



ARTIGO

Diversidade de Formicidae (Hymenoptera) em um fragmento de Floresta Estacional Semidecídua no Noroeste do estado de São Paulo, Brasil

Gracieli Araújo Castilho^{1*}, Fernando Barbosa Noll¹,
Eliani Rodrigues da Silva² e Eduardo Fernando dos Santos³

Recebido: 06 de outubro de 2010 Recebido após revisão: 09 de março de 2011 Aceito: 15 de março de 2011
Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1744>

RESUMO: (Diversidade de Formicidae (Hymenoptera) em um fragmento de Floresta Estacional Semidecídua no Noroeste do estado de São Paulo, Brasil). Devido ao escasso conhecimento sobre a mirmecofauna do Noroeste do estado de São Paulo, o presente estudo teve como objetivo conhecer a diversidade de Formicidae, relacionando os resultados com a variação climática ao longo de um ano. As coletas foram feitas mensalmente, utilizando armadilhas do tipo *pitfall*. Foram amostradas 25 espécies de 15 gêneros e sete subfamílias. Myrmicinae foi a subfamília com o maior número de espécies amostradas, seguida por Formicinae e Ponerinae. De acordo com o teste de Wilcoxon, a riqueza, a equabilidade e a diversidade de espécies, foram significativamente maiores na estação chuvosa. Os resultados obtidos sugerem que a abundância de formigas está significativamente relacionada à variação da temperatura, enquanto que a estrutura da comunidade está relacionada às variações térmicas e pluviométricas.

Palavras-chave: *Pitfall*, Mata Atlântica, mirmecofauna, sazonalidade.

ABSTRACT: (Ant diversity (Hymenoptera) in a fragment of Semideciduous Seasonal Forest in Northwest of São Paulo State, Brazil). Due to scarce knowledge about ant fauna from Northwestern São Paulo State, the present study aimed to know the taxonomic diversity of Formicidae, relating the results to climatic variation along of one year. The samples were gotten monthly, using pitfall traps. It was sampled 25 species of 15 genera and seven subfamilies. Myrmicinae was the sampled richest subfamily, follows by Formicinae and Ponerinae. According Wilcoxon test, the species richness, equability and diversity estimated by Simpson index were significantly higher in the rain season. The obtained results suggest that the abundance of ants is significantly related to the temperature variation, while the ant assemblage structure is related to thermal and pluviometric variations.

Key words: *Pitfall*, Atlantic Forest, mirmecofauna, seasonality.

INTRODUÇÃO

Representada por 14.122 espécies (AntWeb 2011), as formigas constituem um dos grupos de insetos melhor estudados (Holldobler & Wilson 1990). Devido à alta diversidade de espécies, à dominância numérica, à uma base considerável de conhecimento taxonômico e biológico, às facilidades de coleta e à sensibilidade às mudanças ambientais, as formigas são consideradas excelentes indicadores ecológicos (Alonso & Agosti 2000).

No Noroeste do estado de São Paulo, a Floresta Atlântica Semidecídua ocupa atualmente apenas 4% de sua área original, sendo considerada a região mais desmatada e carente de Áreas de Proteção Ambiental do estado. O restante da cobertura original foi substituído por pastagens, culturas diversas ou áreas urbanas (Kronka *et al.* 2005; Hirota & Ponzoni 2011).

Em certas regiões tropicais, como o Noroeste Paulista, a quantidade de precipitação pluviométrica muda drasticamente ao longo do ano definindo duas estações, seca e chuvosa (Caiagro 2010). A pluviosidade, a temperatura e o vento combinados, formam o microclima,

o que certamente interfere na distribuição e atividade de forrageamento das formigas (Kaspari *et al.* 2000, Kaspari 2001, Speight *et al.* 2008). Em geral, os efeitos da sazonalidade sobre a estrutura de comunidades ainda estão em aberto na ecologia, principalmente para floresta tropical (Wolda 1998; Kaspari 2000). A sazonalidade é um fator abiótico que anualmente submete as populações a restrições ambientais de impacto direto em sua estrutura e funcionamento (Wolda 1998, Kaspari 2000, 2001, Kaspari *et al.* 2000). Delabie & Fowler (1993) mostraram que a composição da mirmecofauna pode variar com o clima e a quantidade de água disponível no ambiente. O conhecimento sobre a diversidade e a composição da mirmecofauna em fragmentos de Floresta Atlântica Semidecídua do Noroeste Paulista é praticamente desconhecida, uma vez que não há estudos desse tipo para a região.

Assim, o presente estudo teve como objetivo conhecer a diversidade taxonômica de Formicidae num fragmento de Floresta Atlântica Semidecídua do Noroeste Paulista, relacionando-a à variação térmica e pluviométrica medidas ao longo de um ano.

1. Universidade Estadual Paulista, Departamento de Zoologia e Botânica, Laboratório de Vespas Sociais, IBILCE. Rua Cristóvão Colombo, 2265, Jardim Nazareth, CEP 15054-000, São José do Rio Preto, SP, Brasil.

2. Centro Universitário de Votuporanga. Rua Pernambuco, 4196, Centro, CEP 15500-006, Votuporanga, SP, Brasil.

3. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Av. Bandeirantes, 3900, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

*Autor para contato. E-mail: grabiomania@yahoo.com.br

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O presente estudo foi realizado numa área de Floresta Estacional Semidecidual secundária com aproximadamente 37 hectares, no Noroeste Paulista, conhecida como Mata do Macaco. A área está localizada na Fazenda Soubhia (20°42'00"S; 50°03'34"O), no município de Nhandeara, São Paulo, Brasil (Fig. 1). A paisagem é composta por uma matriz agropecuária (cana-de-açúcar, café e pastagem).

O clima da região é classificado como Temperado (Cwa) com duas estações distintas, invernos secos e verões chuvosos e quentes, com temperaturas que ultrapassam os 22 °C (Peel *et al.* 2007).

Coleta e identificação

As coletas foram feitas mensalmente de abril de 2006 a março de 2007, utilizando-se um protocolo de coleta padronizado para os meses de amostragem. Esse protocolo consistiu da aplicação de armadilhas de solo adaptadas a partir da técnica utilizada por Schütte *et al.* (2007). As armadilhas consistiram de garrafas de polietileno (PET) de dois litros cortadas ao meio, com a parte superior voltada para baixo e, dentro da metade inferior, foi colocado 150 ml de solução composta por água e açúcar. Tais armadilhas foram enterradas ao nível do solo, ao longo de 13 transectos, e a 10 metros de distância uma da outra; no total, foram usadas 50 armadilhas para cada coleta. As armadilhas permaneceram no local por 36 horas corridas e o material coletado foi triado e preservado em álcool 70%.

Para a identificação dos gêneros, foi utilizada a chave proposta por Bolton (1994) e a identificação das espécies foi feita por especialistas do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (USP), onde o material coletado

foi parcialmente depositado. A outra parte foi depositada na Coleção de Insetos do Departamento de Zoologia e Botânica do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista (Ibilce-Unesp), São José do Rio Preto, São Paulo.

Análise dos dados

Para verificar se a temperatura e a pluviosidade foram diferentes entre as estações adotadas, foi aplicado o teste de Wilcoxon às médias mensais dessas variáveis. Para as análises de diversidade foi utilizada uma matriz de abundância relativa das espécies para cada mês em que a mirmecofauna foi amostrada. A partir desses dados foi avaliado o esforço amostral, utilizando o método de rarefação e 3.000 aleatorizações com a técnica de Jackknife (Legendre & Legendre 1998, Oksanen *et al.* 2010) e estimada a diversidade de Formicidae, utilizando os índices de Shannon e de Simpson, a equabilidade de Pielou e riqueza de espécies.

A riqueza de espécies, uma medida extremamente útil como parâmetro de diversidade, é influenciada pelo número de indivíduos coletados e pelo esforço amostral, sendo necessário eliminar tal influência para comparar a riqueza de espécies de diferentes lugares e/ou períodos (Fisher *et al.* 1943, Legendre & Legendre 1998). Para isso foi aplicado o método de rarefação com base no número médio de indivíduos coletados ao longo do ano estudado.

Também foram utilizados os índices de diversidade (Δ) e distinção taxonômica ($\Delta+$), propostos por Warwick & Clarke (1995). Esses índices consideram os outros níveis da classificação taxonômica, além de espécie, e podem ser descritos como uma generalização do índice de Shannon (H') que incorpora um elemento de relação taxonômica (Warwick & Clarke 1995, Clarke & Warnick 1998, 2001). Além disso, são menos sensíveis ao esforço

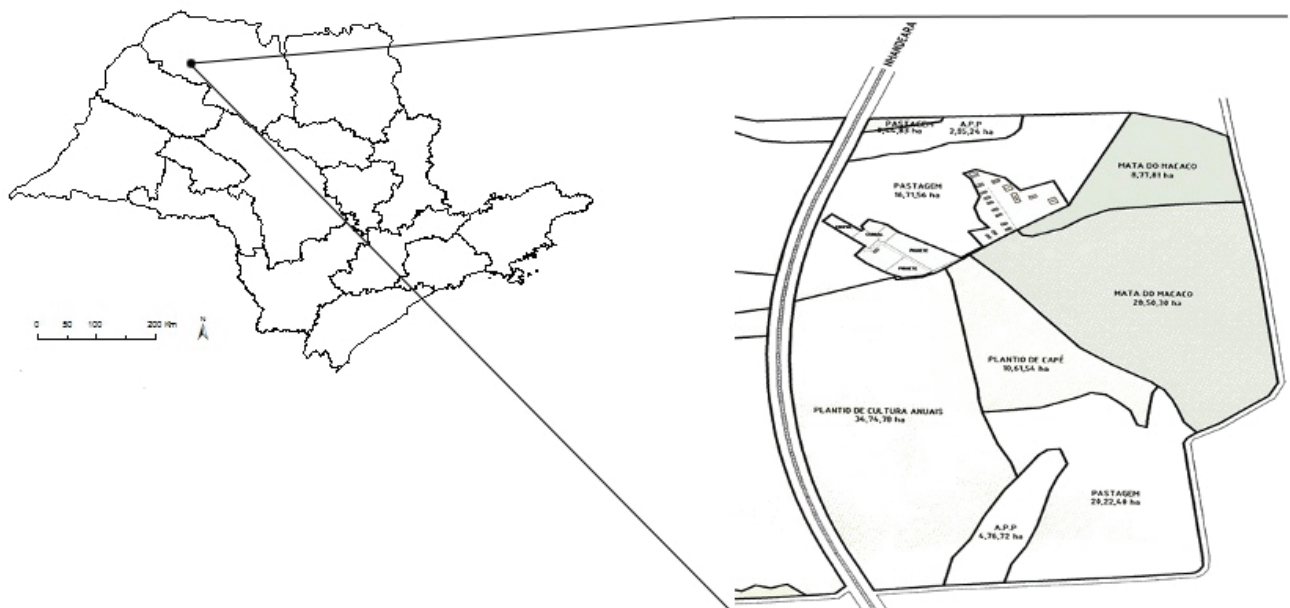


Figura 1. Área de coleta indicado em cinza, Mata do Macaco, Nhandeara, São Paulo, Brasil.

amostral que os índices clássicos, sendo consideradas, por isso, medidas robustas que podem auxiliar políticas de conservação de maneira mais eficientemente (Clarke & Warwick 2001, Magurran 2004). O índice Δ foi estimado com base nos dados de abundância das espécies em cada um dos meses das duas estações, enquanto o índice $\Delta+$ foi estimado a partir dos registros das espécies nos meses. Esses dois índices incorporam tanto informações ecológicas quanto histórico-evolutivas (Clarke & Warwick 1998, 2001). Segundo Carnaval & Moritz (2008), os padrões atuais de diversidade biológica da Mata Atlântica foram modelados pela história climática da região. Dessa maneira, fica evidente que o uso integrado dos índices adotados pode fornecer informações consistentes, já que consideram diferentes aspectos da assembléia de formigas.

Para verificar se a variação da riqueza de espécies e da diversidade taxonômica (variáveis dependentes) tem relação com as variações de temperatura e pluviosidade (variáveis independentes), foram aplicados modelos regressivos lineares simples e múltiplos. Além disso, considerando o padrão pluviométrico do Noroeste Paulista, nós adotamos duas estações, seca (Abril/2006 a Setembro/2006) e chuvosa (Outubro/2006 a Março/2007), em nossa abordagem estatística. Coelho & Ribeiro (2006) e Silva & Batalha (2006) também adotaram os mesmos períodos como estações seca e chuvosa. Para verificar se a estrutura da comunidade de formigas amostrada apresenta diferenças entre as duas estações, aplicamos o teste de Wilcoxon às estimativas de riqueza e diversidade (Legendre & Legendre 1998). Todas as análises estatísticas foram feitas com o programa R (R Development Core Team 2009), utilizando funções do pacote vegan (Oksanen 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variação climática

De acordo com dados obtidos junto ao Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (Ciiagro

2010), a temperatura média anual, no período em que foi desenvolvido o presente estudo, foi de $24,54 (\pm 2,57) ^\circ\text{C}$, sendo que entre os meses de Outubro de 2006 e Março de 2007 a temperatura média foi de $26,36 (\pm 1,16) ^\circ\text{C}$. Entre os meses de Abril e Setembro, a temperatura média foi de $22,71 (\pm 2,27) ^\circ\text{C}$, o que caracteriza um clima com pouca variação térmica. A distribuição anual de chuvas compreende uma estação chuvosa, com 85% da precipitação total anual (outubro a março), e outra seca, com apenas 15% da precipitação total anual (abril a setembro). Janeiro foi excepcionalmente o mês mais chuvoso, com 573 mm acumulados, enquanto que em Julho não choveu em nenhum dia do mês. A precipitação anual acumulada foi de 1608,6 mm (Ciiagro 2010). O resultado do teste de Wilcoxon aplicado às temperaturas médias mostra que não há diferenças térmicas significativas entre as duas estações adotadas. Já o resultado do teste aplicado aos volumes pluviométricos das duas estações adotadas indica que a pluviosidade é significativamente diferente nos dois períodos ($W = 34; p = 0,009$) (Fig. 2). De acordo com Levings & Windsor (1985) e Speight *et al.* (2008), chuvas sazonais podem influenciar a estrutura da comunidade, incluindo todos os níveis da cadeia alimentar.

Composição faunística

No total foram coletadas 25 espécies, classificadas em 15 gêneros e sete subfamílias. Destas, oito pertencem à Myrmicinae, sete à Formicinae, cinco à Ponerinae e duas à Ectatomminae. Dolichoderinae, Paraponerinae e Psedomyrmeceinae foram representadas por uma única espécie (Tab. 1). Myrmicinae é a subfamília mais diversa, tanto em termos regionais como globais (Hölldobler & Wilson 1990). Segundo Bolton (1995), mais de 45% das espécies e mais de 52% dos gêneros de Formicidae pertencem a essa subfamília.

Pheidole Westwood 1839 e *Camponotus* Mayr 1861 foram os mais ricos, com três e quatro espécies respectivamente. Esses resultados foram similares aos de Majer & Delabie (1994), Soares *et al.* (1998), Verhaagh & Rosciszewski (1994) e Marinho *et al.* (2002). Tais

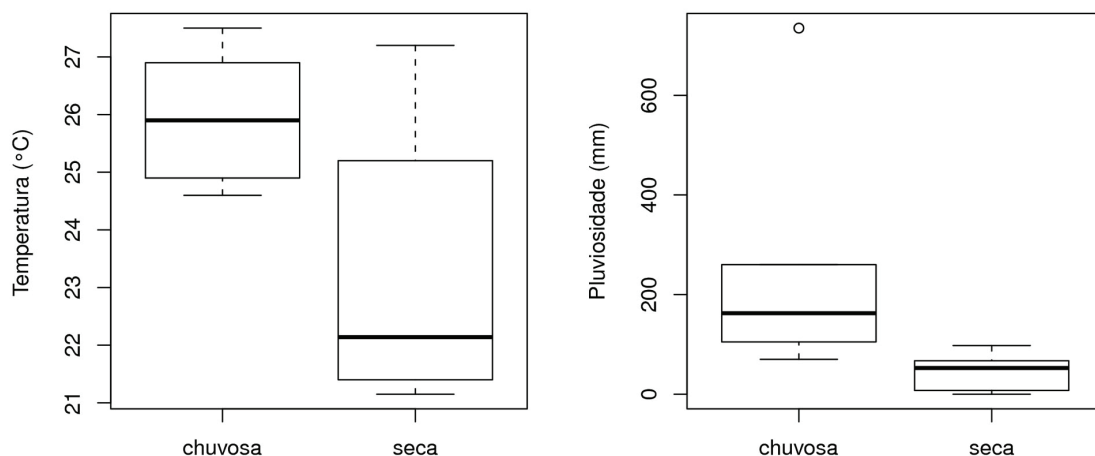


Figura 2. Variação dos valores de temperatura e pluviosidade das estações seca e chuvosa num fragmento de Floresta Estacional Semidecidual do Noroeste do estado de São Paulo, Brasil.

Tabela 1. Lista de espécies coletadas de abril de 2006 a março de 2007 em Floresta Estacional Semidecidual do Noroeste do estado de São Paulo, Brasil. Os números são para a abundância das espécies que ocorreram.

Táxon	Estação seca	Estação chuvosa
MYRMICINAE		
<i>Atta sexdens</i> (Linnaeus, 1758)	1126	2236
<i>Crematogaster</i> sp. 1	9	1
<i>Pheidole fallax</i> Mayr, 1870	10040	4229
<i>Pheidole flavens</i> Roger, 1863	965	3935
<i>Pheidole</i> sp.	6446	6652
<i>Solenopsis</i> sp. 1	528	163
<i>Solenopsis</i> sp. 2	-	18
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	2187	4083
FORMICINAE		
<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	401	569
<i>Brachymyrmex</i> sp. 2	1	3
<i>Camponotus canescens</i> Mayr, 1870	1	-
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862	3	18
<i>Camponotus subtruncatus</i> Borgmeier, 1929	129	73
<i>Camponotus</i> sp.	141	121
<i>Paratrechina fulva</i> (Mayr, 1862)	55	51
PONERINAE		
<i>Hypoponera</i> sp.	1	111
<i>Odontomachus brunneus</i> (Patton, 1894)	-	1
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	-	14
<i>Pachycondyla striata</i> Smith, 1858	8	-
<i>Pachycondyla verena</i> (Forel, 1922)	1	-
ECTATOMMINAE		
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863	3	2
<i>Ectatomma tuberculatum</i> (Olivier, 1792)	6	6
DOLICHODERINAE		
<i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius, 1793)	9	2
PARAPONERINAE		
<i>Paraponera clavata</i> (Fabricius, 1775)	4	-
PSEUDOMYRMECINAE		
<i>Pseudomyrmex</i> sp.	2	-
Total	22066	22288

estudos foram desenvolvidos em ecossistemas diferentes, com técnicas de coletas diferentes daquela empregada no presente estudo. Isso mostra que os dois gêneros são os mais ricos da família, o que certamente se deve à sua ampla distribuição na região Neotropical (Wilson 1976).

Pheidole sempre é o gênero melhor representado em coletas de formigas de serrapilheira de áreas florestadas (Leal 2002, Vasconcelos 1999, Bieber *et al.* 2006). *Pheidole fallax* Mayr 1870 é característica de fragmentos de Floresta Atlântica com algum distúrbio (Marinho *et al.* 2002). *Wasmannia auropunctata* (Roger 1863), outra espécie bastante amostrada, é oportunista, com grande capacidade de adaptação e multiplicação em meios degradados (Delabie 1988, Silvestre *et al.* 2003).

Em relação às estações adotadas, *Camponotus canescens* Mayr 1870, *Pachycondyla striata* Smith 1858, *P. verena* (Forel 1922), *Paraponera clavata* (Fabricius 1775) e *Pseudomyrmex* sp. Lund 1831, foram exclusi-

vas da estação seca. Já no período chuvoso, as espécies *Odontomachus brunneus* (Patton 1894), *O. chelifer* (Latreille 1802) e *Solenopsis* sp. 2 só ocorreram neste período (Tab. 1).

Diversidade taxonômica

A figura 3 mostra a curva de acumulação de espécies para o ano de estudo. Nota-se que não foi alcançada a assíntota, o que significa que novas espécies podem ser amostradas nas duas estações. Grupos hiperdiversos, como Formicidae, precisam de um enorme esforço amostral para que a assíntota seja atingida (Silva & Silvestre 2000).

O teste de Wilcoxon aplicado à variação de riqueza de espécies nas duas estações ($W = 32$; $p = 0,030$) sugerem que não há diferenças significativas (Fig. 4). Assim como ocorreu para a riqueza de espécies, a equabilidade (J) e a diversidade de Simpson (D) foram significativamente diferentes nas duas estações (J : $W = 25$; $p = 0,008$; D : $W = 32$; $p = 0,026$) (Fig. 4). Tais resultados indicam, respectivamente, que a competição interespecífica é menor na estação chuvosa e que na estação seca há espécies mais dominantes (Legendre & Legendre 1998). Já, a diferença na diversidade de Shannon das duas estações foi apenas marginalmente significativa ($W = 30$; $p = 0,065$), assim como ocorreu com os valores de diversidade taxonômica ($W = 30$; $p = 0,065$), sugerindo que a heterogeneidade faunística é levemente maior na estação chuvosa (Fig. 4). A distinção taxonômica foi praticamente a mesma nas duas estações (Fig. 4). Silva & Batalha (2006) também não encontraram diferenças na distinção taxonômica de plantas entre cerrados hiper-sazonais e sazonais. Coelho & Ribeiro (2006), encontraram apenas diferenças marginalmente significativas na riqueza de espécies entre as

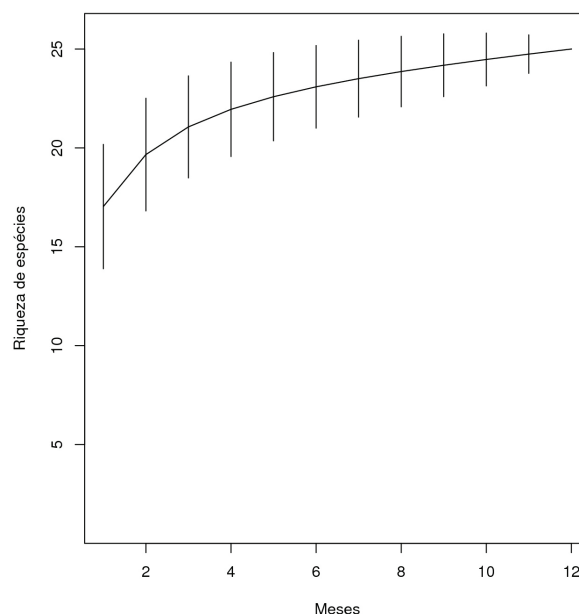


Figura 3. Curva de acumulação de espécies coletadas ao longo de um ano num fragmento de Floresta Estacional Semidecidual do Noroeste do Estado de São Paulo, Brasil.

estações adotadas, sendo mais alta na estação chuvosa que na seca. Já Schütte *et al.* (2007), aplicando outras técnicas de coletas, além da adotada pelo presente estudo, encontraram diferenças significativas na riqueza de espécies de formigas entre a estação seca e a chuvosa, enquanto que a equabilidade e a diversidade de Shannon foram similares nas duas estações. Vargas *et al.* (2007), utilizando um esforço amostral menor, encontraram diferenças significativas apenas na abundância de formigas das duas estações.

A variação dos valores de diversidade taxonômica (Δ) ao longo do ano é explicada por um modelo múltiplo que relaciona a variação linear da temperatura e a variação quadrática da pluviosidade ($r^2 = 0,66$; $F = 5,2$; g.l. = 8; $p = 0,028$) (Fig. 4). A diversidade de Simpson (D) também foi explicada por um modelo múltiplo ($r^2 = 0,66$; $F = 5,2$; g.l. = 8; $p = 0,028$) (Fig. 4). As variações na riqueza de espécies e na distinção taxonômica ($\Delta+$) não apresentaram relações significativas com as variações da temperatura e da pluviosidade (Fig. 4).

Os modelos regressivos aplicados às estimativas de diversidade e às variáveis climáticas sugerem que a equabilidade de espécies e a diversidade de Shannon é explicada pela variação linear da temperatura (Fig. 5). Embora não haja repetições que permitiriam verificar se as relações observadas representam padrões, os resultados obtidos sugerem que a abundância de formigas, no fragmento estudado, está relacionada à temperatura e que a estrutura da comunidade, representada pelos índices de diversidade, está relacionada tanto à temperatura quanto à pluviosidade, que no caso dentro de um ecossistema florestal e junto ao solo, são os principais determinantes

do microclima (Speight *et al.* 2008).

Entretanto, a correlação positiva entre temperatura pode representar um artefato da relação existente entre abundância e taxa de produtividade primária (Kaspari *et al.* 2000), que no caso representa a taxa de produção de biomassa disponível para o consumo de organismos heterotróficos primários (Begon *et al.* 2006). Taxas de produtividade primária de ecossistemas terrestres são fortemente influenciadas pela temperatura e limitadas pela precipitação pluviométrica, pela radiação solar e pela concentração de dióxido de carbono na atmosfera (Kaspari *et al.* 2000, Begon *et al.* 2006). Assim, as diferenças na diversidade de Formicidae observadas entre as duas estações adotadas podem ser decorrentes de taxas de produtividade primária que no caso é determinada principalmente pela pluviosidade, já que há diferenças significativas deste parâmetro entre as duas estações adotadas.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a Rodrigo dos Santos M. Feitosa (Museu de Zoologia, USP), pela identificação das espécies, aos funcionários e estagiários dos Laboratórios de Zoologia e de Microscopia da UNIFEV (Centro Universitário de Votuporanga) e a Alex Duqui, pelo auxílio nas coletas.

REFERÊNCIAS

- ANTWEB. 2011. *AntWeb Statistics*. The California Academy of Science. Disponível em: <<http://www.antweb.org/>>. Acesso em: 28 fev. 2011.
- ALONSO, L.E. & AGOSTI, D. 2000. Biodiversity studies, monitoring,

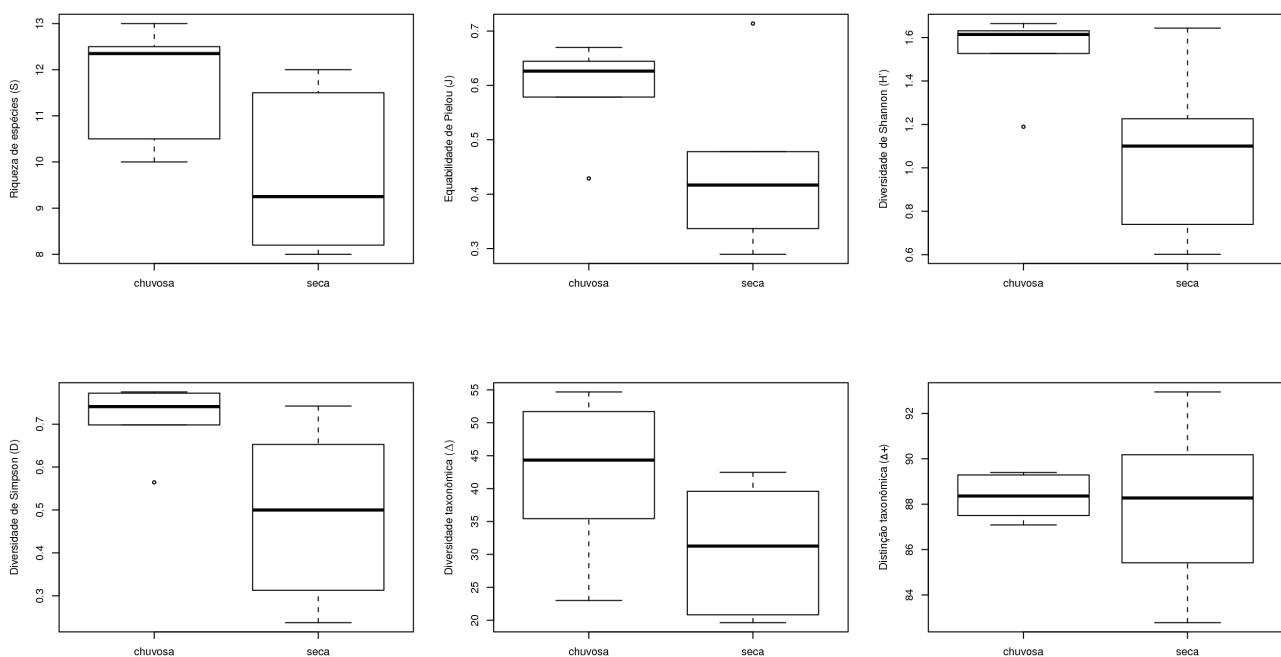


Figura 4. Variação dos valores de Riqueza de espécies (S), Equabilidade de Pielou (J), Diversidade de Shannon (H'), Diversidade de Simpson (D), Diversidade taxonômica (Δ) e de Distinção taxonômica ($\Delta+$) nas estações seca e chuvosa, num fragmento de Floresta Estacional Semidecidual do Noroeste do estado de São Paulo, Brasil.

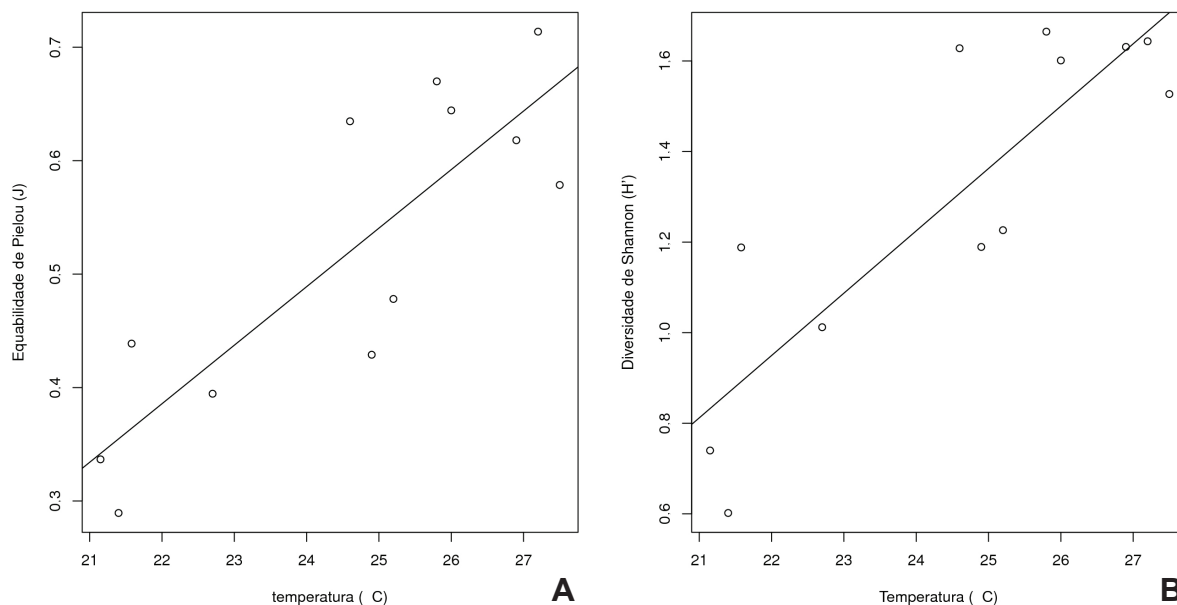


Figura 5. A. Relação entre a variação da equabilidade de espécies de formigas e de temperatura ($J = -0,75 + 0,052 \times \text{temperatura}$) ao longo de um ano num fragmento de Floresta Estacional Semidecidual do Noroeste do estado de São Paulo, Brasil. B. Relação entre a variação da diversidade de espécies estimada pelos índices de Shannon com a variação da temperatura ao longo de um ano num fragmento de Floresta Estacional Semidecidual do Noroeste do estado de São Paulo, Brasil ($H' = -2,0788 + 0,1376 \times \text{temperatura}$).

and ants: an overview. In: AGOSTI, D., MAJER, J.D., ALONSO, L.E. & SCHULTZ, T.R. (eds). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biological diversity*. Washington D. C.: Smithsonian Institution Press p. 1-8.

BEGON, M., TOWNSEND, C.R. & HARPER, J.L. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. 4th Ed. Malden: Blackwell Publishing Ltd. 738 p.

BIEBER, A. G. D., DARRAULT, O. P. G., RAMOS, C. C., SILVA, K. K. M. & LEAL, I. R. 2006. In: PÔRTO, K., TABARELLI, M. & ALMEIDA-CORTEZ, J. (Eds.). *Composição, riqueza e diversidade de espécies do Centro de Endemismo Pernambuco*. Recife: Editora Universitária da UFPE. p. 257-275

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

BOLTON, B. 1994. *Identification Guide to the Ant genera of the World*. Cambridge: Harvard University Press. 222 p.

CARNAVAL, A.C. & MORITZ, C. 2008. Historical climate modelling predicts patterns of current biodiversity in the Brazilian Atlantic forest. *Journal of Biogeography*, 35: 1187-1201.

CIAGRO. 2010. *Monitoramento climático e Balanço Hídrico*. Disponível em: <<http://www.ciaagro.sp.gov.br/index.asp>>. Acesso em: 10 ago. 2010.

CLARKE, K.R. & WARWICK, R.M. 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Marine Ecology Progress Series*, 216: 265-278.

CLARKE, K.R. & WARWICK, R.M. 1998. A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *Journal of Applied Ecology*, 35:523-531.

COELHO, I.R. & RIBEIRO, S.P. 2006. Environment heterogeneity and seasonal effects in ground-dwelling ant (Hymenoptera: Formicidae) assemblages in the Parque Estadual do Rio Doce, MG, Brazil. *Neotropical Entomology*, 35: 19-29.

DELABIE, J.H.C. 1988. Ocorrência de *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) em cacauais na Bahia. *Revista Theobroma*, 18: 29-37.

DELABIE, J.H.C. & FOWLER, H.G. 1993. Physical end biotic correlates of population fluctuations of dominant soil and litter ant species (Hymenoptera: Formicidae) in Brazilian cocoa plantations. *Journal of*

the New York Entomological Society, 101:135-140.

FISHER, R.A., CORBET A.S. & WILLIAMS C.B. 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology*, 12: 42-58.

HIROTA, M.M. & PONZONI, F.J. (2010) *Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica: período 2008 a 2010*. São Paulo, Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://mapas.sosma.org.br>>.

HOLLOBLER, B. & WILSON, E.O. 1990. *The Ants*. Cambridge: Belknap of Harvard University Press. 732 p.

KASPARI, M. 2001. Taxonomic level, trophic biology and the regulation of local abundance. *Global Ecology and Biogeography*, 10: 229-244.

KASPARI, M. 2000. A primer of ant ecology, In: AGOSTI, D., MAJER, J.D., ALONSO, L.E. & SCHULTZ, T.R. (Eds.). *Ants standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington: Smithsonian Institution Press. p. 9-24.

KASPARI, M., ALONSO, L. & O'DONNELL, S. 2000. Three energy variables predict ant abundance at a geographical scale. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 267: 485-489.

KRONKA, F.J.N., NALON, M.A., MATSUKUMA, C.K., KANASHIRO, M.M., SHIN-IKE, M.S., PAVÃO, M., DURIGAN, G., LIMA, L. M.P.R., GUILLAUMON, J.R., BAITELLO, J.B., BORGIO, S.C., MANNETTI, L.A., BARRADAS, A.M.F., FUKUDA, C.N., SHIDA, C.N., BARBOSA, O., SOARES, A.P., JOLY, C.A. & COUTO, H.T.Z. 2005. *Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente e Instituto Florestal. 1 atlas + 200p. Disponível em: <<http://www.iflorestal.sp.gov.br/sifesp/publicacoes.html>>. Acesso em: 10 ago. 2010.

LEAL, I.R. 2002. Diversidade de formigas no estado de Pernambuco. In: SILVA, J.M. & TABARELLI, M. (Eds.). *Atlas da biodiversidade de Pernambuco*. Recife: Editora da Universidade Federal de Pernambuco. p. 483-492.

LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. 1998. *Numerical Ecology*. 2 ed. Amsterdam: Elsevier. 835 p.

LEVINGS, S.C. & WINDSOR, D.M. 1985. Litter arthropod populations in a tropical deciduous forest: Relationships between years and arthropod groups. *The Journal of Animal Ecology*, 54: 61-69.

- MAGURRAN, A. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, United Kingdom. 256 p.
- MAJER, J.D. & DELABIE, J.H.C. 1994. Comparison of the ant communities of annually inundated and terra firme forests at Trombetas in the Brazilian Amazon. *Insectes sociaux*, 41: 343-359.
- MARINHO, C. G. S., ZANETTI, R., DELABIE, J. H. C., SCHLINDWEIN, M. N. & RAMOS, L. S. 2002. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) e área de cerrado em Minas Gerais. *Neotropical Entomology*, 31: 187-195.
- OKSANEN, J., BLANCHET, F.G., KINDT, R., LEGENDRE, P., O'HARA, R.B., SIMPSON, G.L., SOLYMOS, P., STEVENS, M.H.H. & WAGNER, H. 2010. *Package 'vegan'*. Disponível em: <<http://vegan.r-forge.r-project.org/>>.
- PEEL, M.C., FINLAYSON, B.L. & MCMAHON, T.A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11: 1633-1644.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2009. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.
- SCHUTTE, M.S., QUEIROZ, J.M., NUNES-MAYHÉ, A.J. & PEREIRA, M.P.S. 2007. Inventário de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em floresta ombrófila de encosta na ilha de Marambaia, RJ. *Iheringia*, 97: 103-110.
- SILVA, I.A. & BATALHA, M.A. 2006. Taxonomic distinctness and diversity of a hyperseasonal savanna in Central Brazil. *Diversity and Distributions*, 12: 725-730.
- SILVA, R.R. & SILVESTRE, R. 2000. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em Seara, oeste de Santa Catarina. *Biotemas*, 13: 85-105.
- SILVESTRE, R., BRANDÃO, C.R.F. & SILVA, R.R. 2003. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. In: FERNANDEZ, F. (ed.) *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. p. 113-148.
- SOARES, S.M., MARINHO, C.G.S. & DELLA LUCIA, T.M.C. 1998. Diversidade de invertebrados edáficos em áreas de eucalipto e mata secundária. *Acta Biológica Leopoldensia*, 19: 157-164.
- SPEIGHT, R., HUNTER, M.D. & WATT, A.D. 2008. *Ecology of Insects: concepts and applications*. Oxford, Blackwell Publishing. 628 p.
- VARGAS A.B., MAYHÉ-NUNES A.J., QUEIROZ J.M.; SOUZA G.O. & RAMOS E.F. 2007. Efeitos de fatores ambientais sobre a mirmecofauna em comunidade de restinga no Rio de Janeiro, RJ. *Neotropical Entomology*, 36: 28-37.
- VASCONCELOS, H.L. 1999. Effects of forest disturbance on the structure of ground-foraging ant communities in Central Amazonia. *Biodiversity and Conservation*, 8: 409-420.
- VERHAAGH, M. & ROSCISZEWSKI, K. 1994. Ants (Hymenoptera: Formicidae) of forest and savanna in the Biosphere Reserve Beni, Bolivia. *Andrias*, 13: 199-214.
- WARWICK, R.M. & CLARKE, K.R. 1995. New 'biodiversity' measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Marine Ecology Progress*, 129: 301-305.
- WILSON, E.O. 1976. Which are the most prevalent ant genera? *Studia Entomologica*, 19: 187-200.
- WOLDA, H. 1998. Insect seasonality: Why? *Annual Review Ecology Systematics*, 19: 1-18.