



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

YVES RAFAEL BOVOLENTA

**Os efeitos da exploração florestal sobre a estrutura e dinâmica
de populações arbóreas de diferentes grupos ecológicos**

Londrina
2011

SUMÁRIO

RESUMO	ii
INTRODUÇÃO.....	1
Objetivos	2
Hipóteses	3
METODOLOGIA	3
Área de estudo	3
Seleção das espécies	4
Área amostral	4
Coleta e análise dos dados	5
RESULTADOS ESPERADOS.....	8
CRONOGRAMA	8
ORÇAMENTO.....	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9

RESUMO

Entre os impactos mais comuns em fragmentos florestais da mata atlântica está o corte seletivo de madeira, criando um novo habitat, com taxas de luminosidade, umidade e temperatura diferentes. Os impactos diretos da retirada de espécies, em conjunto com as alterações microclimáticas promovem alterações nas taxas de sobrevivência, crescimento e reprodução das populações arbóreas, o que tem efeito direto sobre a estrutura e dinâmica das espécies. A caracterização tanto da ecologia de populações de plantas quanto das variáveis ambientais são importantes para fornecer informações sobre os fatores que influenciam os processos populacionais, a capacidade de regeneração e as respostas de uma população ou grupo de espécies à ocorrência de perturbações em um determinado local. Nesse contexto, este trabalho objetiva avaliar aspectos da ecologia de populações arbóreas de diferentes grupos ecológicos, além de variáveis ambientais em áreas fisionomicamente diferentes (estágios de regeneração) dentro de um fragmento com histórico de corte seletivo de madeira e queimada. Para o desenvolvimento deste estudo foi selecionada uma área de floresta estacional semidecidual no sul do Brasil, onde serão demarcadas 600 parcelas (áreas amostrais) de 25 m² (5 m x 5 m), com cinco blocos de 120 parcelas distribuídos em diferentes fisionomias florestais do fragmento. Dentro das parcelas todos os indivíduos maiores que 0,30 m de altura de sete espécies estudadas serão mapeados e terão diâmetro à altura do solo (DAS) e altura total mensurados em duas amostragens. A partir dos dados coletados serão avaliadas a estrutura de tamanho e espacial, taxa de crescimento em altura e diâmetro e relações alométricas de altura e diâmetro para cada uma das populações. Em uma das áreas será realizada uma reamostragem de todos os indivíduos para o estudo de demografia. Com isso, espera-se compreender melhor os efeitos da exploração sobre populações arbóreas e o processo de regeneração da floresta.

Palavras-chave: corte seletivo de madeira, ecologia de populações, espécies arbóreas, regeneração florestal.

INTRODUÇÃO

A floresta atlântica brasileira é considerada uma das florestas com os mais altos níveis de diversidade biológica e taxas de endemismo do mundo (Morellato e Haddad 2000, Metzger 2009). No entanto grande parte dos remanescentes florestais existentes sofreu ou ainda sofre algum tipo de impacto relacionado à ação humana (Richards 1996, Dent e Wright 2009). Entre os impactos mais comuns nessas florestas está o corte seletivo de madeira (Tabarelli e Mantovani 1999, Morellato e Haddad 2000, Liebsch et al. 2008).

Distúrbios causados pela retirada de madeira alteram severamente as condições ambientais necessárias para a sobrevivência e desenvolvimento de plantas nas florestas tropicais, criando um novo habitat, com taxas de luminosidade, umidade e temperatura completamente diferentes (Guariguata e Ostertag 2001, Liebsch et al. 2008, Burton et al. 2009), podendo facilitar a ocorrência de outros distúrbios como queimadas. Os impactos diretos da retirada de espécies, em conjunto com as alterações microclimáticas promovem alterações nas taxas de sobrevivência, crescimento e reprodução das populações arbóreas, o que tem efeito direto sobre a estrutura e dinâmica das espécies (Ramírez-Marcial 2003, McLaren et al. 2005, Getzin et al. 2008, Solís et al. 2009, Tsingalia 2010, Bovolenta 2011). O sucesso na recuperação dessas populações vai determinar a regeneração da floresta, considerando a regeneração florestal como um processo pelo qual a floresta perturbada atinge características da floresta madura (Saldarriaga e Uhl 1991, Tabarelli e Mantovani 1999, Bovolenta 2011).

Bovolenta (2011) e Rodrigues (2011) em dois estudos em um fragmento de floresta estacional semidecidual no sul do Brasil que sofreu com o corte seletivo de madeira, concluíram que os impactos da exploração provocaram alterações na estrutura de populações importantes na comunidade arbórea. Indícios do processo de regeneração da floresta também foram observados, porém, chamou-se a atenção para a necessidade de estudos que acompanhassem às variações dessas populações ao longo do tempo, e em áreas com graus diferenciados de impactação.

Alguns autores têm mostrado o impacto da exploração e o processo de regeneração da floresta através de estudos da estrutura (Souza 2007, Sapkota et al. 2009, Bovolenta 2011, Rodrigues 2011) e dinâmica (Bruna e Kress 2002, Fortini et al. 2010) de populações arbóreas. O estudo da ecologia de populações faz uma ligação entre as respostas individuais às restrições abióticas com os padrões de composição da comunidade e os processos do ecossistema (Fortini et al. 2010). Uma vez que, a regulação tanto da estrutura da comunidade quanto do funcionamento do ecossistema tornam-se evidentes quando se somam as características dos diferentes processos populacionais (Ricklefs 2003).

Grande parte dos estudos com populações arbóreas têm focado sobre o uso de grupos de espécies que possuam características fisiológicas e ecológicas semelhantes (Bianchini et al. 2010, Bovolenta 2011, Rodrigues 2011), denominados de grupos funcionais ou guildas (Denslow 1980, Swaine e Whitmore 1988, Lyon e Sagers 2002). O uso da estratificação vertical, categoria sucessional ou síndrome de dispersão de sementes e polinização como um meio de separação de grupos funcionais é considerado como um bom indicador em estudos ecológicos (Tabarelli et al. 1999, Bohlman e O'Brien 2006, Bianchini et al. 2010, Bovolenta 2011).

A caracterização tanto da ecologia de populações de plantas quanto das variáveis ambientais são importantes para fornecer informações sobre os fatores que influenciam os processos populacionais, a capacidade de regeneração e as respostas de uma população ou grupo de espécies à ocorrência de perturbações em um determinado local (Harper 1977, Clark 1994, Miranda-Melo et al. 2007).

Nesse contexto este trabalho objetiva avaliar aspectos da ecologia de populações arbóreas, como a estrutura de tamanho e espacial, taxas de crescimento, relações alométricas e demografia, para espécies de diferentes grupos ecológicos, além de variáveis ambientais, como cobertura do dossel, temperatura, umidade, características físicas e químicas do solo, declividade, volume e massa de serapilheira em áreas fisionomicamente diferentes, dentro de um fragmento com histórico

de corte seletivo de madeira e queimada. Com isso espera-se compreender melhor os efeitos da exploração da floresta sobre populações arbóreas e o processo de regeneração florestal.

Sendo assim este estudo busca responder as seguintes questões:

Qual a estrutura de tamanho e espacial das populações estudadas? A estrutura das populações difere entre as áreas fisionomicamente diferentes (diferentes estágios de regeneração)? As estruturas de tamanho e espacial diferem entre os grupos de espécies estudadas?

Qual a relação alométrica de diâmetro e altura, e a taxa de crescimento dos indivíduos das populações estudadas? As relações alométricas e taxas de crescimento dos indivíduos diferem entre as áreas de estudo? As relações alométricas e taxas de crescimento dos indivíduos diferem entre os grupos de espécies estudadas?

Qual a taxa finita de crescimento populacional projetada para as espécies de diferentes grupos funcionais no fragmento estudado? Qual é o parâmetro demográfico que mais contribui para o valor da taxa finita de crescimento populacional (λ) em cada uma das populações arbóreas de estudo?

METODOLOGIA

Área de estudo

Para o desenvolvimento deste estudo foi selecionada uma área de floresta tropical, pertencente ao bioma mata atlântica, classificada como floresta estacional semidecidual.

O Parque Estadual Mata São Francisco (PEMSF) possui uma área de 832,58 hectares e está localizado no norte do estado do Paraná, Brasil, entre os municípios de Santa Mariana e Cornélio Procopio, latitude 23° 15' S e longitude 50° 45' W (Tomé et al. 1999), esta área sofreu com a retirada desordenada de madeira, palmito e queimadas, somente no ano de 1994 tornou-se área protegida, e hoje apresenta um mosaico de fisionomias, com áreas de floresta madura, em estágios avançados e intermediários de regeneração e áreas dominadas por bambus e lianas.

O clima da região caracteriza-se como Cfa, segundo classificação de Köppen, com precipitação média entre 1200 a 1400 mm distribuídos irregularmente durante o ano (Iapar 2000).

As unidades de solo predominantes são Latossolo Vermelho eutroférico e Nitossolo Vermelho eutroférico, com inclusões de Chernossolos e Gleissolos, todos considerados como solos de alta fertilidade (Embrapa 1984, 1999, Tomé et al. 1999).

Seleção das espécies

Para a realização do estudo foram selecionadas sete espécies com base no índice de valor de importância (IVI) a partir de inventários florestais realizados nas áreas de estudo (Tomé et al. 1999, Zama et al. dados não publicados) e observações de campo, sendo: *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll. Arg., *Sorocea bonplandii* (Baill.) W.C. Burger, Lanj. & Wess. Boer, *Inga marginata* Willd., *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg., *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. e *Pachystroma longifolium* (Ness) I. M. Johnst.

Área amostral

Serão demarcadas 600 parcelas (áreas amostrais) de 25 m² (5 m x 5 m), sendo que cinco blocos de 120 parcelas serão distribuídos em diferentes fisionomias florestais do PEMSF, sendo elas: 1- área em declive de floresta madura; 2- área plana em avançado estágio de regeneração, sem a infestação de bambu e lianas; 3- área plana em estágio intermediário de regeneração com presença de bambu; 4- área plana dominada por bambu; e 5- área plana onde ocorreu um incêndio florestal à aproximadamente 40 anos. Cada bloco de 120 parcelas será alocado contiguamente, formando um retângulo de 50 m x 60 m (3000 m²) em cada uma das diferentes fisionomias dentro do fragmento florestal. Para facilitar a seleção das áreas de estudo e mapear o mosaico de fisionomias existentes no fragmento será realizada uma avaliação através de sistemas de informações geográficas (SIG), com uso de imagens de satélite e observações de campo.

Coleta e análise dos dados

Dentro das parcelas todos os indivíduos maiores que 0,30 m de altura das sete espécies estudadas serão mapeados e terão diâmetro à altura do solo (DAS) e altura total mensurados em duas amostragens (com um intervalo de pelo menos um ano entre as amostragens). A partir dos

dados coletados serão avaliados a estrutura de tamanho e espacial, taxa de crescimento em altura e diâmetro e relações alométricas de altura e diâmetro para cada uma das populações em todas as áreas de estudo, com exceção a estrutura de tamanho e espacial e relações alométricas na área de estudo 2 (área plana em avançado estágio de regeneração, sem a infestação de bambu e lianas), onde esses dados já foram avaliados por Bovolenta (2011) para todas as espécies de estudo (com exceção a *Pachystroma longifolium*, que terá esses dados avaliados). Na área de estudo 2 será realizada uma reamostragem de todos os indivíduos, incluindo os menores que 0,30 m de altura, para o estudo de demografia.

-Estrutura de tamanho

Para comparar a estrutura de tamanho das populações entre as áreas e entre as espécies serão elaboradas distribuições de frequências de indivíduos em classes de tamanho, determinada conforme as características da espécie. Para as comparações dessas estruturas entre as áreas será realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov (Siegel 1975, Zar 1984). Será utilizado o coeficiente de assimetria (skewness) para avaliar a simetria das distribuições de tamanho (Bendel et al. 1989).

-Relações alométricas

As relações alométricas dos indivíduos são geralmente expressas por funções derivadas de regressões lineares das variáveis transformadas em logaritmos de base 10. A equação que expressa estas relações é: $y = ax^b$, ou $\log y = \log a + b \log x$, onde a e b são parâmetros obtidos através de regressão linear (Sokal e Rohlf 1981, King 1990, Kohyama e Hotta 1990).

Nas comparações da forma dos indivíduos entre as áreas e entre espécies, as diferenças podem ocorrer tanto em a (o intercepto de y) como em b (a inclinação da reta). Se o valor de b é diferente entre as áreas ou espécies, o maior valor de b apresentará maior incremento de y por incremento de x . Se a inclinação não difere, mas a constante a é diferente entre áreas ou espécies, aquelas com maiores valores de a apresentarão valores de y maiores para qualquer valor de x (Kohyama e Hotta 1990). Para testar a diferença entre as retas será utilizada a análise de covariância, também

conhecida como ANCOVA (Snedecor e Cochran 1967). Comparações múltiplas entre as retas serão feitas pelo teste a posteriori de Scheffé ($p < 0,05$) (Huitema 1980, Zar 1984).

-Estrutura espacial

Será utilizado o número de indivíduos em cada parcela para determinar a estrutura espacial de cada uma das populações em cada uma das áreas de estudo. A estrutura espacial será analisada utilizando o coeficiente de autocorrelação espacial de Moran (I) (Legendre e Fortin 1989) calculado para 14 classes de distância, testando a hipótese nula de que o I , para cada classe de distância, não é diferente de zero, indicando aleatoriedade (Legendre e Fortin 1989). Um correlograma espacial será construído baseado sobre os valores de I em cada classe de distância, e sua significância será testada usando o critério de Bonferroni (Oden 1984).

-Crescimento

Para a obtenção da taxa de crescimento em diâmetro e altura, serão calculadas as diferenças entre os valores medidos em cada amostragem.

-Demografia

Considerando a subdivisão de classes de tamanho adotada, a taxa finita de crescimento populacional (λ) será calculada utilizando-se o modelo de matrizes (Caswell 2001),

$$n(t+1) = A.n(t)$$

onde n é um vetor coluna cujos elementos n^i são os números de indivíduos em cada categoria no tempo t ou $t + 1$, e A representa a matriz quadrada com a probabilidade de transição entre as classes de altura (matriz de transição).

Adicionalmente, será utilizada a análise de perturbação retrospectiva, o LTRE (life-table-response-experiment), para identificar quais elementos da matriz contribuem de forma mais significativa para as variações no λ em cada área de estudo (Pulido et al. 2007).

-Variáveis abióticas

Para melhor entender as possíveis variações espaciais, no que diz respeito à estrutura de tamanho e espacial, relações alométricas, taxas de crescimento e demografia nas diferentes áreas de

estudo dentro do fragmento, serão feitas caracterizações ambientais. Serão avaliados o índice de cobertura do dossel, temperatura, umidade, análises físicas e químicas do solo, declividade, massa e volume da serapilheira, presença de bambus e número de indivíduos adultos de todas as espécies.

Para a obtenção do índice de cobertura do dossel de cada parcela será usada a média de quatro medidas, sendo cada uma voltada para um dos diferentes vértices da parcela. Os índices de cobertura serão obtidos utilizando-se um densiômetro de cobertura esférico (Lemmon 1956), com medidas feitas a altura do peito.

A temperatura (°C) e a umidade relativa do ar (%) serão registradas por coletores de dados eletrônicos automáticos, os quais serão instalados nas parcelas. A declividade das áreas será avaliada com o auxílio de um clinômetro.

Para a fertilidade do solo serão coletadas amostras da camada superficial do solo (0-20 cm). As amostras serão enviadas ao Instituto Agrônomo do Paraná para análise química de rotina que inclui: Concentração de fósforo (P), carbono orgânico (C), cálcio (Ca), magnésio (Mg⁺⁺), potássio (K), alumínio trocável (Al), soma de bases (S), grau de acidez (pH), acidez potencial (H+Al), saturação total das bases (V), capacidade de troca dos cátions (T), e matéria orgânica (Mo).

Também será realizada a análise granulométrica do solo em três etapas: aplicação de pré-tratamentos para remoção de agentes cimentantes e flocculantes, dispersão da amostra de solo e quantificação das frações do solo. Dependendo do tamanho, utiliza-se o peneiramento, para as frações areia grossa e areia fina, e a sedimentação, para as frações silte e argila. Calcula-se então a proporção da fração silte no sistema por subtração das outras frações em relação à amostra original (Barreto 1986, Gee e Bauder 1986).

A coleta de serapilheira ocorrerá em 30 pontos de cada uma das cinco áreas de estudo (uma coleta a cada 10 x 10 m), com o auxílio de um quadrado de madeira, de 0,5 x 0,5 m (0,25 m²). Este material será armazenado em sacos de papel, secos em estufa a 80 °C e pesados em balança semi-analítica e avaliados o volume.

Para produzir uma ordenação das parcelas a partir do número de indivíduos e das diferentes variáveis ambientais avaliadas será realizada uma análise de componentes principais (ACP) (Causton 1988).

RESULTADOS ESPERADOS

Além de contribuir com informações ecológicas sobre as sete espécies a serem estudadas, espera-se compreender melhor o efeito da exploração da floresta sobre populações arbóreas de diferentes grupos ecológicos. Nas áreas em estágio de regeneração intermediária e dominado por bambus são esperadas alterações nos aspectos populacionais de todas as espécies estudadas, assim como, características abióticas diferentes das áreas de floresta madura, ou em estágio de regeneração avançado.

CRONOGRAMA

Atividades a serem desenvolvidas:

Atividades	2012		2013		2014		2015	
	1º semestre	2º semestre	1º semestre	2º semestre	1º semestre	2º semestre	1º semestre	2º semestre
Revisão bibliográfica	x	x	x	x	x	x	x	
Redação do projeto	x							
Montagem das parcelas	x							
Coleta dos dados		x	x	x	x			
Análise dos dados			x	x	x	x		
Redação da dissertação				x	x	x	x	
Qualificação						x		
Pré-banca							x	
Defesa							x	

ORÇAMENTO

Previsão de recursos a serem gastos:

MATERIAIS	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL R\$
Transporte (500 litros)	2,70	1350,00
Pedágio	11,50	492,00
Trena (2 un.)	10,00	20,00
Plaquetas (10000 un.)	0,10	1000,00
Fios de telefone (120m)	0,40 (m)	48,00
Canos PVC (156 m)	0,76 (m)	120,00
Fitalho (200m)	0,10 (m)	20,00
Prego (3 pcts)	1,75	5,25
Cartucho de impressora (3 un.)	20,00	60,00
Fotocópias e encadernações	0,10	100,00
Alimentação/semana	40,00	800,00
TOTAL		4015,25

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRETO W. 1986. Eletroquímica de solos tropicais de carga variável: capacidade da dupla camada elétrica. Itaguaí. 273 p. Tese de doutorado - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- BENDEL RB, HIGGINS SS, TEBERG JE E PYKE DA. 1989. Comparison of skewness coefficient, coefficient of variation, and Gini coefficient as inequality measures within populations. *Oecologia* (Berlin) 78: 394-400.
- BIANCHINI E, GARCIA CC, PIMENTA JA E TOREZAN JMD. 2010. Slope variation and population structure of tree species from different ecological groups in South Brazil. *An Acad Bras Cienc* 82: 643-652.
- BOHLMAN SA E O'BRIEN ST. 2006. Allometry, adult stature and regeneration requirements of 65 tree species on Barro Colorado Island, Panama. *J Trop Ecol* 22: 123–136.

- BOVOLENTA YR. 2011. Influência do estado de conservação de fragmentos florestais na estrutura de populações de espécies arbóreas de diferentes estratos verticais. 80 p. Dissertação de mestrado – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- BRUNA EM E KRESS WJ. 2002. Habitat fragmentation and the demographic structure of an Amazonian understory herb. *Conserv Biol* 16: 1256-1266.
- BURTON JI, ZENNER EK, FRELICH LE E CORNETT MW. 2009. Patterns of plant community structure within and among primary and second-growth northern hardwood forest stands. *For Ecol Manage* 258: 2556-2568.
- CASWELL H. 2001. Matrix population models: construction, analysis and interpretation. Sunderland: Sinauer Associates.
- CAUSTON DR. 1988. Introduction to vegetation analysis, principles and interpretation. London: Unwin Hyman, 342 p.
- CLARK DA. 1994. Plant demography. In: MCDADE LA, BAWA KS, HESPENHEIDE HA E HARTSHORN GS. (Eds.). *La Selva – ecology and natural history of a neotropical rain forest*, Chicago: The University of Chicago Press, p. 90-105.
- DENSLOW JS. 1980. Gap partitioning among tropical rainforest trees. *Biotropica* 12: 47-55.
- DENT DH E WRIGHT SJ. 2009. The future of tropical species in secondary forests: A quantitative review. *Biol Conserv* 142: 2833-2843.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1984. Levantamento e Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná, Londrina: Iapar, 413 p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1999. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 412 p.
- FORTINI LB, BRUNA EM, ZARIN DJ, VASCONCELOS SS E MIRANDA IS. 2010. Altered resource availability and the population dynamics of tree species in Amazonian secondary forests. *Oecologia* 162: 923-934.

- GEE GW E BAUDER JW. 1986. Particle-size analysis. In: KLUTE A. (ed.). Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. 2.ed. Madison: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America. p. 383-411.
- GETZIN S, WIEGAND T, WIEGAND K E HE F. 2008. Heterogeneity influences spatial patterns and demographics in forest stands. *J Ecol* 96: 807-820.
- GUARIGUATA MR E OSTERTAG R. 2001. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *For Ecol Manage* 148: 185-206.
- HARPER JL. 1977. Population biology of plants. London: Academy Press, 892 p.
- HUITEMA BE. 1980. The analisys of covariance and alternaties, New York: John Wiley & Sons, 445 p.
- IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. 2000. Cartas climáticas do estado do Paraná. Fundação Instituto Agronômico do Paraná, Londrina.
- KING DA. 1990. Allometry of saplings and understory trees of a Panamanian Forest. *Funct Ecol* 4: 27-32.
- KOHYAMA T E HOTTA M. 1990. Significance of allometry in tropical saplings. *Funct Ecol* 4: 515-521.
- LEGENDRE P E FORTIN M-J. 1989. Spatial pattern and ecological analysis. *Vegetatio* 80: 107-138.
- LEMMON PE. 1956. A spherical densiometer for estimating forest overstorey density. *For sci* 2: 314-320.
- LIEBSCH D, MARQUES MCM E GOLDENBERG R. 2008. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession. *Biol Conserv* 141: 1717-1725.
- LYON J E SAGERS CL. 2002. Correspondence analysis of functional groups in a riparian landscape. *Plant Ecol* 164: 171-183.

- MCLAREN KP, McDONALD MA, HALL JB E HEALEY JR. 2005. Predicting species response to disturbance from size class distributions of adults and saplings in a Jamaican tropical dry forest. *Plant Ecol* 181: 69-84.
- METZGER JP. 2009. Conservation issues in the Brazilian Atlantic forest. *Biol Conserv* 142: 1138-1140.
- MIRANDA-MELO AA, MARTINS FR E SANTOS FAM. 2007. Estrutura populacional de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. e de *Roupala montana* Aubl. em fragmentos de cerrado no Estado de São Paulo. *Rev Brasil Bot* 30: 501-507.
- MORELLATO LPC E HADDAD CFB. 2000. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 32: 786-792.
- ODEN NL. 1984. Assessing the significance of a spatial correlogram. *Geogr Anal* 16: 1–16.
- PULIDO MT, VALVERDE T E CABALLERO J. 2007. Variation in the population dynamics of the palm *Sabal yapa* in a landscape shaped by shifting cultivation in the Yucatan Peninsula, Mexico. *J Trop Ecol* 23: 139-149.
- RAMÍREZ-MARCIAL N. 2003. Survival and growth of tree seedlings in anthropogenically disturbed Mexican montane rain forests. *J Veg Sci* 14: 881-890.
- RICHARDS PW. 1996. *The Tropical Rain Forest: An Ecological Study*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 575 p.
- RICKLEFS RE. 2003. *A economia da natureza*. 4 nd ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan SA, 470 p.
- RODRIGUES DR. 2011. *Regeneração de espécies em floresta impactada*. 106 p. Dissertação de mestrado – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- SALDARRIAGA, JG E UHL C. 1991. Recovery of forest vegetation following slash-and-burn agriculture in the upper rio Negro. In: GOMEZ-POMPA A, WHITMORE TC AND HADLEY M (Eds), *Tropical rain forest: regeneration and management*, New York: Blackwell, p. 303-312.

- SAPKOTA IP, TIGABU M E ODÉN PC. 2009. Spatial distribution, advanced regeneration and stand structure of Nepalese Sal (*Shorea robusta*) forests subject to disturbances of different intensities. *For Ecol Manage* 257: 1966-1975.
- SIEGEL S. 1975. Estatística não paramétrica para ciência do comportamento, Rio de Janeiro: McGraw-Hill.
- SNEDECOR GW E COCHRAN WG. 1967. Statistical methods. 6 nd ed., Ames: Iowa State University Press, 507 p.
- SOKAL RR E ROHLF FJ. 1981. Biometry. 2 nd ed., San Francisco: W.H. Freeman, 859 p.
- SOLÍS S, LOBO J E GRIMALDO M. 2009. Phenology and recruitment of *Caryocar costaricense* (Caryocaceae), an endemic tree species of Southern Central America. *Rev Biol Trop* 57: 771-780.
- SOUZA AF. 2007. Ecological interpretation of multiple population size structures in trees: The case of *Araucaria angustifolia* in South America. *Austral Ecol* 32: 524-533.
- SWAINE MD E WHITMORE TC. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio* 75: 81-86.
- TABARELLI M E MANTOVANI W. 1999. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo-Brasil). *Rev Brasil Biol* 59: 239-250.
- TABARELLI M, MANTOVANI W E PERES CA. 1999. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil. *Biol Conserv* 91: 119-127.
- TOMÉ MVDF, MIGLIORANZA E, VILHENA AHT E FONSECA EP. 1999. Composição florística e fitossociológica do Parque Estadual Mata São Francisco. *Rev Inst Flor* 11: 13-23.
- TSINGALIA M. 2010. Impacts of selective logging on population structure and dynamics of a canopy tree (*Olea capensis*) in Kakamega forest. *Afr J Ecol* 48: 569-575.
- ZAR JH. 1984. Biostatistical analysis. 2 nd ed., New Jersey: Prentice Hall, 130 p.