



MORTALIDADE E RECRUTAMENTO DE ESPÉCIES LENHOSAS EM UMA ÁREA DE CAATINGA NO NORDESTE BRASILEIRO

B.S. Menezes¹

F.R. Martins²; F.S. Araújo¹

1 - Programa de pós - graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Departamento de Biologia, Bloco 906, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici-Fortaleza 60455 - 970, Ceará, Brasil. Fone: 55 85 3366 9805-brunobioce@hotmail.com

2 - Departamento de Biologia Vegetal/IB/UNICAMP, Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Cidade Universitária Zeferino Vaz, Campinas 13083 - 970, São Paulo, Brasil

INTRODUÇÃO

Os processos de dinâmica são responsáveis pela mudança da comunidade ao longo do tempo ou por sua permanência num determinado espaço (Martins, 1990). Assim, devido à dinamicidade das comunidades ecológicas, a estabilidade e o equilíbrio desses sistemas não podem ser discutidos sem referência espaço - temporal definida (Condit *et al.*, 1992).

Estudos de longo prazo são, provavelmente, os métodos mais acurados para avaliar a dinâmica das comunidades vegetais (Develice, 1988). Entretanto, há poucos estudos de longa duração na vegetação tropical e, isso, dificulta conclusões a cerca do equilíbrio ou não - equilíbrio da composição florística (Swaine *et al.*, 1987). Assim, a mensuração sistemática de parcelas permanentes, em intervalos curtos e no decorrer de um longo período, é essencial para compreensão dos processos de mudanças nos indivíduos e comunidades (Felfili, 1995).

A partir de estudos de longa duração sobre a dinâmica de comunidade vegetais tropicais pluviais, em parcelas permanentes instaladas na Ilha de Barro Colorado, no Panamá. Hubbel *et al.*, (1999) conseguiram testar algumas hipóteses ecológicas que explicam a manutenção da diversidade vegetal ao longo do tempo, tais como: a hipótese dos distúrbios intermediários (Connel, 1978).

Contudo, as generalizações feitas a partir de resultados encontrados em florestas tropicais pluviais não são aplicáveis para todas as formações tropicais, principalmente, para aquelas sob restrição hídrica, como as savanas (Swaine *et al.*, 1990). Phillips *et al.*, (1994), afirmam que florestas sazonais secas apresentam baixas taxas de dinâmica quando comparadas com as florestas pluviais. Entretanto, análises em áreas sob climas secos têm demonstrado que, nessas regiões, também é possível encontrar altas taxas de recrutamento e mortalidade (Swaine *et al.*, 1990; Bunyavejchewin, 1999).

Nas florestas sazonais secas, distúrbios relacionados com regime esporádico das chuvas provocam alterações nas taxas

de dinâmica vegetal, principalmente, em relação ao aumento na mortalidade dos indivíduos (Dickinson *et al.*, 001). Estudos recentes, em comunidades savânicas brasileiras em estádios avançados de regeneração, demonstram que ambientes com estacionalidade hídrica também apresentam alta dinâmica, como no cerrado do Maranhão (Aquino *et al.*, 007) e na caatinga de Pernambuco (Cavalcanti, 2008). Porém, nas análises realizadas por Aquino *et al.*, (2007) e Cavalcanti (2008) as taxas de dinâmica podem ter sido influenciadas pelo estágio regenerativo da vegetação. Assim, há necessidade de realização de estudos em comunidades maduras, sob distúrbios climáticos, como a caatinga do semi - árido brasileiro, para verificar se estas apresentam alta dinâmica, independente do estágio sucessional. Pois, conforme El - Sheikh (2005), há carência de estudos de longo prazo nas regiões de clima árido e semi - árido e, isso, dificulta a determinação de padrões sobre a dinâmica do local. Neste contexto, espera - se que a caatinga apresente, mesmo em comunidades maduras, alta dinâmica, sintetizada em elevadas taxas de mortalidade e de recrutamento dos indivíduos. Para verificar isso se realizou um censo em um hectare de caatinga no centro - oeste do estado do Ceará, que apresenta vegetação conservada e precipitação pluviométrica interanual errática.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Compreender o comportamento dinâmico de uma comunidade madura de caatinga situada sobre planossolo, no centro - oeste do Estado do Ceará, referente a um intervalo de seis anos (2002 a 2008).

Objetivos específicos

- Saber se há altas taxas de recrutamento e mortalidade na comunidade;

- Conhecer, através da estimativa do tempo de meia - vida, duplicação, estabilidade e rotatividade da comunidade se há estabilidade ou não;
- Conhecer as possíveis mudanças temporais na composição florística, número de indivíduos e índice de diversidade entre os censos;

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado em um hectare permanente de caatinga, nas coordenadas 5^o6'59" S, 40^o52'21" W; 5^o7'2" S, 40^o52'22" W; 5^o7'1" S, 40^o52'24" W; 5^o6'58" S, 40^o52'25" W, com altitude de 300 m acima do nível do mar, situado na localidade do Grajaú, município de Crateús, centro - oeste do Estado do Ceará. A área estudada pertence a Reserva Natural Serra das Almas, RPPN fundada em Setembro de 2000, que abrange 6.146 ha. O clima da região é semi - árido, definido como BSh, segundo a classificação de Köppen - Geiger, com precipitação média anual de 750 mm/ano e temperatura média anual de 26,8^oC, oscilando de 25,3^oC no mês mais frio (junho) a 28,4^oC, no mês mais quente (outubro). No local da pesquisa encontra - se solo da ordem planossolos e uma vegetação classificada por Veloso *et al.*, (1991) como savana estépica florestada.

Coleta de dados

A primeira amostragem da vegetação lenhosa na área de estudo foi realizada em 2002. Nesse primeiro levantamento foi delimitada uma área de um hectare, no qual foram estabelecidas 100 parcelas contíguas de 10 x 10 m. As parcelas foram marcadas nos vértices por estacas de aço e nas laterais por cordões de náilon coloridos. Todos os indivíduos com perímetro do caule ao nível do solo maior ou igual a 9 cm foram marcados com plaquetas de alumínio numeradas e medidos a altura e perímetro do tronco. Amostras de cada espécie encontrada foram coletadas, herborizadas e levadas para identificação no herbário Prisco Bezerra da Universidade Federal do Ceará.

O segundo censo foi realizado em 2008, após um intervalo de seis anos. Nessa amostragem foram remensuradas todas as plantas marcadas no primeiro levantamento. Os indivíduos que, em 2008, apresentaram perímetro ao nível do solo maior ou igual a 9 cm e não haviam sido amostradas no primeiro censo, foram marcadas, medidas e consideradas como recrutas. Os indivíduos presentes em 2002 e não encontrados no segundo levantamento foram contabilizados como mortos, juntamente com as árvores mortas em pé.

Análise dos dados

Com base nos dados coletados foram calculados: (1) densidade, índices de diversidade de Shannon e equidade de Pielou; (2) taxas anuais de mortalidade e recrutamento; (3) tempo de meia vida e duplicação e (4) estabilidade e rotatividade da comunidade.

A estabilidade foi calculada a partir da diferença entre o tempo de duplicação e meia - vida, quanto mais próximo a zero maior a estabilidade da comunidade. Ao passo que, a rotatividade foi calculada pela média entre o tempo de duplicação e meia - vida, quanto menor esse valor, mais dinâmica é a comunidade (Korning & Balslev, 1994).

A partir de análises estatísticas, foi possível comparar se houve diferença significativa entre os levantamentos. As variações de densidade de indivíduos foram calculadas utilizando - se cada parcela como repetição e empregando o teste não - paramétrico "U" de Mann - Whitney. No caso de diferença entre os índices de diversidade de 2002 e 2008 a significância foi calculada através do teste t de Hutcheson. Esses cálculos foram obtidos através do programa Biostat 5.0.

RESULTADOS

O número total de plantas lenhosas amostradas em 2002 e 2008 foi de 1795 e 1830, respectivamente. Assim, durante o intervalo de seis anos entre os levantamentos, foi encontrado um aumento de 35 indivíduos, resultado da morte de 288 e do recrutamento de 323. A proximidade entre os valores do número total de plantas nas duas amostragens acarretou em baixo índice de ganho real de indivíduos para comunidade (0,03% ao ano). Através do teste estatístico de Mann - Whitney, não foi verificada diferença significativa na densidade de plantas entre as duas amostragens ($p = 0,5316$).

Embora o valor líquido do número de recrutas tenha superado o número de mortos, a taxa de mortalidade anual foi maior que o recrutamento anual ($m = 2,8\% \text{ ano}^{-1}$ e $r = 2,68\% \text{ ano}^{-1}$). Autores têm demonstrado que esse balanço negativo (mortalidade superior ao recrutamento) é comum em florestas tropicais sazonais secas (Swaine *et al.*, 1990; Bunyavejchewin, 1999). Contudo, nos estudos realizados por Aquino *et al.*, (2007) e Cavalcanti (2008) em formações savânicas brasileiras (cerrado e caatinga, respectivamente) as taxas de recrutamento foram superiores à mortalidade ($r = 5,86\% \text{ ano}^{-1}$ e $m = 4,88\% \text{ ano}^{-1}$ no cerrado e $r = 4,23\% \text{ ano}^{-1}$ e $m = 1,98\% \text{ ano}^{-1}$ na caatinga). Entretanto, as áreas analisadas pelos autores tinham sido afetadas por ações antrópicas recentes e, portanto, as taxas de dinâmica, provavelmente, foram influenciadas pelo estágio regenerativo da vegetação. Os altos índices de mortalidade encontrados por Aquino *et al.*, (2007) evidenciam a influência das ações antrópicas nas taxas de dinâmica vegetal.

Por outro lado, em florestas tropicais úmidas preservadas, Swaine *et al.*, (1987) não encontrou níveis tão elevados de mortalidade, dependendo da área estudada, a variação ficou em torno de 1 a 2% ao ano. Contudo, estudos mostram que a ocorrência de períodos secos em florestas tropicais úmidas pode aumentar a dinâmica do local (Condit *et al.*, 1992). Assim, há indícios de que ambientes expostos a distúrbios, antrópicos ou naturais, tendem a ser mais dinâmicos (Appolinário *et al.*, 2005). Dessa forma, a forte eraticidade pluviométrica do semi - árido brasileiro pode ser um dos fatores a contribuir para as altas taxas de dinâmica vegetal encontradas nessa região (Cavalcanti, 2008). Anos bastante chuvosos, em contraste, com eventos de seca interanual, no qual a precipitação pode ser reduzida a menos da metade, são característicos no semi - árido brasileiro (Sampaio, 1995). A análise do comportamento da pluviosidade anual no município de Crateús (CE), nos últimos 30 anos (1978 a 2008), demonstrou que a área escolhida para este estudo apresenta grande variação interanual. Frequentemente, ocorrem anos

de elevada pluviosidade (acima de 1000 mm ao ano), intercalados por períodos secos, nos quais verifica-se acentuada redução da precipitação (pluviosidade anual em torno de 500 mm). Os últimos três anos antes da realização do censo (2005, 2006 e 2007) podem ser considerados como períodos secos, em que a precipitação anual ficou abaixo da média do município (750 mm/ano).

Dessa forma, é plausível que a hipótese dos distúrbios intermediários, proposta por Connell (1978), possa explicar o comportamento dinâmico da caatinga. Pois, nesses ambientes, a ocorrência de períodos secos pode influenciar a mortalidade das plantas e criar condições para o aparecimento de novos indivíduos.

Contudo, mesmo submetida a períodos secos, a comunidade analisada encontra-se estável. O tempo estimado de estabilidade e rotatividade foi, respectivamente, 1,14 anos e 25,68 anos, resultado de um tempo de meia-vida de 25,11 anos e duplicação de 26,25 anos. Em uma área de caatinga no agreste permambucano Cavalcanti (2008), observou que o tempo de estabilidade foi de 18,62 anos, rotatividade de 26,05 anos, meia-vida de 35,36 anos e duplicação de 16,74 anos. Dessa forma, mesmo a comunidade analisada por Cavalcanti (2008) tratando-se de uma floresta em regeneração, no qual se espera maior dinamismo, comunidade de floresta madura analisada neste estudo apresenta-se mais dinâmica.

Segundo Korning & Balslev (1994) quando uma floresta apresenta taxas de mortalidade, recrutamento, meia-vida e duplicação equiparadas, significa que se encontra em estado de equilíbrio. Contudo, embora exista equilíbrio entre as taxas, as comunidades florestais são dinâmicas e, continuamente, ocorrem mudanças ao longo do tempo (Felfili, 1995). Dessa forma, as florestas são auto-sustentáveis, pois à medida que as árvores morrem, vão surgindo novas recrutadas e a vegetação continua em um estágio de equilíbrio dinâmico (Swaine *et al.*, 1987).

As modificações identificadas em comunidades vegetais, geralmente, ocorrem no nível de densidade das populações (Felfili, 1995; Aquino *et al.*, 2007). A maioria das mudanças que afetam a dinâmica vegetal, pouco alteram a composição de espécies da área (Condit *et al.*, 1992). Assim, compreende-se porque, ao longo dos seis anos de intervalo entre os censos, ocorreram poucas modificações na composição de espécies da comunidade analisada. O número total de espécies registradas em 2002 foi idêntico a 2008 (25 espécies). Porém, entre os censos houve a saída de uma espécie da comunidade (*Lantana câmara* L., com quatro indivíduos) e a entrada de outra (*Thiloua glaucocarpa* (Mart.) Eichler, com dois indivíduos). Geralmente, em florestas tropicais, o ganho e perda de espécies estão relacionados com as menos abundantes da comunidade (Werneck *et al.*, 2000).

Segundo a hipótese de espécies núcleo e satélite, proposta por Hanski (1982), as espécies consideradas núcleo são mais abundantes e mais aptas a recolonizar áreas novas, por isso permanecem na comunidade por maior tempo. Por outro lado, as espécies satélites são menos abundantes e menos colonizadoras, por isso permanecem por menos tempo na comunidade. Assim, espécies com poucos indivíduos podem vir a serem extintas em um local e reaparecerem em outros

levantamentos por migração, recrutamento de indivíduos do banco de sementes, plântulas ou pelo crescimento de indivíduos jovens regenerantes (Swaine *et al.*, 1987).

As poucas alterações na composição de espécies da comunidade analisada refletiram pouca diferença nos índices de Shannon entre os levantamentos. Em 2002, o valor calculado para o índice de diversidade foi de 2,27 nats.ind⁻¹, com índice de Pielou igual a 0,71 e em 2008, foi 2,33 nats.ind⁻¹ com índice de Pielou igual a 0,72. Essa variação, segundo o teste t de Hutcheson, não apresentou diferença significativa ($t = 1,81$; $gl = 3575,3$; $p > 0,05$). Em ambiente de caatinga, Cavalcanti (2008) registrou pouca alteração na composição e número de espécies em um período de cinco anos, o que resultou em índices de diversidade com valores bastante próximos. A falta de diferença significativa entre os índices de Shannon, também foi verificada em outras formações florestais brasileira, nas quais as mudanças na riqueza e densidade das espécies foram pequenas durante os períodos analisados (Appolinário *et al.*, 2005).

CONCLUSÃO

A comunidade de caatinga estudada apresenta elevada taxa de mortalidade, provavelmente devido aos três anos consecutivos, anteriores ao censo, em que a pluviosidade anual ficou abaixo da média local. Contudo, essa alta mortalidade é compensada por elevado recrutamento de indivíduos jovens. Dessa forma, após um intervalo de seis anos, a comunidade apresenta-se em estágio de equilíbrio dinâmico. Os resultados deste estudo corroboram a hipótese de que formações vegetais localizadas em regiões secas podem ser tão dinâmicas quanto às florestas pluviais úmidas. Entretanto, devem ser realizados monitoramentos periódicos em um período de longa duração para que essas afirmações sejam consistentes (Agradecimento especial a FUNCAP por financiar este projeto)

REFERÊNCIAS

- Appolinário, V.; Oliveira Filho, A. T.; Guilherme, F. A. G. Tree population and community dynamics in a Brazilian tropical semideciduous forest. *Revista Brasileira de Botânica*, 28: 347 - 360, 2005.
- Aquino, F. G.; Walter, B. M. T.; Ribeiro, J. F. Woody community dynamics in two fragments of "cerrado" stricto sensu over a seven-year period (1995 - 2002), MA, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 30: 113 - 121, 2007.
- Bunyavejchewin, S. Structure and dynamics in seasonal dry evergreen forest in Northeastern Thailand. *Journal of Vegetation Science*, 10: 787 - 792, 1999.
- Cavalcanti, A. D. C. Variação temporal do componente lenhoso e de actáceas de uma área de caatinga em Betânia-PE. Departamento de Biologia, Recife, PE, UFRPE, 2008, 64 p.
- Condit, R.; Hubbell, S. P.; Foster, R. B. Short-term dynamics of a Neotropical forest: change within limits. *Bioscience*, 42: 822 - 828, 1992.
- Connell, J. H. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science*, 199: 1302 - 1310, 1978.

- Develice, R. L. Test of a forest dynamics simulator in New Zealand. *New Zealand Journal of Botany*, 26: 387 - 392, 1988.
- Dickinson, M. B.; Hermann, S. M.; Whigham, D. F. Low rates of background canopy - gap disturbance in a seasonally dry forest in the Yucatan Peninsula with a history of fires and hurricanes. *Journal of Tropical Ecology*, 17: 895 - 902, 2001.
- El - Sheikh, M. A. Plant succession on abandoned fields after 25 years of shifting cultivation in Assuit, Egypt. *Journal of Arid Environments*, 61: 461 - 481, 2005.
- Felfili, J. M. Growth, recruitment and mortality in the Gama gallery forest in central Brazil over a six - year period. *Journal of Tropical Ecology*, 11: 67 - 83, 1995.
- Hanski, I. Dynamics of regional distribution: the core and satellite species hypothesis. *Oikos*, 38: 210 - 221, 1982.
- Hubbell, S. P.; Foster, R. B.; O'Brien, S. T.; Harms, K. E.; Condit, R.; Wechsler, B.; Wright, S. J.; Lao, S. L. Light - Gap Disturbances, Recruitment Limitation, and Tree Diversity in a Neotropical Forest. *Science*, 283: 554-557, 1999.
- Korning, J.; Balslev, H. Growth and mortality of trees in Amazonian tropical rain forest in Ecuador. *Journal of Vegetation Science*, 5: 77 - 86, 1994.
- Martins, F. R. Atributos de comunidades vegetais. *Quid*, 9: 12 - 17, 1990.
- Phillips, O. L.; Hall, P.; Gentry, A. H.; Sawyer, S. A.; Vásquez, R. Dynamics and species richness of tropical rain forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 91: 2805 - 2809, 1994.
- Sampaio, E.V.S.B. Overview of the Brazilian caatinga. In: Bullock, S.H.; Mooney, H.A.; Medina, E. (eds.) *Seasonally dry tropical forests*. University Press, Cambridge, 1995, p. 35 - 63
- Swaine, M. D.; Lieberman, D.; Putz, F. E. The Dynamics of Tree Populations in Tropical Forest: A Review. *Journal of Tropical Ecology*, 3: 359 - 366, 1987.
- Swaine, M. D.; Lieberman, D.; Hall, J. B. Structure and dynamic of a tropical dry forest in Ghana. *Vegetatio*, 88: 31 - 51, 1990.
- Veloso, H. P.; Rangel Filho, A. L. R.; Lima, J. C. A. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. IBGE-Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro, 1991, 124 p.
- Werneck, M. S.; Franceschinelli, E. V.; Tameirão - Neto, E. Mudanças na florística e estrutura de uma floresta decídua durante um período de quatro anos (1994 - 1998), na região do Triângulo Mineiro, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, 23: 401 - 413, 2000.