

**Distribuição espacial e temporal de classes de tamanho para três espécies lenhosas de cerrado
no município de Itirapina/SP.**

CHRISTIANE E. CORREA¹, CRISTINA BALDAUF², HENRIQUE C. P. SILVEIRA¹ e

LEANDRO T. VIEIRA¹.

¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia – Universidade Estadual de Campinas.

² Núcleo de Pesquisas em Florestas Tropicais – Universidade Federal de Santa Catarina.

RESUMO

Em populações de plantas, a distribuição espacial de indivíduos pode estar de acordo com padrões uniformes, agregados ou aleatórios. Essa distribuição pode variar com a fase do ciclo de vida das plantas e estar associada ou não no espaço. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi descrever o padrão de distribuição espacial e temporal de indivíduos grandes e pequenos para três espécies de cerrado (*Dalbergia miscolobium*, *Miconia albicans* e *Xylopia aromatica*) e verificar se estas distribuições estão associadas. A área de estudo foi um fragmento de cerrado denso localizado no município de Itirapina, estado de São Paulo. Os dados de abundância de cada espécie foram coletados em uma parcela de 0,16 ha. Analisamos os padrões espaciais para cada espécie e suas respectivas categorias de tamanho em 2007 através do coeficiente de autocorrelação espacial I de Moran.. Para examinar a correlação entre as categorias de tamanho para cada espécie em cada ano, utilizamos o teste de Mantel. Os resultados encontrados mostram a existência de padrões distintos para cada espécie, os quais podem ser atribuídos a fatores relacionados ao modo como as sementes são depositadas no ambiente e efeitos de mortalidade pós-dispersão. Além disso, manchas de condições favoráveis também poderiam atuar modificando o padrão de distribuição espacial encontrado. Não encontramos associação entre indivíduos grandes e pequenos para nenhuma espécie, corroborando com o modelo proposto por Janzen (1970) e Connell (1971) cuja alta mortalidade próxima a plantas co-específicas conduziria a uma dissociação na distribuição de indivíduos das categorias de tamanho grandes e pequenas.

Palavras-chave: autocorrelação espacial, índice de Moran, *Dalbergia miscolobium*, *Miconia albicans*, *Xylopia aromatica*

Introdução

Nas populações de plantas os indivíduos podem estar distribuídos de forma aleatória no espaço, agrupados em determinados locais ou de modo uniforme (Hutchings 1997, Hay *et al.* 2000). Os diferentes padrões de distribuição espacial encontrados nos habitats podem ser influenciados por vários processos tais como a dispersão de sementes e a mortalidade (Hutchings 1997). Além destes fatores é importante considerar também a disponibilidade e distribuição de manchas de recursos que podem favorecer o estabelecimento e/ou desenvolvimento dos indivíduos de diferentes fases do desenvolvimento (Harper 1977, Bustamante & Canals 1995).

Todos os fatores citados podem atuar de maneira distinta ao longo do ciclo de vida dos indivíduos (Alvarez-Buylla 1994, Hay *et al.* 2000, Fonseca *et al.* 2004). Em indivíduos jovens o padrão de deposição das sementes e a mortalidade causada por patógenos e predadores são os principais reguladores da distribuição espacial (Hutchings 1997). De acordo com os processos ocorridos nesta fase será determinada a distribuição dos adultos (Hutchings 1997).

Em situações em que os fatores dependentes de densidade forem os mais importantes em uma população, é esperado que indivíduos jovens tenham distribuição mais agregada comparado aos adultos. Ao passo que, sendo os independentes de densidade preponderantes, os indivíduos podem ocorrer em manchas no ambiente, produzindo distribuição mais agregada nos indivíduos adultos em relação aos jovens (Hutchings 1997).

A distribuição de adultos e jovens pode estar associada ou não no espaço (Alvarez-Buylla 1994, Fonseca *et al.* 2004). Segundo modelo proposto por Janzen (1970) e Connell (1971) existe alta mortalidade próximo a plantas co-específicas pela pressão imposta por inimigos naturais e

patógenos. Essa maior taxa de mortalidade produziria uma dissociação da distribuição de adultos e jovens. Contrapondo esta idéia Hubbell (2001) propõe que a alta densidade de sementes próximo a planta co-específica é grande o suficiente para que os efeitos de maior mortalidade neste local seja minimizados. Neste caso, a distribuição de indivíduos jovens e adultos estaria sobreposta. Alvarex-Buylla (1994) encontrou para *Cecropia obtusifolia* em Floresta Ombrófila densa no México uma associação positiva entre indivíduos pequenos e grandes a distâncias de até 25 m. Entretanto, em uma Floresta sazonal semidecídua no Brasil houve uma segregação espacial entre indivíduos grandes e pequenos de *Aspidosperma polyneuron* (Fonseca *et al.* 2004).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi descrever o padrão de distribuição espacial e temporal de indivíduos grandes e pequenos para três espécies de cerrado e verificar se estas distribuições estão associadas. Nossa hipótese é de que existem associações positivas no padrão de distribuição de plantas de diferentes classes de tamanho e que estas associações se modificam ao longo do tempo. A existência de associações positivas seria um indicativo de locais favoráveis para a espécie.

Materiais e Métodos

Este estudo foi conduzido no município de Itirapina, estado de São Paulo, sob as coordenadas de 22°15' latitude sul e 47°52' de longitude oeste, a uma altitude de 765m. O clima é Cwa de Köppen, a precipitação média anual é de 1501mm e a temperatura média anual é de 22°C (Delgado *et al.* 2004).

O fragmento amostrado, denominado de Valério, está situado na Estação Ecológica e Experimental de Itirapina, possui as coordenadas 22°13'02.5" latitude sul e 47°51'12.3" longitude oeste e tem sua vegetação caracterizada como cerrado denso (segundo classificação de Ribeiro & Walter 1998). Este fragmento está protegido de ação antrópica (fogo, gado ou extrativismo vegetal) há mais de vinte anos.

As espécies estudadas foram: *Dalbergia miscolobium*, árvore popularmente conhecida como careiúna ou jacarandá-do-cerrado que ocorre em Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul (Lorenzi 1992), em fisionomias campestres de cerrado, em cerrado típico e cerradão (Durigan *et al.* 2004); *Miconia albicans* é uma espécie arbustiva, podendo atingir até 2,5 m de altura. No Brasil se distribui por quase todos os estados, ocorrendo em fisionomias campestres de cerrado, cerrado típico e cerradão (Durigan *et al.* 2004), e também em vegetação litorânea (Base de Dados Tropical 2005 *apud* Virillo 2004) e *Xylopia aromatica*, popularmente conhecida por pindaíba ou pimenta-de macaco, árvore que ocorre no cerrado *sensu stricto*, no campo cerrado (Lorenzi 1992) e cerradão (Durigan *et al.* 2004). Distribui-se nos estados de São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Goiás (Lorenzi 1992).

Em uma área de 0,16ha (64 parcelas de 5mX5m) marcada permanentemente, todos os indivíduos foram medidos anualmente entre 1995 e 2007. Obtivemos os diâmetros e perímetros dos indivíduos com auxílio de paquímetro e fita métrica. Esses dados foram coletados durante as disciplinas de campo NE211, NE412 e BT791, oferecidas pelo curso de Graduação em Biologia e pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia do Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas (<http://www.ib.unicamp.br/profs/fsantos/ecocampo>).

Criamos matrizes de abundância para as espécies *D. miscolobium*, *M. albicans* e *X. aromática* para os anos de 1995, 1999, 2003 e 2007. Agrupamos os indivíduos em duas categorias, pequenos (≤ 3 cm de DAS) e grandes (> 3 cm de DAS). Criamos uma matriz de distância que representa o posicionamento geográfico das parcelas.

Analizamos os padrões espaciais para cada espécie e suas respectivas categorias de tamanho em 2007 através do coeficiente de autocorrelação espacial I de Moran (1950 *apud* Fonseca *et al.* 2004) que é calculado para diferentes classes de distância e varia de -1 a 1 . Criamos sete classes de distância com intervalo de 5 unidades, que representa o tamanho das parcelas. Fizemos correlogramas espaciais para abundância de indivíduos para cada espécie e suas respectivas categorias de tamanho. O correlograma é um gráfico dos valores de I em função das classes de

distância e o nível de significância utilizado foi 0,05. A hipótese nula é que o índice de Moran é igual à zero, que indica aleatoriedade na distribuição espacial dos indivíduos.

Para examinar a correlação entre as categorias de tamanho para cada espécie em cada ano, utilizamos o teste de Mantel (Mantel 1967 *apud* Sokal & Rohlf 1995). Nestas análises usamos o Software Passage versão 1.1 (Rosenberg 2004). Construimos mapas de superfície para o ano de 2007 com base na abundância de cada espécie e suas categorias de tamanho utilizando o Software Surfer versão 6.01 (1995).

Resultados

As espécies *Dalbergia miscolobium*, *Miconia albicans* e *Xylopia aromatica* apresentaram número de indivíduos total para o ano de 2007 de 317, 438 e 319, respectivamente. As espécies apresentaram variação no número de indivíduos em cada categoria de tamanho nos quatro anos estudados (Tabela 1).

Tabela 1: Número de indivíduos das categorias pequenos (≤ 3 cm de DAS) e grandes (> 3 cm de DAS) para as espécies *Dalbergia miscolobium*, *Miconia albicans* e *Xylopia aromatica* nos quatro anos amostrados, município de Itirapina, SP.

	Grandes				Pequenos			
	2007	2003	1999	1995	2007	2003	1999	1995
<i>Dalbergia miscolobium</i>	60	61	74	91	257	137	22	16
<i>Miconia albicans</i>	25	19	121	201	413	275	623	647
<i>Xylopia aromatica</i>	71	65	77	69	248	279	361	338

A espécie *Dalbergia miscolobium* apresentou autocorrelação positiva nas distâncias de 5 m, 10 m, 15 m e 20 m e autocorrelação negativa em 30 m e 35 m para o conjunto de plantas pequenas. Não encontramos autocorrelações significativas no grupo formado por plantas grandes (Figura 1A, 2A).

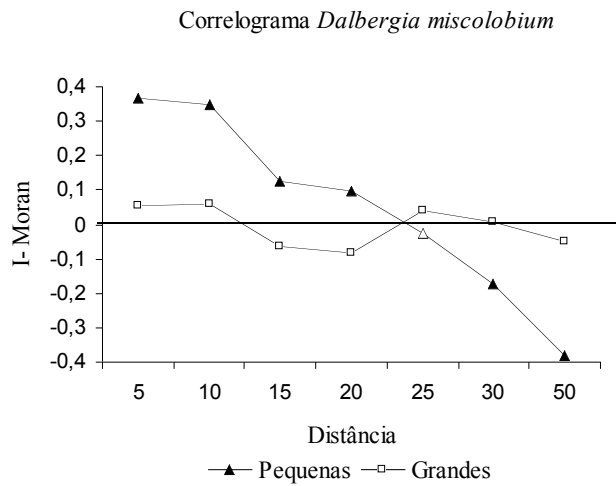
Na espécie *Miconia albicans* as plantas pequenas formam agrupamentos na distância de 5 metros. Nas demais distâncias o padrão de distribuição da categoria é aleatório. Já entre as plantas grandes da espécie ocorreu autocorrelação positiva nas distâncias de 5 m, 10 m e 15m e autocorrelação negativa em 25 m e 30 m (Figura 1B, 2B).

Em *Xylopia aromatica* não encontramos agrupamentos na categoria de plantas pequenas. As plantas grandes apresentaram autocorrelações positivas nas distâncias de 5 m e 10 m e distribuição aleatória nas demais distâncias (Figura 1C, 2C).

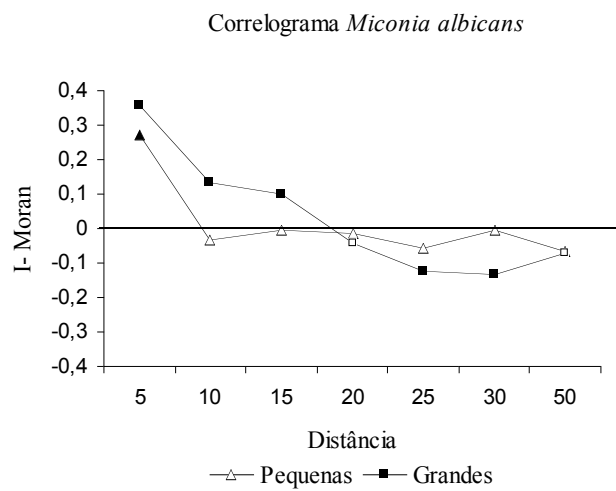
De acordo com o teste de Mantel, não encontramos correlações significativas no padrão espacial de abundância das categorias pequenas e grandes nenhuma das espécies estudadas (Tabela 2 e Figura 2).

Tabela 2: Valores de correlação obtidos no teste de Mantel para matrizes de abundância das categorias pequenos e grandes das espécies *Dalbergia miscolobium*, *Miconia albicans* e *Xylopia aromatica* no fragmento Valério, município de Itirapina, SP. Os números entre parênteses indicam a probabilidade associada a cada valor.

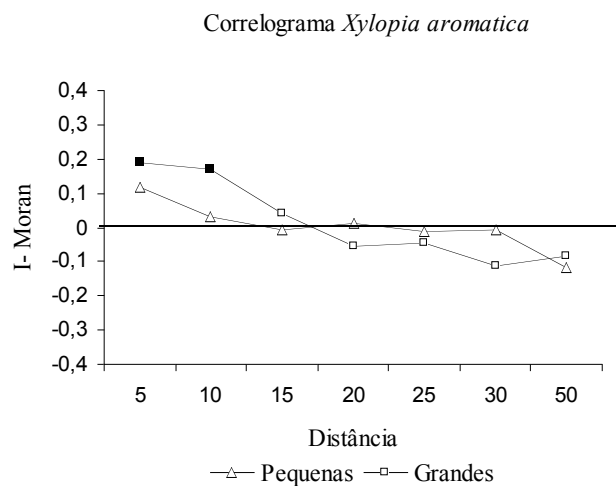
	1995	1999	2003	2007
<i>Dalbergia miscolobium</i>	-0.011 (0.898)	0.102 (0.18)	-0.017 (0.839)	-0.037(0.619)
<i>Miconia albicans</i>	-0.007 (0.923)	-0.058 (0.406)	-0.026 (0.722)	0.078 (0.277)
<i>Xylopia aromatica</i>	0.153 (0.071)	0.056 (0.395)	0.024 (0.733)	-0.013 (0.864)



A



B



C

Figura 1: Correlograma espacial da abundância de indivíduos pequenos e grandes encontrada no ano de 2007 para as espécies *Dalbergia miscolobium* (A), *Miconia albicans* (B) e *Xylopia aromatica* (C) no fragmento Valério, município de Itirapina, SP. A abscissa corresponde ao limite superior (m) de cada classe de distância. Símbolos preenchidos representam valores significativos do I-Moran a 5% e símbolos em branco indicam valores não significativos.

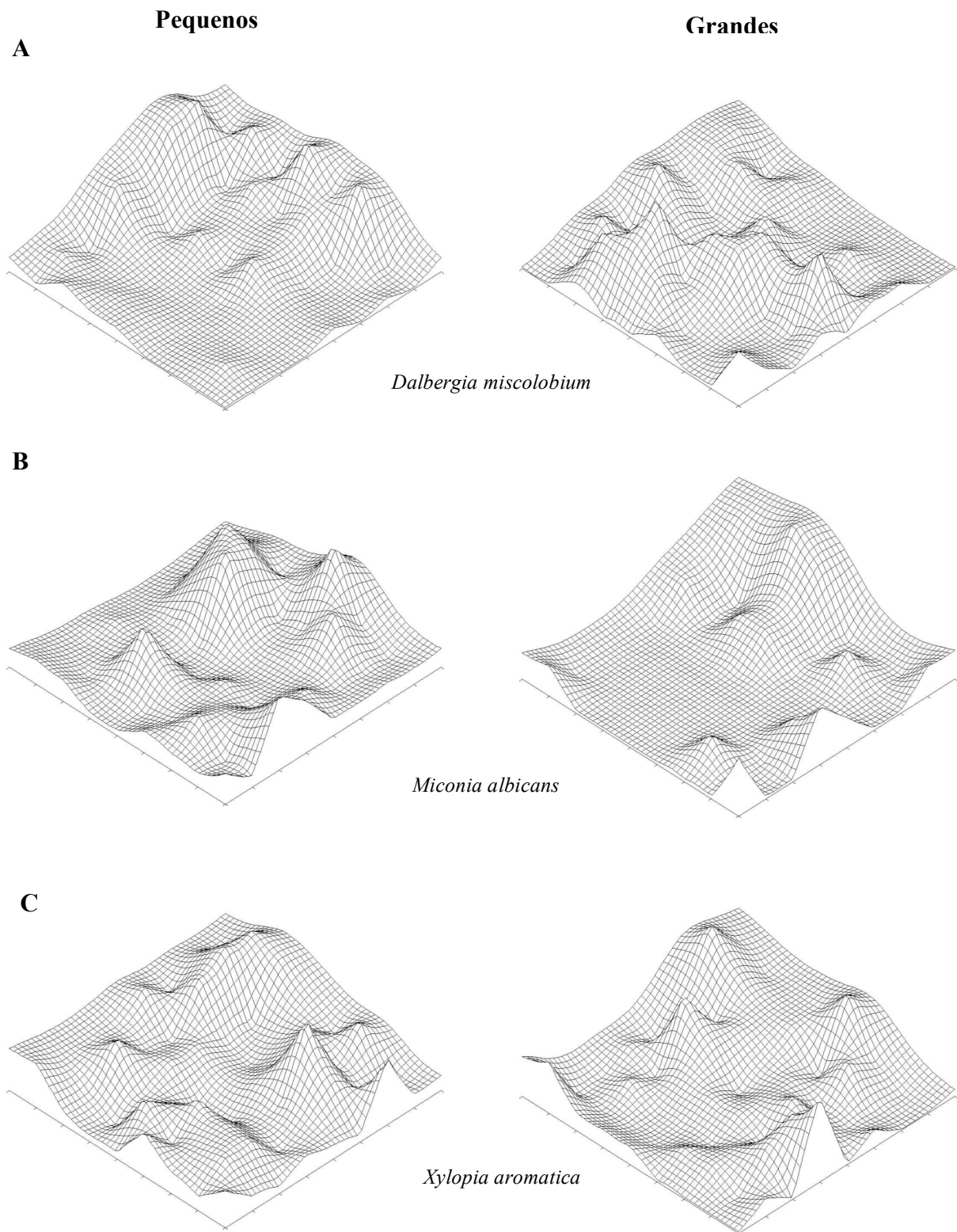


Figura 2: Mapas de superfície da abundância das espécies *Dalbergia miscolobium*, *Miconia albicans* e *Xylopia aromatica* (pequenas-esquerda e grandes-direita) no ano de 2007 em uma área de 40 x 40 m, subdividida em parcelas de 25m² localizados no fragmento Valério, município de Itirapina, SP.

Discussão

Os agrupamentos dos indivíduos pequenos podem estar relacionados ao tipo de síndrome de dispersão de cada espécie (Hutchings 1997). *Dalbergia miscolobium* apresentou agrupamentos dos indivíduos da classe menor de até 20 m. Nesta espécie, as sementes são espalhadas pelo vento de modo aleatório, a partir da planta parental, e assim encontrariam manchas de condições favoráveis para seu estabelecimento gerando agregações há maiores distâncias.

Já as espécies com dispersão zoocórica tendem a apresentar agregados mais próximos de indivíduos de classes de tamanho menores, em função do comportamento dos dispersores, o que inclui a utilização de poleiros de alimentação onde as sementes são liberadas (veja sobre zoocoria em Fleming & Williams 1990, Figueiredo & Perin 1995). Isto explicaria o padrão de agregação encontrado na espécie *Miconia albicans*, a qual possui dispersão zoocórica. Na espécie *Xylopia aromatica* o padrão aleatório encontrado na categoria de plantas pequenas pode ser atribuído a fatores relacionados à mortalidade nas fases iniciais do ciclo de vida.

Encontramos distribuição espacial aleatória para os indivíduos grandes de *D. miscolobium*. Mortalidade dependente de densidade pode estar ocorrendo na categoria de tamanho pequena resultando no padrão aleatório encontrado para os indivíduos grandes. Para as espécies *M. albicans* e *X. aromatica* os fatores mais importantes seriam os independentes de densidade uma vez que encontramos uma distribuição espacial mais agregada nos grandes comparados aos pequenos. Entre os principais fatores independentes de densidade podemos destacar fatores abióticos e mortalidade ocasionada por patógenos e predadores (Hutchings 1997).

Não encontramos nenhuma associação entre indivíduos grandes e pequenos para nenhuma espécie, corroborando com o encontrado por Fonseca *et al.* (2004). Estes resultados coincidem com o modelo proposto por Janzen (1970) e Connell (1971) cuja alta mortalidade próxima a plantas co-específicas conduziria a uma dissociação na distribuição de indivíduos das categorias de tamanho grandes e pequenas.

Referências Bibliográficas

- ALVAREZ-BUYLLA, E. R. 1994. Density dependence and patch dynamics in tropical rain forest: matrix models and applications to a tree species. *The American Naturalist* 143(1):155-191.
- BUSTAMANTE, R. O. & CANALS, L. M. 1995. Dispersal quality in plant: how to measure efficiency and effectiveness of a seed disperser. *Oikos* 73:133-136.
- CONNELL, J. H. 1971. On the role of the natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. In: *Dynamics of Number in Populations. Proceedings of the advanced study institute* (eds Den Boer, P. J. & Gradwell, G.). Center for Agricultural publication and documentation, Wageningen, The Netherlands, pp. 298-312.
- DELGADO, J.M. 2004. Plano de manejo integrado das unidades de Itirapina-SP. IF Série Registros, SP.
- DURIGAN, G., BAITELLO J.B., FRANCO G.A.D.C. & SIQUEIRA, M.F. 2004. Plantas do Cerrado Paulista: Imagens de uma paisagem ameaçada. Página & Letras Editora e Gráfica, São Paulo.
- FIGUEIREDO, R. A. & PERIN, E. 1995. Germination ecology of *Ficus luschnathiana* drupelets after bird and bat ingestion. *Acta Oecológica* 16:71-75.
- FLEMING, T. H. & WILLIAMS, C. F., 1990. Phenology, seed dispersal, and recruitment in *Cecropia peltata* (Morácea) in Costa Rican tropical dry Forest. *Journal of Tropical Ecology* 6:163-178.
- FONSECA, M. G.; MARTINI, A. M. Z. & SANTOS, F. A. M. 2004. Spatial structure of *Aspidosperma polyneuron* in two semi-deciduous forests in Southeast Brazil. *Journal of Vegetation Science* 15: 41-48.
- HARPER, J.L. 1977. Population biology of plants. Academic Press, New York.
- HAY, J. D.; BIZERRIL, M. X.; CALOURO, A. M.; COSTA, E. M. N.; FERREIRA, A. A.; GASTAL, M. L. A.; JUNIOR, C. D. G.; MANZAN, D. J.; MARTINS, C. R.; MONTEIRO, J. M. G.; OLIVEIRA, S. A.; RODRIGUES, M. C. M.; SEYFFARTH, J. A. S. & WALTER, B. M.

- T. 2000. Comparação do padrão da distribuição espacial em escalas diferentes de espécies nativas do cerrado, em Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica* 23(3):341-347.
- HUBBELL, S. P. 2001. *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography*. Princeton University Press, Princeton.
- HUTCHINGS, M. J. 1997. The structure of plant population. *In: Plant Ecology* (Crawley M. J.) Blackwell Scientific Publications.
- JANZEN, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist*. 104, 501-528.
- LORENZI, H. 1992. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Plantarum, Nossa Odessa.
- RIBEIRO, J.F., & WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. *In: Sano, S.M. & S.P. Almeida (eds.) Cerrado: ambiente e flora*. Embrapa, Planaltina, DF.
- ROSENBERG, M.S. 2004. *PASSAGE. Pattern Analysis, Spatial Statistics, and Geographic Exegesis*. Version 1.1. Department of Biology, Arizona State University, Tempe, AZ.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. 1995. *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research*. 3º Ed. W.H. Freeman and Company, New York.
- VIRILLO, C.B. 2004. *Dinâmica e estrutura de populações de espécies lenhosas do cerrado de Itirapina, SP*. Dissertação de Mestrado, UNICAMP, Campinas.