (PA; 22° 30' 34.7" S e 44° 38' 14.8" O): trata-se de uma área coberta pelo capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf) de forma quase homogênea, apresentando pequenos e esparsos adensamentos com vegetais de porte arbustivo e semi-arbustivo, com relevo acidentado entre 450 e 525 metros de altitude; sua camada de serapilheira é superficial e inexistente em alguns pontos;

b) Reflorestamento comercial (RC; 22° 30' 33.39" S e 44° 39' 29.63" O): é uma área cultivada com as espécies *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake e *Eucalyptus pellita* F. Muell, com espaçamento de 3,0 x 2,0 m e oito anos de plantio, apresentando sub-bosque espaço e com relevo variando entre 600 e 720 metros de altitude; a camada de serapilheira é bem superficial e de constituição homogênea;

c) Reflorestamento ecológico (RE; 22° 30' 4.87" S e 44° 38' 43.93" O): trata-se de um plantio de sete anos com espaçamento de 2,0 x 2,0 m e relevo variando entre 475 e 530 metros de altitude, sendo constituído por espécies nativas, tais como *Copaifera trapezifolia* Hayne (copaíba), *Cyatharexillum myrianthum* Cham. (tucaneiro), *Hymenaea selliwii* L. var. *stilbocarpa* Hayne (jatobá), *Joannesia princeps* Vellozo (andá-assú) e *Rollinia mucosa* (Jacq.)

Baill. (beribá); com camada contínua de serapilheira; d) Fragmento florestal (FF; 22°31' 17.24" S e 44°39' 12.27" O): é um remanescente de mata secundária com aproximadamente cinco hectares; nos seus arredores está o reflorestamento com eucalipto e mais ao sul a Represa do Funil, com o relevo variando de 450 a 600 metros. Em linha reta, os ambientes estão distantes entre si por pelo menos 1.200 metros.

Para a amostragem das formigas, foram utilizadas iscas de sardinha oferecidas no solo sobre papel branco de 10 x 10 cm. As iscas permaneceram no campo por 20 minutos e, após esse período, as formigas atraídas foram coletadas (Santana-Reis & Santos 2001). Em cada ambiente, as iscas foram dispostas em duas grades compostas de quatro fileiras de cinco iscas, sendo de 10 m a distância entre fileiras e entre iscas de uma mesma fileira, resultando em 40 iscas por ambiente e 160 no total. A distância entre as grades foi de 100m e ambas as grades foram alocadas no centro de cada área para minimizar o efeito de borda.

As formigas coletadas foram transferidas para recipientes contendo álcool a 70% e transportadas para o Laboratório de Mirmecologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), onde foram montadas em via seca e identificadas ao nível de gênero, com base na chave de Bolton (1994), levando em consideração LaPolla *et al.* (2010), e morfoespeciadas. As identificações ao nível de espécie foram realizadas, quando possível, através de chaves contidas em revisões taxonômicas e por meio de comparações com exemplares da Coleção Entomológica Ângelo Moreira da Costa Lima (CECL) da UFRRJ, onde os espécimes coletados foram depositados.

Na análise dos dados, foram obtidas a frequência das espécies nas amostras e a riqueza de espécies em cada ambiente. Para estudar a riqueza de espécies nos ambientes, foram obtidas curvas de rarefação pelo método Mao Tau, através do programa EstimateS 8.0 (Colwell 2006). Para avaliar a similaridade da mirmecofauna dos ambientes, foi realizada a análise de agrupamento, utilizando-se a distância euclidiana através do programa BioEstat 5.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos 16 gêneros e 47 espécies (Tab. 1). Os gêneros com maior número de espécies foram *Pheidole* (18 espécies), *Camponotus* (seis espécies) e *Solenopsis* (cinco espécies), padrão comum para a região neotropical (Ward 2000). Os gêneros *Pheidole* e *Camponotus* são considerados hiperdiversos e com ampla distribuição geográfica (Wilson 2003). Já as espécies do gênero *Solenopsis* apresentam características agressivas e são frequentes em ambientes alterados (Hölldobler & Wilson 1990), embora no presente estudo o fragmento florestal tenha apresentado o maior número de espécies deste gênero (três espécies). Por outro lado, *S. invicta* que é uma espécie extremamente agressiva, causando danos à agricultura (Banks 1990) e à saúde pública (Della Lucia 2003), sendo registrada na pastagem e no reflorestamento econômico. Almeida *et al.* (2007) também observaram

**Tabela 1.** Frequência (número de amostras) das espécies de formigas (Formicidae) coletadas na pastagem (PA), reflorestamento comercial (RC), reflorestamento ecológico (RE) e fragmento florestal (FF) no município de Resende, RJ, em setembro de 2003.

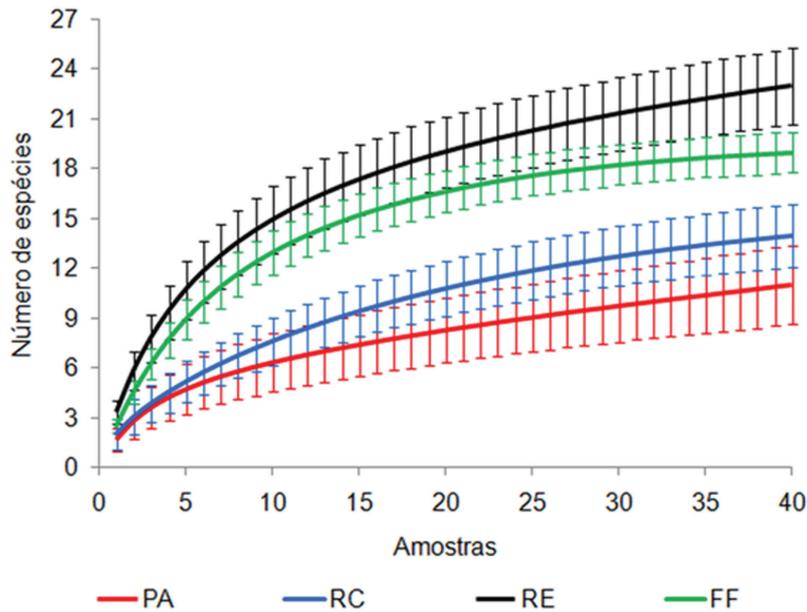
Subfamílias/ Morfoespécies	Ambientes			
	PA	RC	RE	FF
Cerapachyinae				
<i>Cylindromyrmex brasiliensis</i> Emery	1	-	-	-
Dolichoderinae				
<i>Dorymyrmex</i> sp.1	26	-	1	-
<i>Linepithema</i> sp.	1	13	16	4
<i>Tapinoma melanocephalum</i> Fabricius	-	2	-	-
Formicinae				
<i>Brachymyrmex</i> sp.	-	6	-	-
<i>Camponotus crassus</i> Mayr	1	-	-	-
<i>Camponotus rufipes</i> Fabricius	-	-	1	-
<i>Camponotus</i> sp.1	1	-	-	-
<i>Camponotus</i> sp.2	-	2	2	-
<i>Camponotus</i> sp.3	-	-	1	-
<i>Camponotus</i> sp.4	-	1	-	-
<i>Nylanderia</i> sp.1	11	1	14	-
<i>Nylanderia</i> sp.2	-	1	4	-
<i>Nylanderia</i> sp.3	-	1	-	1
Ectatomminae				
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger	-	-	8	-
Myrmicinae				
<i>Atta sexdens rubropilosa</i> Forel	-	7	-	-
<i>Cephalotes pusillus</i> Klug	-	-	5	-
<i>Crematogaster</i> sp.1	-	-	1	-
<i>Crematogaster</i> sp.2	-	-	1	-
<i>Crematogaster</i> sp.3	-	-	1	-
<i>Pheidole gertrudae</i> Forel	-	-	-	11
<i>Pheidole megacephala</i> Fabricius	-	-	1	-
<i>Pheidole</i> sp.1	11	37	13	2
<i>Pheidole</i> sp.2	6	-	6	2
<i>Pheidole</i> sp.3	3	2	8	-
<i>Pheidole</i> sp.4	3	-	1	-
<i>Pheidole</i> sp.5	-	-	11	8
<i>Pheidole</i> sp.6	-	-	4	-
<i>Pheidole</i> sp.8	1	5	2	1
<i>Pheidole</i> sp.9	-	-	-	10
<i>Pheidole</i> sp.10	-	1	-	-
<i>Pheidole</i> sp.11	-	-	-	4
<i>Pheidole</i> sp.13	-	-	-	5
<i>Pheidole</i> sp.14	-	-	-	7
<i>Pheidole</i> sp.15	-	-	-	1
<i>Pheidole</i> sp.16	-	-	-	2
<i>Pheidole</i> sp.17	-	-	-	2
<i>Pheidole</i> sp.18	-	-	-	1
<i>Solenopsis invicta</i> Buren	2	-	12	-
<i>Solenopsis</i> sp.2	-	3	1	-
<i>Solenopsis</i> sp.3	-	-	-	8
<i>Solenopsis</i> sp.4	-	-	-	11
<i>Solenopsis</i> sp.5	-	-	-	9
<i>Wasmannia auropunctata</i> Roger	-	5	6	-
<i>Wasmannia</i> sp.1	-	1	-	6
Ponerinae				
<i>Pachycondyla striata</i> Fr. Smith	-	2	-	-
Pseudomyrmecinae				
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> Smith	2	-	7	3

esta espécie em ambientes mais simplificados (monocultivos).

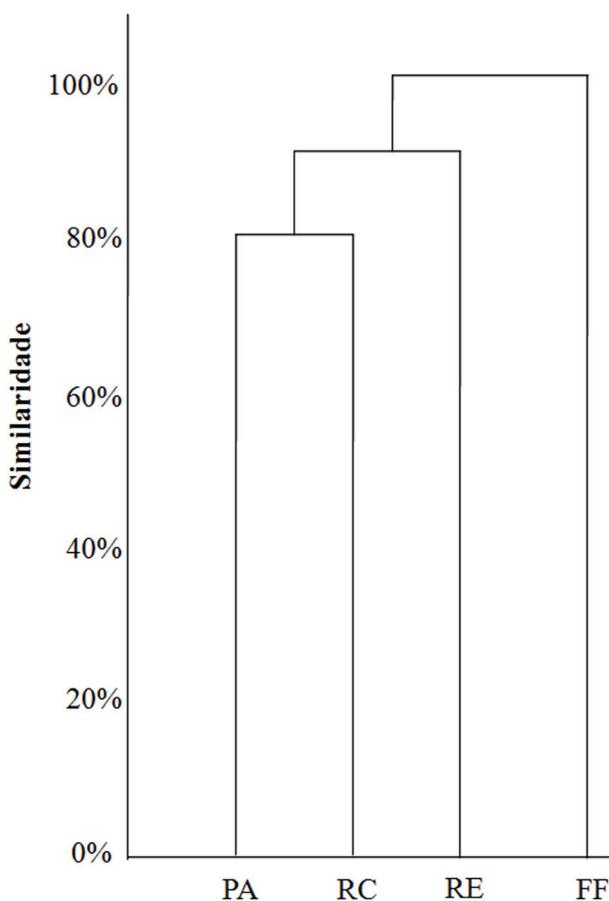
A riqueza de espécies foi maior no reflorestamento ecológico (24 espécies), seguido do fragmento florestal (20 espécies), do reflorestamento comercial (17 espécies) e da pastagem (13 espécies). Somente a curva de rarefação obtida para o fragmento florestal apresentou tendência à estabilização (Fig. 1). Todavia, as formigas

formam um grupo diverso e as amostragens geralmente apresentam elevado número de espécies raras (Soares *et al.* 2010), dificultando a obtenção de curvas de rarefação com assíntota evidente. As curvas de rarefação também demonstraram que o reflorestamento ecológico foi o ambiente com maior número de espécies de formigas, seguido do fragmento florestal (Fig. 1).

Quanto ao número de espécies exclusivas, 12 espécies



**Figura 1.** Curvas de rarefação obtidas pelo método Mao-Tau ( $\pm$ DP) para os diferentes ambientes no município de Resende-RJ: pastagem (PA), reforestamento comercial (RC), reforestamento ecológico (RE) e fragmento florestal (FF) no município de Resende, RJ.



**Figura 2.** Análise de agrupamento, pela distância euclidiana, indicando a similaridade da mirmecofauna nos diferentes ambientes do município de Resende, RJ: pastagem (PA), reforestamento comercial (RC), reforestamento ecológico (RE) e fragmento florestal (FF).

foram registradas somente no fragmento florestal, nove no reforestamento ecológico, seis no reforestamento comercial e três na pastagem. Assim, os dois ambientes com maior complexidade estrutural da vegetação (maior número de espécies vegetais) apresentaram maior riqueza e maior número de espécies exclusivas. Esses resultados assemelham-se aos observados por Dias *et al.* (2008), Schmidt & Diehl (2008) e Soares *et al.* (2010).

Além disso, outros autores já haviam observado que a riqueza de espécies de formigas está relacionada com a complexidade estrutural dos habitats (Lassau & Hochuli 2004, Correa *et al.* 2006, Vargas *et al.* 2007). É provável que ambientes com maior complexidade estrutural abriguem maior riqueza de espécies por proporcionarem maior diversidade de nichos ecológicos, relacionados à disponibilidade de recursos alimentares e de nidificação (Pianka 1994). Corrêa *et al.* (2006) afirmam, ainda, que a heterogeneidade do ambiente é um fator determinante para a coexistência das espécies e a redução da competição.

A similaridade da fauna foi maior entre o fragmento florestal e o reforestamento ecológico e entre a pastagem e o reforestamento comercial (Fig. 2). Esse resultado demonstra que algumas espécies podem apresentar maior sucesso competitivo nos habitats mais simplificados, devido aos seus baixos requerimentos ecológicos, como observado para espécies de formigas invasoras de hábitos mais generalistas (Delabie *et al.* 2000). Neste sentido, certas espécies são excluídas por serem menos competitivas, seja pela especificidade ambiental ou pela falta de algum recurso alimentar específico, que não está mais presente nos ambientes simplificados. Por exemplo, a ocorrência de espécies do gênero *Pyramica*, especialistas na predação de Collembolas (Dejean

1987), e *Discothyrea*, predadores de ovos de aranhas e quilópodes (Delabie *et al.* 2000), seriam pouco prováveis na pastagem, pois nidificam na serapilheira (Leal 2003, Cardoso *et al.* 2010).

As formigas têm sido utilizadas como ferramentas no monitoramento ambiental de áreas degradadas devido à relação entre as características de suas comunidades com a complexidade do habitat, que é influenciada pela vegetação (Majer 1996, Pereira *et al.* 2007). Além disso, sua plasticidade comportamental e biomassa são importantes em processos ecológicos essenciais, características que fazem deste grupo de insetos bons bioindicadores (Brown 1997). Os resultados do presente trabalho reforçam a utilização da mirmecofauna como bioindicador, pois a riqueza e a composição de espécies variaram conforme a complexidade estrutural do ambiente. Os dados também confirmam a importância da preservação dos remanescentes florestais e da recuperação de áreas degradadas com espécies florestais nativas para a recomposição e manutenção da biodiversidade.

### AGRADECIMENTOS

Às Indústrias Nucleares do Brasil (INB), de Resende, RJ, principalmente aos responsáveis pelo Zoobotânico, na época da coleta, José de Mello Villela e Paulo José Fontanezi, pelo apoio logístico e incentivo. À Edna Xavier (Gerente de Meio Ambiente, Segurança e Qualidade), pela liberação da publicação. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelas bolsas concedidas. Aos dois revisores anônimos, pelas críticas e sugestões.

### REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. S., QUEIROZ, J. M. & MAYHÉ-NUNES, A. J. 2007. Distribuição e abundância de ninhos de *Solenopsis invicta* buren (Hymenoptera: Formicidae) em um agroecossistema diversificado sob manejo orgânico. *Floresta e Ambiente*, 14(1): 33-43.
- BATTIROLA, L. D., ADIS, J., MARQUES, M. I. & SILVA, F. H. O. 2007. Comunidade de artrópodes associada à copa de *Attalea phalerata* Mart. (Arecaceae), durante o período de cheia no Pantanal de Poconé, Mato Grosso, Brasil. *Neotropical Entomology*, 36: 640-651.
- BOLTON, B. 1994. *Identification guide to the ant genera of the world*. Cambridge: Harvard University Press. 222 p.
- BROWN, K. S. 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of Insect Conservation*, 1: 25-42.
- BROWN Jr., K. S. & BROWN, G. G. 1992. Habitat alteration and species loss in Brazilian forests. In: WHITMORE, T. C. & SAYER, J.A. (Ed.) *Tropical deforestation and species extinction*. London: Chapman & Hall. p.119-142.
- CARDOSO, D. C., SOBRINHO, T. G. & SCHOEREDER, J. H. 2010. Ant community composition and its relationship with phytophysiognomies in a Brazilian Restinga. *Insectes Sociaux*, 57: 293-301.
- COLWELL, R. K. 2006. *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 8.0. Disponível on-line em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. Acesso em 12/2008.
- CORRÊA, A. A. M. 1995. Degradação dos Recursos Naturais Brasileiros. *Cadernos de Geociências*, 14: 73-82.
- CORRÊA, M. M., FERNANDES, W. D. & LEAL, I. R. 2006. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em capões do Pantanal Sul Matogrossense: relações entre riqueza de espécies e a complexidade estrutural da área. *Neotropical Entomology*, 35: 724-730.
- CUMMING, G. S. 2007. Global biodiversity scenarios and landscape ecology. *Landscape Ecology*, 22: 671-685.
- DEMARCO, P. & COELHO, F. M. 2004. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. *Biodiversity Conservation*, 13: 1245-1255.
- DELABIE, J. H. C., PAIM, V. R. L. M., NASCIMENTO, I. C., CAMPIOLO, S. & MARIANO, C. S. F. 2006. As formigas como indicadores biológicos do impacto humano em manguezais da costa sudeste da Bahia. *Neotropical Entomology*, 35: 602-615.
- DIAS, N. S., ZANETTI, R., SANTOS, M. S., LOUZADA, J. & DELABIE, J. 2008. Interação de fragmentos florestais com agroecossistemas adjacentes de café e pastagem: respostas das comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae). *Iheringia, Série Zoológica*, 98: 136-142.
- DRUMMOND, J. A. 1997. *Devastação e preservação ambiental no Rio de Janeiro*. Niterói: EDUFF. 306 p.
- FERREIRA, M. F. B. 1986. *Análise faunística de Formicidae (Insecta: Hymenoptera) em ecossistemas naturais e agroecossistemas na região de Botucatu-SP*. 73f. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 1986.
- FLOREN, A. & LINSÉNMAIR, K. E. 2005. The importance of primary tropical rain forest for species diversity: an investigation using arboreal ants as an example. *Ecosystems*, 8: 559-567.
- FOLGARAIT, P. J. 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity and Conservation*, 7: 1221-1244.
- HÖLLDOBLER, B. & WILSON, E. O. 1990. *The ants*. Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press. 733 p.
- LAPOLLA, J. S., BRADY, S. & SHATTUCK, S. 2010. Phylogeny and taxonomy of the *Prenolepis* genus-group of ants (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology*, 35, 118-131.
- LASSAU, S. A. & HOCHULI, D. F. 2004. Effects of habitat complexity on ant assemblages. *Ecograph*, 27: 157-164.
- LEAL I. R. 2003. Diversidade de formigas em diferentes unidades de paisagem da Caatinga. In: LEAL, I., TABARELLI, M. & SILVA, J. M. C. (eds). *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: Universidade Federal da Pernambuco. p. 8-22.
- LUTINSKI, J. A. & GARCIA F. R. M. 2005. Análise faunística de formicidae (Hymenoptera: Apocrita) em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina, Florianópolis. *Biotemas*, 18:73-86.
- MACHADO, M. R., PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. & PEREIRA, M. G. 2008. Produção de serapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. *Revista Árvore*, 32: 143-151.
- MAJER, J. D. 1996. Ant recolonization of rehabilitated bauxite mines at Trombetas, Pará, Brazil. *Journal of Applied Ecology*, 12: 257-273.
- MOGUEL, P. & TOLEDO, V. M. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology*, 13: 11-21.
- MUCHAILH, M. C. *Análise da paisagem visando à formação de corredores de biodiversidade - Estudo de caso da porção superior da bacia do rio São Francisco Falso, Paraná*. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2007.
- PEREIRA, M. P. S., QUEIROZ, J. M., VALCARCEL, R. & MAYHÉ-NUNES, A. J. 2007. Fauna de formigas como ferramenta para monitoramento de área de mineração reabilitada na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ. *Ciência Florestal*, 17: 197-204.
- PIANKA, E. 1994. *Evolutionary ecology*. New York: Harper Collins College Publishers. 484 p.
- PINHEIRO, C. Q., CORRÊA, R. S., SILVEIRA, I. M., JESUS, R. S. & JORGE, R. R. A. 2009. Análise fitossociológica do estrato arbóreo

- de uma cascalheira revegetada no Distrito Federal. *Cerne*, 15: 205-214.
- SANTANA-REIS, V. P. G. & SANTOS, G. M. M. 2001. Influência da estrutura do habitat em comunidades de formigas (Hymenoptera - Formicidae) em Feira de Santana, Bahia, Brasil. *Sitientibus, Série Ciências Biológicas*, 1: 66-70.
- SCHMIDT, F. A. & DIEHL, E. 2008. What is the effect of soil use on ant communities? *Neotropical Entomology*, 37: 381-388.
- SILVEIRA NETO, S., MONTEIRO, R. C., ZUCCHI, R. A. & MORAES, R. C. B. 1995. Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. *Scientia Agricola*, 52: 9-15.
- SOARES, S. A., ANTONIALLI-JUNIOR, W. F. & LIMA-JUNIOR, S. E. 2010. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em dois ambientes no Centro-Oeste do Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 54: 76-81.
- SOBRINHO T. G. & SCHOEREDER, J. H. 2006. Edge and shape effects on ant (Hymenoptera: Formicidae) species richness and composition in forest fragments. *Biodiversity and Conservation*, 16: 1459-1470.
- THOMAS, C. D. 2000. Dispersal and extinction in fragmented landscapes. *The Royal Society*, 267: 139-145.
- UNDERWOOD, E. C. & FISHER, B. L. 2006. The role of ants in conservation monitoring: if, when, and how. *Biological Conservation*, 32: 166-182.
- VARGAS, A. B., MAYHÉ-NUNES, A. J., QUEIROZ, J. M., SOUZA, G. O. & RAMOS, E. F. 2007. Efeitos de fatores ambientais sobre a mirmeofauna de comunidade de restinga no Rio de Janeiro, RJ. *Neotropical Entomology*, 36: 28-37.
- VELOSO, H. P., RANGEL-FILHO, A. L. & LIMA, J. C. A. 1991. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE. 123 p.
- WARD, P. S. 2000. Broad-scale patterns of diversity in leaf litter ant communities. In: AGOSTI, D. J. D., MAJER, L., ALONSO, E. & SCHULTZ, T. R. (Ed.). *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington: Smithsonian Institution Press. p. 99-121.
- WILSON E. O. 2003. La hiperdiversidad como fenómeno real: el caso de *Pheidole*. p. 363-370. In: FERNÁNDEZ, F. (eds). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Bogotá: Instituto Humboldt. 398 p.