



DINÂMICA DE POPULAÇÕES ARBÓREAS APÓS ENCHENTE EM FRAGMENTOS ALUVIAIS DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL EM SÃO SEBASTIÃO DA BELA VISTA, MG

Pedro Higuchi¹

Ana Carolina da Silva¹; Eduardo van den Berg²; Matheus Henrique Nunes³

1 - Universidade do Estado de Santa Catarina/CAV/Dep. de Engenharia Floresta, Av. Luiz de Camões, 2090 Bairro Conta Dinheiro, Lages - Santa Catarina - CEP 88520 - 000

2 - Universidade Federal de Lavras, Departamento de Biologia, CEP 37200 - 000 - Lavras, MG

3 - Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Florestal, CEP 37200 - 000 - Lavras, MG
carol_sil4@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Em São Sebastião da Bela Vista, Sul de MG, devido à alta pluviosidade no mês de Janeiro de 2007, houve extravasamento do Rio Sapucaí, ocasionando a inundação das florestas ciliares e da planície aluvial adjacente ao rio. Os fragmentos florestais aluviais inventariadas por Silva *et al.*, (2009) nesta região, no mês de Julho de 2005, também sofreram inundação, representando uma oportunidade para avaliação da dinâmica a curto - prazo das populações arbóreas após distúrbio. Estudos desta natureza são importantes, pois permitem o monitoramento e a previsão dos processos de transformação das populações e comunidades vegetais pós - distúrbio natural ou antrópico (Sheil *et al.*, 000; Gomes *et al.*, 004).

Para o entendimento da dinâmica destas populações arbóreas, são necessárias avaliações sobre as variações espaciais e temporais nos parâmetros populacionais. No caso de florestas inundáveis, as mudanças do padrão florístico e estrutural da vegetação ocorrem, na maioria das vezes, em função da heterogeneidade ambiental associada ao regime de inundação como, por exemplo, diferentes níveis de oxigenação do solo e padrões de sedimentação. A eliminação dos espaços de ar no solo limita as trocas gasosas entre as plantas e a atmosfera, criando, assim, um ambiente hipóxico ou anóxico, que exerce caráter seletivo no processo de evolução das espécies (Ivanauskas *et al.*, 1997; Lobo & Joly, 2000), limitando a sua distribuição (Crawford, 1992; Ivanauskas *et al.*, 1997). Além disso, associada às inundações, ocorre deposição periódica de sedimentos, fator limitante ao estabelecimento das plantas (Junk, 1993), pois pode inibir a germinação de sementes e aumentar a mortalidade de plântulas não adaptadas.

Partindo do pressuposto que em ambientes aluviais existe uma setorização florístico - estrutural da vegetação arbórea

em função da heterogeneidade ambiental existente, é natural supor que a dinâmica das populações arbóreas reflita essa característica. Como dados ecológicos são muitas vezes complexos, pois as relações entre variáveis dependentes e independentes podem ser fortemente não lineares e envolver interações de elevada ordem, sugere - se a necessidade de técnicas de análise sofisticadas. Recentemente, árvores multivariadas de regressão e classificação (De'ath, 2002) têm sido utilizadas para o propósito de exploração e modelagem de dados com tais características, mas raramente têm sido utilizadas em ecologia (Rejwan *et al.*, 1999). Esta técnica de análise é conhecida como Árvore de Regressão Multivariada (ARM) e possui a finalidade de setorizar unidades amostrais com base nas características florístico - estrutural e das variáveis ambientais.

OBJETIVOS

O presente trabalho se propõe utilizar a ARM com a finalidade de setorizar os fragmentos aluviais estudados em São Sebastião da Bela Vista, MG, e avaliar a dinâmica das populações mais importante de cada setor. As hipóteses testadas são: (i) A altura do nível freático do solo é a variável ambiental com maior influência sobre as variações florísticas e estruturais nos fragmentos com influência aluvial estudados; (ii) Os locais com o nível freático do solo mais superficial, por isso mais seletivos, apresentam uma dinâmica mais lenta do número de indivíduos e da área basal das populações mais abundantes, pois o crescimento das árvores tende a cessar ou diminuir para a maioria das espécies arbóreas adaptadas, ocasionando também menor recrutamento; (iii) As espécies mais abundantes nos locais mais seletivos, por serem mais adaptadas a esse ambiente, apresentam baixa taxa de mortalidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados um fragmento de floresta ciliar adjacente ao Rio Sapucaí e cinco fragmentos florestais mais distantes do rio, situados na sua planície aluvial, no município de São Sebastião da Bela Vista, MG. As coordenadas geográficas da área são latitude 22°05'57" S a 22°07'22,5" S e longitude 45°48'05" W a 45°48'53,5" W, com altitude média de 809 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cwb, sendo o índice pluviométrico anual entre 1.300 e 1.700 mm. As florestas da área são classificadas como Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (IBGE, 1992).

No ano de 2007 ocorreu uma forte enchente, afetando tanto a floresta ciliar como os fragmentos, e, conforme relatos de moradores locais, as árvores da floresta ciliar e da maioria dos fragmentos ficaram parcialmente submersas. Os estudos de dinâmica foram conduzidos nas 54 parcelas (24 na floresta ciliar e seis em cada um dos cinco fragmentos aluviais) de 200 m² (10 x 20 m) alocadas em julho de 2005 no estudo fitossociológico de Silva *et al.*, (2009), onde foram marcados, identificados e mensurados (DAP e altura) todos os indivíduos arbóreos vivos que apresentaram diâmetro medido a 1,30 m de altura (DAP) igual ou superior a 5 cm, sendo os indivíduos de caules múltiplos medidos quando a soma das áreas basais das seções dos caules correspondia a uma área basal igual ou maior que a de um caule único com 5 cm de DAP. No mês de julho de 2007, com um intervalo de dois anos entre os inventários e seis meses após a enchente, foi realizado o segundo inventário da comunidade arbórea, utilizando-se a mesma metodologia do inventário anterior. Foram incorporados os novos indivíduos que atingiram o DAP maior ou igual a 5 cm, que foram marcados, identificados e medidos. Os indivíduos mortos foram registrados e os sobreviventes mensurados novamente.

Foi utilizada a análise de Regressão Multivariada (ARM), realizada por meio do programa estatístico R (R Development Core Team, 2008), com a finalidade de identificar comunidades distintas (setores) com base na similaridade florística - estrutural entre parcelas e do gradiente ambiental existente. Essa técnica particiona a comunidade arbórea em setores mais homogêneos baseando-se na similaridade estrutural e florística entre parcelas e nas variáveis ambientais associadas. Além disso, as variáveis significativas e seus respectivos valores limites ("Threshold values") são fornecidos para cada partição da comunidade, determinando onde ocorrem ao longo do gradiente ambiental. Foi utilizada a base de dados levantada por Silva *et al.*, (2009), sendo considerada como variável dependente uma matriz de similaridade florística entre parcelas e como variáveis independentes as características ambientais amostradas para cada parcela: propriedades físico-químicas dos solos (pH, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, matéria orgânica, índice H+Al e teores de areia, silte e argila nos solos), proximidade do nível freático para a superfície do solo, grau médio anual de fechamento do dossel e intensidade de impactos ambientais.

Também, para cada setor definido, foram calculadas para as cinco espécies mais abundantes no ano de 2005, as taxas de mortalidade e recrutamento, as taxas de ganho e perda em área basal, com base no número de indivíduos e área basal, por meio dos modelos algébricos utilizados por Sheil

& May (1996). As mudanças líquidas para o número de indivíduos (Cn) e para a área basal (Cab) foram calculadas pelas equações: $Cn = [(Nt - No) / No] \times 100$; $Cab = [(ABt - ABo) / ABo] \times 100$.

RESULTADOS

Os resultados mostraram que, no ambiente aluvial estudado, os padrões estruturais e florísticos não são homogêneos, mas apresentam variações espaciais associadas, principalmente, ao gradiente de umidade relacionado com a proximidade do nível freático para a superfície do solo. A análise por meio da árvore de regressão multivariada demonstrou que a variável proximidade do nível freático para a superfície do solo foi a mais importante na distinção dos setores estruturais e florísticos, explicando 51,9% da distribuição das espécies. Dessa forma, foi utilizada esta variável para a setorização da comunidade arbórea, sendo definidos três setores florísticos, com um erro de 48,1%, sendo que a proporção não explicada na análise é devido à ausência das outras variáveis ambientais não incorporadas no modelo final e a eventos estocásticos, considerado como ruído. Os valores limites ("Threshold values") da proximidade do nível freático para a superfície do solo para separar as comunidades foram de 10,07 e 56,01 cm. A primeira divisão da comunidade, que ocorreu com o valor limite da proximidade do nível freático para a superfície do solo menor ou igual a 10,07 cm, definiu o setor 1, formado por três parcelas, como o mais distinto florístico - estruturalmente, e a segunda divisão definiu os setores 2, formado por 12 parcelas, com a proximidade do nível freático para a superfície do solo entre 10,07 e 56,01 cm, e 3, formado por 39 parcelas, com a proximidade do nível freático para a superfície do solo maior ou igual a 56,01 cm, como maior semelhança florística entre si.

Do ponto de vista florístico, os três setores apresentaram em comum a onipresença de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm. & Downs e de *Inga vera* Willd. entre as cinco espécies de maior densidade no ano de 2005. Do ponto de vista estrutural, essas comunidades diferiram em função da participação relativa de *S. commersoniana* na densidade total. Apesar de ser a espécie de maior densidade nos três setores identificados, essa espécie apresentou redução de sua importância na comunidade à medida que o solo se tornava mais seco.

No setor 1, que é o mais seletivo por apresentar menor distância da proximidade do nível freático para a superfície do solo, as espécies mais abundantes foram *Sebastiania commersoniana*, *Inga vera*, *Myrcia oblongata* DC., *Myrcia pulchra* (O. Berg) Kiaersk. e *Picramnia sellowii* Planch. A maior abundância foi de *S. commersoniana*, com 189 indivíduos em 2007. A segunda espécie de maior abundância foi *I. vera*, que apresentou apenas 8 indivíduos, seguida por *M. oblongata*, com 5 indivíduos, *M. pulchra*, com 4 indivíduos e *P. sellowii*, com 3 indivíduos. Considerando as populações mais abundantes, a dinâmica neste setor caracterizou-se por ser mais lenta, com mudança líquida no número de indivíduos de apenas 0,97% e na área basal de apenas 0,54%. A redução do crescimento de alguns órgãos ocorre em espécies adaptadas ao alagamento e, segundo

Wiedenroth (1993) e Armstrong *et al.*, (1994), esta é uma estratégia para economizar energia e manter o funcionamento mínimo do metabolismo sob alagamento. *S. commersoniana*, a espécie mais abundante no setor 1, apresentou esta estratégia no estudo realizado de Kolb *et al.*, (1998).

Neste setor, nenhuma espécie apresentou mortalidade e, com exceção de *S. commersoniana* (taxa de recrutamento de 0,53 %ano⁻¹), as demais espécies não apresentaram recrutamento. A dinâmica da área basal mais pronunciada foi para *I. vera* e *M. pulchra*, caracterizada pela mudança líquida positiva de 11,6% e 8,4%, respectivamente, devido ao crescimento das árvores sobreviventes. Porém, mesmo com o crescimento destas espécies, houve pouca mudança na estrutura, pois há grande dominância de *S. commersoniana* em comparação com as outras espécies, fazendo com que o crescimento das demais seja pouco relevante na dinâmica do setor. Também é provável que as espécies presentes neste setor estejam adaptadas a períodos de inundação mais longos, sofrendo, por isto, um menor estresse durante os períodos de cheia, o que é confirmado pela ausência de mortalidade no setor.

No setor 2, as espécies mais abundantes foram *Sebastiania commersoniana*, *Inga vera*, *Nectandra nitidula* Nees & Mart., *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg. e *Symplocos celastrinea* Mart. ex Miq. Este setor também foi caracterizado pela dominância de *S. commersoniana* (288 ind.), entretanto, com maior participação de outras espécies (*I. vera* com 82 ind., *N. nitidula* com 34 ind., *A. triplinervia* com 31 ind. e *S. celastrinea* com 25 ind.). As mudanças líquidas para o número de indivíduos e área basal das populações mais abundantes foram de, respectivamente, - 3,16 e - 0,91%. Enquanto todas as espécies apresentaram recrutamento de 1 ind., *Inga vera* não apresentou nenhum recrutamento. Com exceção de *N. nitidula* e *A. triplinervia*, todas as outras espécies apresentaram mortalidade, com a maior taxa de mortalidade observada para *S. celastrinea* (3,92 %ano⁻¹). Porém, devido à ausência de recrutas, a maior mudança observada na abundância de indivíduos foi para *I. vera*, com uma mudança líquida negativa para o número de indivíduos de - 5,75%. Considerando as cinco espécies de maior densidade absoluta, de modo geral, no período de dois anos, foi observada uma mudança da estrutura fitossociológica caracterizada pelo aumento na densidade e área basal de *A. triplinervia* e *N. nitidula* e a redução desses mesmos parâmetros nas outras espécies. Considerando a área basal, a mudança mais marcante foi observada para *A. triplinervia*, com uma mudança líquida positiva de 24,12%, devido, principalmente, ao aumento da área basal dos indivíduos sobreviventes.

O setor 3, com as parcelas de maior distância da proximidade do nível freático para a superfície do solo (39 parcelas, entre elas as 24 parcelas da floresta ciliar), teve como espécies de maior abundância *Sebastiania commersoniana* (1128 ind.), *Guarea macrophylla* Vahl (881 ind.), *Inga vera* (357 ind.), *Casearia sylvestris* Sw. (306 ind.) e *Nectandra nitidula* (117 ind.). As mudanças líquidas para o número de indivíduos e área basal das populações mais abundantes foram de, respectivamente, - 3,05 e - 3,35%. A dinâmica das cinco espécies de maior densidade absoluta foi caracterizada pelo aumento da densidade e da área basal de *G.*

macrophylla e *C. sylvestris* e pela redução da densidade e da área basal das outras espécies. Enquanto *G. macrophylla* teve o recrutamento (taxa de 2,43 %ano⁻¹) como principal fator para os ganhos obtidos para a espécie (mudança líquida em número de indivíduos positiva de 2,65% contra 1,08% de *C. sylvestris*), *C. sylvestris* obteve o crescimento das árvores sobreviventes como principal fator para os ganhos da espécie (taxa de mudança líquida em área basal positiva de 3,98% contra 2,16% de *G. macrophylla*). As outras espécies que obtiveram perdas tiveram predominantemente alta mortalidade de indivíduos (*I. vera*, com mudança líquida para o número de indivíduos de - 9,86), predominantemente perda em área basal, representada pela mortalidade de perfilhos (*S. commersoniana*, com mudança líquida para a área basal de - 8,79%) ou os dois casos (*N. nitidula*, com mudança líquida para o número de indivíduos de - 7,69% e para a área basal de - 7,98%). No caso de *S. commersoniana*, foi observada a mortalidade de vários perfilhos, mas, de uma forma geral, os indivíduos mantêm-se vivos por brotações das cepas e ramos laterais. O perfilhamento funciona como uma adaptação ao ambiente com excesso hídrico, proporcionando aos indivíduos maior capacidade de sobrevivência. É comum observar também, nessas áreas, o tombamento de árvores mais grossas, devido à instabilidade do substrato com excesso hídrico, e posterior brotações laterais das árvores tombadas. Além disso, nesses ambientes perturbados pelo excesso hídrico, pode estar ocorrendo a predominância da reprodução assexuada (brotação de caules e perfilhos), o que explica também o baixo recrutamento de *S. commersoniana*.

CONCLUSÃO

A análise de regressão multivariada se mostrou eficiente para a setorização da área estudada a partir da similaridade estrutural - florística e variáveis ambientais. Com a definição dos setores, foi possível concluir que a dinâmica de populações arbóreas apresenta variações espaciais que refletem a heterogeneidade ambiental existente na área, que no presente estudo ocorreu principalmente devido às variações da proximidade do nível freático para a superfície do solo.

Apesar de possuir apenas três parcelas, o que exige certa cautela nas interpretações, o Setor 1 foi caracterizado como o mais seletivo, resultando em uma elevada dominância de *S. commersoniana*, e com a dinâmica mais lenta do número de indivíduos e da área basal. Além disso, apesar da dinâmica mais lenta, esse setor foi o único a apresentar mudanças positivas, tanto no número de indivíduos, quanto na área basal, devido à ausência de mortalidade. O Setor 2 apresentou como o aspecto de dinâmica mais marcante o aumento da área basal de *A. triplinervia*, de 24,12%. O Setor 3, composto por todas as 24 parcelas da mata ciliar, foi caracterizado pelo aumento dos parâmetros populacionais de densidade e de área basal de *G. macrophylla* e *C. sylvestris* e pela redução da densidade e da área basal das outras populações entre as cinco mais abundantes.

É evidente que, além da proximidade do nível freático para a superfície do solo, existem outras variáveis ambientais que são importantes para as variações estrutural - florísticas e,

conseqüentemente, para a dinâmica de populações arbóreas. Mesmo assim, o presente estudo permite suposições a respeito do impacto de medidas antrópicas que alterem o regime de água no solo sobre a vegetação arbórea. Por exemplo, se uma área com as características do Setor 1, com a pequena proximidade do nível freático para a superfície do solo e dominância ecológica de uma espécie, sofresse, por algum motivo, a drenagem do solo, é possível supor que a dinâmica de populações arbóreas seria alterada de forma que o resultado final poderia ser uma comunidade arbórea semelhante ao dos setores 2 e 3.

Estratégias conservacionistas que visem a recuperação de ambientes aluviais devem levar em considerações aspectos relacionados com variações da proximidade do nível freático para a superfície do solo, pois, como demonstrado nesse trabalho, esse é um fator que afeta a distribuição de espécies e a dinâmica de população arbóreas.

REFERÊNCIAS

- Armstrong, W.; Braendle, R.; Jackson, M.B. 1994. Mechanisms of flood tolerance in plants. *Acta Botanica Neerlandica*, 43: 307 - 358.
- Crawford, R.M.M. 1992. Oxygen availability as an ecological limit to plant distribution. *Advances in Ecological Research*, 23: 95 - 185.
- De'ath, G. 2002. Multivariate Regression Trees: a new technique for modeling species-environment relationships. *Ecology*, 83: 1105 - 1117
- Gomes, A.P.C.; Souza, A.L.; Meira - Neto, J.A.A. 2004. Alteração estrutural de uma área florestal explorada convencionalmente na Bacia do Paraíba do Sul, Minas Gerais, nos domínios de floresta atlântica. *Revista Árvore*, 28: 407 - 417.
- IBGE. 1992. Manual técnico da vegetação brasileira. Série: Manuais técnicos em geociências n.1. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Ivanauskas, N.M.; Rodrigues, R.R.; Nave, A.G. 1997. Aspectos ecológicos de um trecho de floresta em Itatinga, SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies. *Revista Brasileira de Botânica*, 20: 139 - 153.
- Junk, W.J. 1993. Wetlands of tropical South America. In: Whigham, D.; Hejný, S.; Dykyjová, D. (Eds.). *Wetlands of the World I: inventory, ecology and management*. Boston: Dr. W. Junk Publishing. p. 679 - 739.
- Kolb, R.M.; Medri, M.E.; Bianchini, E.; Pimenta, J.A.; Giloni, P.C.; Correa, G.T. 1998. Anatomia ecológica de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae) submetida ao alagamento. *Revista Brasileira de Botânica*, 21: 305 - 312.
- Lobo, P.C.; Joly, C.A. 2000. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do Sudeste do Brasil. In: Rodrigues, R.R.; Leitão Filho, H.F. (Eds.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. p. 143 - 157.
- R Development Core Team. 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3 - 900051 - 07 - 0, URL <http://www.R-project.org>.
- Rejwan, C.; Collins, N.C.; Brunner, L.J.; Shuter, B.J.; Ridgeway, M.S. 1999. Tree regression analysis on nesting habitat of smallmouth bass. *Ecology*, 80: 341 - 348.
- Sheil, D.; May, R.M. 1996. Mortality and recruitment rate evaluations in heterogeneous tropical forests. *Journal of Ecology*, 84: 91 - 100.
- Sheil, D.; Jennings, S.; Savill, P. 2000. Long - term permanent plot observations of vegetation dynamics in Bundongo, a Ugandan rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, v.16, p.675 - 800.
- Silva, A.C.; van den Berg, E.; Higuchi, P.; Oliveira - Filho, A.T.; Marques, J.J.G.S.M.; Appolinário, V.; Pifano, D.S.; Ogusuku, L.M.; Nunes, M.H. 2009. Florística e estrutura da comunidade arbórea em fragmentos de floresta aluvial de São Sebastião da Bela Vista, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Botânica*, 32.
- Wiendenroth, E.M. 1993. Responses of roots to hypoxia: their structural and energy relations with the whole plant. *Environmental and Experimental Botany*, 33: 41 - 51.