

JEFFERSON THIAGO SOUZA

**CHUVA DE SEMENTES EM ÁREA ABANDONADA APÓS CULTIVO
PRÓXIMA A UM FRAGMENTO PRESERVADO DE CAATINGA EM
PERNAMBUCO, BRASIL**

RECIFE 2010

JEFFERSON THIAGO SOUZA

**CHUVA DE SEMENTES EM ÁREA ABANDONADA APÓS CULTIVO
PRÓXIMA A UM FRAGMENTO PRESERVADO DE CAATINGA EM
PERNAMBUCO, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica – PPGB da Universidade Federal Rural de Pernambuco UFRPE como requisito para obtenção do título de Mestre em Botânica.

Orientadora:

Elcida de Lima Araújo

Co-orientador:

Ulysses Paulino de Albuquerque

Recife 2010

FICHA CATALOGRÁFICA

S729c Souza, Jefferson Thiago
Chuva de sementes em área abandonada após cultivo próximo a um fragmento preservado de Caatinga em Pernambuco, Brasil/ Jefferson Thiago Souza. – 2010.
60 f. : il.

Orientadora: Elcida de Lima Araújo.
Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Recife, 2010.

Inclui referências e anexo.

1. Dispersão 2. Diásporos 3. Regeneração
4. Fragmentação 5. Semi-árido 6. Floresta seca I. Araújo, Elcida de Lima, orientadora II. Título.

CDD 581.5

JEFFERSON THIAGO SOUZA

**Chuva de sementes em área abandonada após cultivo próxima a um fragmento
preservado de caatinga em Pernambuco, Brasil**

Banca examinadora:

Orientadora: _____

Profa. Dra. Elcida de Lima Araújo – PPGB/UFRPE

Examinadores:

Profa. Dra. Elba Maria Nogueira Ferraz – IFPE (Titular)

Prof. Dr. Luiz Carlos Marangon – DCFL/UFRPE (Titular)

Prof. Dr. Marcelo Tabarelli – PPGBV/UFPE (Titular)

Prof. Dr. Everardo Valadares de Sá Barretto Sampaio – DEN/UFPE (suplente)

Recife 2010

Na seca inclemente do nosso Nordeste,
O sol é mais quente e o céu mais azul
E o povo se achando sem pão e sem veste,
Viaja à procura das terra do Sul.

De nuvem no espaço, não há um farrapo,
Se acaba a esperança da gente roceira,
Na mesma lagoa da festa do sapo,
Agita-se o vento levando a poeira.

A grama no campo não nasce, não cresce:
Outrora este campo tão verde e tão rico,
Agora é tão quente que até nos parece
Um forno queimando madeira de angico.

Na copa redonda de algum juazeiro
A aguda cigarra seu canto desata
E a linda araponga que chamam Ferreiro,
Martela o seu ferro por dentro da mata.

O dia desponta mostrando-se ingrato,
Um manto de cinza por cima da serra
E o sol do Nordeste nos mostra o retrato
De um bolo de sangue nascendo da terra.

Porém, quando chove, tudo é riso e festa,
O campo e a floresta prometem fartura,
Escutam-se as notas agudas e graves
Do canto das aves louvando a natura.

Alegre esvoaça e gargalha o jacu,
Apita o nambu e geme a juriti
E a brisa farfalha por entre as verduras,
Beijando os primores do meu Cariri.

De noite notamos as graças eternas
Nas lindas lanternas de mil vagalumes.
Na copa da mata os ramos embalam
E as flores exalam suaves perfumes.

Se o dia desponta, que doce harmonia!
A gente aprecia o mais belo compasso.
Além do balido das mansas ovelhas,
Enxames de abelhas zumbindo no espaço.

E o forte caboclo da sua palhoça,
No rumo da roça, de marcha apressada
Vai cheio de vida sorrindo, contente,
Lançar a semente na terra molhada.

Das mãos deste bravo caboclo roceiro
Fiel, prazenteiro, modesto e feliz,
É que o ouro branco sai para o processo
Fazer o progresso de nosso país.

Dois Quadros (Patativa do Assaré)

Dedicatória

A toda minha família, em especial a minha avó Cira Rocha (*in memoriam*), a minha mãe Luciane Souza, meus irmãos Levy, Roberta, Beto, Fábio e Ricardo, aos meus queridos tios Honório e Aldé e a minha namorada Eveline, amo muito todos vocês!

Dedico

Agradecimentos

A força suprema que rege nossa existência, que nos deu capacidade de pensar e curiosidade para investigar nossos mundos interiores e exteriores.

A minha orientadora Elcida de Lima Araújo, pela oportunidade, ensinamentos, broncas, e principalmente pela paciência (que às vezes eu a fiz até perder!). Sou grato, por estes dois anos de muito aprendizado!

Ao professor Ulysses Paulino de Albuquerque pela co-orientação e ajuda com sua experiência e contribuições prestadas neste estudo, assim como suas brincadeiras e momentos de descontração.

Aos professores membros da banca examinadora Everardo V. S. B. Sampaio, Marcelo Tabarelli, Luiz Carlos Marangon e Elba Nogueira Ferraz, pelas contribuições, sugestões e críticas para a melhoria deste trabalho

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela bolsa concedida e apoio financeiro Processo: 47.1805/2007-6.

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) da Universidade Rural de Federal de Pernambuco (UFRPE).

A todos os professores do PPGB em especial a professora Cibele Castro, pelas várias caronas dadas, conversas, conselhos passados, pela revisão do abstract e por me aturar em diversos momentos.

Aos funcionários do PPGB, seu Mano(brau), Kennia, Ariane, Érica e Neide.

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco– IPA, em especial a todos os funcionários da Estação Experimental em Caruaru e do Herbário Dárdano de Andrade-Lima (em Recife), e seus taxonomistas Olivia Cano, Rita Pereira, Ana Maria Du Bocage, Maria Bernadete, Jorge Irapuã e Aldo Alves por toda ajuda nas identificações dos diásporos.

Aos meus queridos companheiros do LEVEN: Josi (N), Clarissa (thisas), Dani, Juliana, Elifábia, Kleber (Mufino), assim como os novos integrantes, Renata, Wilson (TOM), Priscila e Viviane. Todos que conheci aqui, que me ensinaram e compartilharam dos seus conhecimentos, experiências, ajuda no campo, gestos simples do dia a dia, risadas e claro vivendo AS HISTÓRIAS DA MATA! Espero estar com todos vocês nos novos dias que virão!

A todos os colegas do LEA, em especial a Néelson, Thiago “caruaru”, Alyson, Ernani, Fabão, Washington, Gustavo, Patrícia, Taline, Lucilene, Flavinha, e Luciana.

Pelos favores prestados, conhecimentos repassados, cafezinhos que eu “serrei” e momentos de boas risadas!

Aos brothers do LERA (Laboratório da galera), Rodrigo Novo, Nathan Messias e Márcio “salto alto”, pelos conhecimentos divididos, trabalhos paralelos e os bons momentos compartilhados.

A todos os colegas do LAFLEC, Eduardo, Paty, Lili, Edson, Luciana pelos bons momentos de conversa e diversão.

Em especial a grandes amigos que encontrei nessa vida, Nonato Ferreira (galego), Ivanklin Soares (Kbludo), Helton Colares (Barba galega) e Ubirajara Fernandes (bira) pela amizade, força, e pelas várias viajadas nas letras e acordes dos engenheiros do hawaii “...estamos no mesmo barco e ela ainda flutua...”.

Aos meus grandes amigos do Cariri, Ana Paula Canuto (paulinha), Samuel Ribeiro, Lucas Luz, Patrícia Alcântara, Camila Nobre, Wanessa Nepomuceno, Pereira Junior, Cícero Romão, Wberlânio Costa.

A toda minha família, em especial a minha mãe Luciane Souza, por sua força, garra e amor dados em minha formação, aos meus irmãos e tios que sempre me deram apoio em horas difíceis, Obrigado a todos!

A minha PEQUENA grande mulher Eveline (vevé) por estar comigo em todos os momentos, fáceis ou difíceis, por ser amiga, companheira, amável e o amor de minha vida! TE AMO!

Um obrigado especial a todos que contribuíram de forma direta ou indiretamente para a realização deste trabalho e que não puderam ser mencionados!

Sumário

Agradecimentos	iv
Lista de Tabela	viii
Lista de Figuras	viii
Resumo	ix
Abstract	x
Introdução	11
Revisão de literatura	13
Dispersão e Chuva de Sementes	13
Chuva de sementes Alóctone	14
Chuva de sementes Autóctone	15
Chuva de sementes como ferramenta para a restauração de ambientes degradados	16
Síndromes de dispersão e Sazonalidade climática	18
Referencias bibliográficas	20
Manuscrito: A proximidade de um fragmento de floresta seca favorece a chegada de diásporos para a regeneração de uma área de agricultura abandonada?	25
Resumo	26
Introdução	26
Material e Métodos	29
Área de estudo e histórico de uso	29
Coleta dos dados	30
Análises dos dados	33
Resultados	34
Riqueza de espécies e variação na densidade da chuva de sementes da comunidade	34
8.2. Chuva alóctone <i>versus</i> autóctone: síndrome de dispersão e sazonalidade climática	39
Discussão	44
Riqueza de espécies e variação na densidade da chuva de sementes da comunidade	44

Chuva alóctone <i>versus</i> autóctone: síndrome de dispersão e sazonalidade climática	46
Implicações para a Restauração	49
Agradecimentos	49
Referências Bibliográficas	50
Anexo	57

LISTA DE TABELAS

Manuscrito

Tabela 1. Densidade mensal de diásporos por espécie nos 5,48m² amostrados na área de caatinga em regeneração, Caruaru, Pernambuco, com o indicativo das síndromes de dispersão (SD) e hábito (H). (Au = autocórica; An = Anemocórica; Zo = Zoocórica; Ar = árvore; Ab = Arbusto; Er = erva).

Tabela 2. Frutificação e sinais de rebrota das espécies ocorrentes na área abandonada e no fragmento preservado em Caruaru, Pernambuco (N = Tamanho amostral de indivíduos; F = número de indivíduos que frutificaram; NF = número de indivíduos que não frutificaram; R = indivíduos provenientes de rebrota; NR = indivíduos não provenientes de rebrotas).

LISTA DE FIGURAS

Manuscrito

Figura 1. Figura 1. (A) Localização da área de estudo em Caruaru-PE, Nordeste do Brasil (Fonte: Modificado de Monteiro et al. 2006); (B) Croqui da Estação Experimental do Instituto de Agrônomo de Pernambuco – IPA, evidenciando o mosaico de situações do entorno da área estudada (C) Desenho experimental do estudo.

Figura 2. Variação da riqueza de espécies (A) e da densidade de diásporos (B) na chuva de sementes do campo abandonado na vegetação de caatinga, Caruaru, Pernambuco.

Figura 3. Variação anual e sazonal das síndromes de dispersão (AU = autocoria; AN = Anemocoria; ZO = zoocoria) da chuva de sementes na área de cultivo abandonado na caatinga, Pernambuco, Brasil.

Figura 4. Período de frutificado/dispersão das espécies de ocorrência no fragmento preservado e na área abandonada e chuva mensal de diásporos da área de caatinga abandonada, Pernambuco, Brasil.

Figura 5. Relação entre a chuva de semente de *Myracrodruon urundeuva* e a distância de um fragmento preservado de vegetação de caatinga em Pernambuco, Brasil.

Souza, Jefferson Thiago (MSc). Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Fevereiro 2010. Chuva de sementes em área abandonada após cultivo próxima a um fragmento preservado de caatinga em Pernambuco, Brasil. Elcida de Lima Araújo (Orientadora). Ulysses Paulino de Albuquerque (Co-orientador).

RESUMO

O papel de fragmentos preservados de caatinga na regeneração de um ambiente antropizado foi avaliado em uma área utilizada de agricultura e abandonada há 15 anos. Foram colocados 105 coletores de sementes na área de cultivo abandonado, distribuídos em 5 transectos de 210 m, perpendiculares ao fragmento preservado de caatinga. Coletores foram colocados em faixas a cada 10 m de distância do fragmento. Os coletores consistiram em vasos cilíndricos de polietileno com 81 cm de circunferência e 30 cm de altura, os quais foram colocados diretamente sobre o solo e fixados por estacas de madeira. Mensalmente, de agosto de 2008 a junho de 2009, todos os coletores foram monitorados, visando quantificar a chuva de diásporos na área abandonada. Para as espécies ocorrentes no fragmento e na área abandonada, foram selecionados 10 indivíduos (quando possível) e monitorados quanto à ocorrência de produção e dispersão de seus diásporos. Nestes indivíduos, foram observados quantos apresentavam evidências de corte, para analisar a presença de rebrotas. Foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis para analisar a variação na riqueza e densidade de diásporos. Regressão Linear Simples foi usada para avaliar o efeito da distância do fragmento na chuva de sementes alóctone. Diferenças sazonais na chuva de sementes foram testadas através do Qui-quadrado. Foram encontradas 16 famílias, 32 gêneros, 56 espécies, sendo 15 lenhosas, 22 herbáceas, 16 espécies identificadas apenas como morfoespécies e três apenas ao nível de família. A riqueza de espécies da chuva de sementes variou significativamente ($H = 132,44$; $p < 0,01$) e 140 espécies do fragmento preservado não foi registrada na chuva de sementes da área abandonada. A densidade total da chuva de sementes da comunidade foi de 2.270 sem.m^{-2} no ano, variando de 300 a 1077 sementes entre as 21 faixas de distância estabelecidas. A densidade de sementes da assembléia de herbáceas foi de $971,2 \text{ sem.m}^{-2}$ e da assembléia de lenhosas foi de $1.220,2 \text{ sem.m}^{-2}$, restando $78,2 \text{ sem.m}^{-2}$ referente a espécies não identificadas. Cerca de 22% dos indivíduos lenhosos estabelecidos na área abandonada foram provenientes de rebrota das plantas cortadas, enquanto que no fragmento preservado o número de indivíduos que se estabeleceram por rebrota foi de 4%. A densidade da chuva de sementes diferiu significativamente entre estações climáticas ($\chi^2 = 13,63$; $p < 0,01$), sendo cerca de duas vezes maior na estação seca ($1.511,1 \text{ sem.m}^{-2}$) e mais concentrada no início da estação (setembro, outubro e novembro). 28 (50%) espécies dispersaram sementes exclusivamente na estação seca, sendo 8 (28%) anemocóricas, 11 (39%) autocóricas e 9 (32%) morfoespécies. Os resultados mostraram que em ambientes semiáridos, a riqueza de espécies das áreas antropizadas não é recuperada num tempo de 15 anos, mesmo com a presença de fragmentos preservados. A rebrota de plantas contribui para a regeneração de áreas submetidas a corte, mas a germinação de sementes é a estratégia reprodutiva importante na regeneração de áreas antropizadas. Após 15 anos de abandono, a chuva autóctone impossibilita avaliar o papel do fragmento preservado na chuva de diásporos da área abandonada.

Palavras chave: Dispersão, diásporos, regeneração, fragmentação, semiárido, floresta seca

Souza, Jefferson Thiago (MSc). Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Fevereiro 2010. Seed rain in the area of agriculture abandoned near a fragment preserved of caatinga in Pernambuco, Brazil. Elcida de Lima Araújo (Orientadora). Ulysses Paulino de Albuquerque (Co-orientador).

ABSTRACT

The role of preserved fragments of caatinga in the regeneration of an area of abandoned agriculture 15 years ago was investigated. 105 seed traps were placed in the disturbed area, distributed in five transects of 210 m each, perpendicular to a caatinga fragment. Seed traps were placed in strips to each 10m from the fragment. The seed traps consisted of cylindrical polyethylene recipients with 81 cm of circumference (diameter 25 cm) and 30 cm of height, which were placed directly on the ground and done fasten by wood stakes. All seed traps were monitored monthly from August 2008 to June 2009. For species occurring in the fragment and the abandoned area, 10 individuals were selected (when possible) and monitored for the occurrence of seed production and dispersal. Cutting evidences of were recorded and interpreted as regrowth. The test of Kruskal-Wallis was used to analyze the variation in seed richness and density. A simple linear regression was used to evaluate the effect of distance from the fragment in the allochthonous seed rain. Seasonal differences in the seed rain were tested through the Chi-square test. It was recorded a total of 16 families, 32 genus and 56 species; 15 species were woody and 22 were herbaceous. 16 species were identified only at morphospecies level and three at the family level. The species richness in the seed rain varied significantly between strips ($H = 132,44$; $p < 0,01$) and 140 species of the preserved fragment were not recorded in the seed rain of the disturbed area. The total density of seed rain in the community was $2.270 \text{ seeds.m}^{-2}$ in the year, varying from 300 to 1077 seeds among the 21 distance strips. Seed density of the herbaceous assemblage was $971,2 \text{ seed.m}^{-2}$ and of the assemblage of woody one was of $1.220,2 \text{ seed.m}^{-2}$; $78,2 \text{ seed.m}^{-2}$ species remained unidentified. About 22% of woody individuals established in the abandoned area were regrowth, while in the preserved fragment the number of individuals that established for regrowth was of 4%. Seed rain density differed significantly among seasons ($\chi^2 = 13,63$; $p < 0,01$), and was about of twice larger in the dry season ($1.511,1 \text{ seed.m}^{-2}$) and more concentrated in the early dry season (September, October and November). 28 species (50%) dispersed seeds exclusively in the dry season, being eight (28%) anemochoric, 11 (39%) autochoric and 9 (32%) morphospecies. The results showed that, in semiarid environments, species richness of the disturbed area is not recovered in 15 years, even with the presence of preserved fragments. The regrowth of plants contributes to the regeneration of areas that were cut, but the germination of seeds is an important reproductive strategy in the regeneration of disturbed areas. After 15 years of abandonment, the autochthonous seed rain disables to evaluate the role of the preserved fragment in the seed rain of abandoned area.

Key Word: Dispersal, seeds, regeneration, fragmentation, semi-arid, dry forest

INTRODUÇÃO

Em algumas regiões secas do mundo, onde as áreas utilizadas para agricultura são abandonadas, devido à capacidade de resiliência das comunidades vegetais, algumas plantas rebrotam e outras germinam, formando capoeiras ou florestas secundárias (NEGREROS-CASTILLO e HALL, 2000; McLAREN e McDONALD, 2003; FIGUERÔA et al. 2006). Este fato também ocorre em áreas de caatinga abandonada após uso, mas a recuperação da biodiversidade e dos processos ecológicos de importância para a regeneração das populações tem sido pouco investigada, impossibilitando uma avaliação minuciosa do impacto das atividades humanas sobre a capacidade de recuperação dos habitats.

Entre os processos ecológicos de importância para a recuperação de uma área antropizada destaca-se a dispersão dos diásporos. Grombone-Guarantini e Rodrigues (2002) ressaltaram a importância da chuva de sementes como um recurso potencial para o recrutamento de novos indivíduos e espécies, sendo a disponibilidade de diásporos e de seus vetores de dispersão fundamentais para o restabelecimento estrutural da vegetação após o distúrbio. Além disso, a chuva de sementes permite avaliar o papel das populações arbóreas que podem se estabelecer na matriz florestal adjacente após perturbações (PUTZ e APPANAH, 1987).

A disponibilidade de diásporos tem sido relatada como um dos maiores e mais frequentes fatores limitantes à regeneração de áreas abandonadas após atividades agropastoris em regiões neotropicais (GUEVARA et al. 1986; AIDE e CAVALIER, 1994; NEPSTAD et al. 1996; HOLL, 1998; MARTINEZ-GARZA e GONZALEZ-MONTAGUT, 1999). A chegada de diásporos nessas áreas se dá, inicialmente, através da chuva de semente alóctone de áreas próximas (HOLL, 1999, 2000), dando origem a uma sucessão alogênica através da contribuição de comunidades vizinhas (REIS e TRES, 2007).

O efeito da proximidade e da manutenção de fragmentos de vegetação nativa para recuperação de habitats modificados vem sendo discutido em várias regiões úmidas do mundo (GUEVARA et al. 1986; AIDE e CAVALIER, 1994; HOLL, 1998, 1999; HARVEY e HABER, 1999; MARTINEZ-GARZA e GONZÁLEZ-MONTAGUT, 1999; ZIMMERMAN et al. 2000; HERRERA e GARCIA, 2009). O produto da discussão mostra que a regeneração de áreas antropizadas é favorecida pela proximidade dos fragmentos vegetacionais (GUEVARA e LABORNE, 1993), pois estes além de funcionarem como fonte continuada de

diásporos, também funcionam como “poleiros” (HOLL, 1998), atraindo pássaros e morcegos frugívoros que, por sua vez, dispersam sementes para as áreas abandonadas (HOWE e SMALLWOOD, 1982), bem como atraem outros animais que migram devido à sazonalidade de algumas áreas (HARVEY e HABER, 1999).

Entretanto, em florestas tropicais secas, o número de estudos investigando a chuva de sementes ainda é muito escasso (SANCHEZ-AZOFEIFA et al. 2005). Em áreas de caatinga, o efeito da proximidade de fragmentos na regeneração de áreas antropizadas ainda não foi avaliado. Geralmente, estudos em áreas de caatinga modificadas pela agricultura, abordam investigações sobre o efeito das práticas da agricultura no banco de sementes do solo (MAMEDE e ARAÚJO, 2008), e a regeneração natural, questionando principalmente o histórico de uso das terras e o tempo decorrido de seu abandono (PEREIRA et al 2001, 2003; ANDRADE et al 2007), mostrando existir diferenças na composição e na estrutura das populações em função de tais variáveis.

O único estudo de chuva de sementes registrado para a caatinga foi realizado por Lima et al. (2008), em uma área preservada na RRPN Mauricio Dantas, próxima aos municípios de Floresta e Betânia, em Pernambuco. Os autores observaram variações espaço-temporais na chuva de sementes e enfatizaram a necessidade de realizar mais estudos para melhor entendimento desse processo na caatinga. Estudos dessa natureza no âmbito da caatinga são imprescindíveis para se obter informações valiosas sobre o processo de regeneração em áreas preservadas e antropizadas, destacando a importância da conservação de fragmentos com vegetação nativa.

Se existem variações sazonais nas características da chuva de sementes em habitats preservados da caatinga e se a proximidade de fragmentos favorece a chegada de diásporos para regeneração de áreas antropizadas, espera-se que ocorram reduções na quantidade de propágulos e na riqueza de espécies à medida que se aumenta a distância do fragmento preservado. Assim, esse trabalho objetiva responder as seguintes questões: (1) Existe variação na riqueza de espécies e densidade de diásporos na chuva de sementes em uma área abandonada que vem se regenerando há 15 anos? (2) o tempo de 15 anos é suficiente para uma contribuição autóctone na entrada de diásporos da área abandonada? (3) Qual é a similaridade entre a florística da chuva de sementes e a composição de espécies da área preservada? (4) A chuva de semente alóctone varia em relação à distância do fragmento? (5) Existe variação nas síndromes de dispersão da chuva de sementes entre as distâncias do fragmento preservado? (6) Diásporos dispersos são provenientes de plantas apenas oriundas de sementes? (7) de que maneira a sazonalidade climática influencia a riqueza de espécies, a

densidade de sementes, as síndromes de dispersão e hábitos (lenhosa ou herbácea) da chuva de sementes na área abandonada?

REVISÃO DE LITERATURA

*Dispersão e Chuva de Sementes*¹

Dispersão é a separação dos diásporos da planta mãe no espaço de forma passiva ou ativa (HOWE e SMALLWOOD, 1982; VAN DER PIJL, 1982; FENNER, 1985). Ela é de extrema importância, pois pode possibilitar às espécies alcançarem novos locais potencialmente exploráveis para seu estabelecimento (*Hipótese da colonização*, Baker, 1974), assim como, pode proporcionar uma fuga de locais de maior concentração de predadores, patógenos, competidores e/ou outros fatores dependentes da densidade que podem induzir uma alta mortalidade na população (*Hipótese do Escape*, Janzen 1970 e Connell 1971).

O termo chuva de sementes abrange o movimento de dispersão dos diásporos e a área por essa abrangida (HOWE e SMALLWOOD, 1982; ALVAREZ-BUYLLA e MARTÍNEZ-RAMOS 1990; FENNER, 1985). Este processo tem papel importante na dinâmica da regeneração de áreas antropizadas, pois é um dos indicativos do potencial de auto-recuperação local e conseqüentemente do estágio de recuperação dessas áreas (HOPKINS e GRAHAM, 1983).

A chuva de sementes pode atuar na organização da estrutura da vegetação, na distribuição espacial da comunidade, no aumento do número de espécies e de indivíduos da área e na formação e manutenção do banco de sementes do solo, outro recurso potencial para regeneração da comunidade (CLARK e POULSEN, 2001; GANDOLFI e RODRIGUES, 2007). Analisando-se este processo verificam-se quais espécies contribuem para aumentar a diversidade e proporcionar variações no padrão sucessional da comunidade, condição fundamental para o processo de regeneração natural (MARTÍNEZ-RAMOS e SOTO-CASTRO, 1993).

Estudos de chuva de sementes proporcionam informações valiosas sobre a abundância, a distribuição espacial, a densidade e a riqueza de espécies (GROMBONE-GUARANTINI e RODRIGUES, 2002), e são essenciais na dinâmica de populações e comunidades vegetais,

¹ O termo chuva de sementes será tratado aqui como chuva de diásporos, uma vez que este termo abrange toda e qualquer unidade de dispersão que abriga o embrião, tais como os frutos.

evidenciando os padrões de entrada de diásporos no ecossistema, e como a entrada destes influencia o processo de regeneração natural em ambientes preservados e/ou degradados (CLARK e POULSEN, 2001).

As características da chuva de sementes dependem da proximidade da fonte de diásporos, das características dos diásporos e da ação dos vetores de dispersão (HARPER 1977). A chuva de sementes pode ser classificada de acordo com a origem dos diásporos, podendo ser alóctone (quando os diásporos são provenientes de outras áreas) ou autóctone (quando os diásporos que chegam ao local são originados da própria área

Chuva de Sementes alóctone

A entrada de diásporos de áreas vizinhas tem sido mencionada na literatura como uma ferramenta fundamental no processo de restauração de áreas abandonadas e naquelas submetidas a impactos mais severos, onde o banco de propágulos encontra-se totalmente comprometido (GANDOLFI e RODRIGUES, 2007; GANDOLFI et al. 2007). A chuva de sementes alóctone insere um conjunto aleatório de espécies na área degradada, aumentando sua diversidade e recuperando a dinâmica vegetacional do local (REIS e TRES, 2007).

A presença de uma fonte de diásporos, como fragmentos florestais próximos ou árvores remanescentes poupadas de corte, auxilia o processo de regeneração (GUEVARA et al. 1986; ZIMMERMAN et al. 2000; CUBIÑA e AIDE, 2001), sendo de fundamental importância para o restabelecimento em terrenos de agricultura abandonada (CUBIÑA e AIDE 2001). Nesse sentido, Martínez-Garza e Gonzalez-Montagut (1999), estudando a chuva de sementes em 12 áreas de pastagem próximas a fragmentos de floresta ripária no México, verificaram que aproximadamente 68% (80 espécies) das espécies encontradas nos coletores pertenciam à floresta e 32% (38 espécies) eram espécies ocorrentes do pasto. Neste mesmo estudo, os autores registraram 94.212 diásporos, sendo 54.751 destes pertencentes a espécies dos fragmentos e 37.475 diásporos de espécies das áreas de pastagem. Uma razão de 1,5 vezes mais sementes dos fragmentos, caracterizando uma elevada entrada de sementes de origem alóctone, o que indica um alto potencial de regeneração local.

Dentre os fatores que limitam a velocidade da regeneração de áreas de atividades agropastoris abandonadas, como a predação de sementes e plântulas, períodos de estiagem, competição com gramíneas (HOLL, 1999), deficiência de nutrientes (AIDE e CAVELIER, 1994) e compactação do solo (CUBIÑA e AIDE, 2001), a carência na entrada de sementes é um dos maiores fatores limitantes mencionados na regeneração de campos abandonados, uma

vez que atuam como uma barreira para a regeneração natural desses campos (GUEVARA et al. 1986; NEPSTAD et al. 1996; AIDE e CAVELIER, 1994; HOLL 1998; HOLL, 1999; ZIMMERMAN et al. 2000; CUBIÑA e AIDE, 2001).

Investigando barreiras para regeneração de campos na Colômbia, Aide e Cavalier (1994) foi observado que um pequeno número de sementes alcançaram distâncias maiores que 10m da borda da floresta. Do mesmo modo que Zimmerman et al. (2000), investigando as possíveis barreiras para regeneração de um campo de pastagem abandonado, próximo a uma floresta secundária em Porto Rico, observaram que o número de espécies na chuva de sementes também se concentrou na borda floresta/pasto, declinando com o aumento da distância. Os autores ressaltaram que a maioria das espécies apresenta limites de dispersão, e que grande parte de suas sementes estão próximas à origem. Estes resultados foram atribuídos a ausência de frugívoros dispersores que conduzissem as sementes a maiores distâncias, tendo em vista que animais dispersores evitam o risco de encontrarem seus predadores ao atravessar áreas abertas (HOWE e SMALWOOD, 1982; DA SILVA et al. 1996).

Chuva de sementes autóctone

De maneira geral, grande parte das sementes dispersas localiza-se pouco distante da sua fonte de origem, seguindo um modelo de distribuição conhecido como leptocúrtica, com um alto pico e uma cauda mais longa que a distribuição normal (HARPER 1977). Santos et al. (2006) analisando a sombra de sementes (área abrangida pela dispersão dos diásporos) de *Buchenavia capitata* (Combretaceae) em um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco, observaram que 99% das sementes foram encontradas próximas à planta mãe, em raio médio de cerca de 10 m.

Em uma área de floresta tropical semidecidual, Grombone-Guarantini e Rodrigues (2002) registraram que cerca de 70% das espécies ocorrentes na chuva de sementes eram as mesmas da flora local, com uma similaridade de 42%, indicando um elevado valor de sementes de origem autóctone.

A produção dos diásporos autóctones, em conjunto com os diásporos imigrantes, pode exercer um papel efetivo no processo de regeneração natural nas comunidades, onde a chuva de sementes autóctone mantém um mosaico florístico, enquanto a chuva alóctone pode criar homogeneidade ou heterogeneidade florística dependendo do padrão de dispersão (MARTÍNEZ-RAMOS e SOTO-CASTRO, 1993; GROMBONE-GUARANTINI e RODRIGUES, 2002).

Martini e Santos. (2007), avaliando a distribuição temporal da chuva de sementes em ambientes perturbados (clareiras naturais e área sujeita a fogo) e não perturbados (sub-bosque), em uma região de floresta tropical sob clima não-sazonal, registraram 139 morfoespécies, divididos em 69 de ocorrência nas clareiras, 85 no sub-bosque, 54 na área do fogo e 70 no sub-bosque próximo a área queimada. Os autores ressaltam que a área queimada apresentou o maior número de sementes e o menor número de espécies, atribuído à alta produção de sementes autóctones de espécies pioneiras estabelecidas na fase inicial.

Chuva de sementes como ferramenta para a restauração de ambientes degradados

Diante do atual estado de degradação dos ecossistemas naturais provocados pela ação antrópica, têm sido discutidas diversas maneiras de recuperar estes ambientes por meio de intervenções humanas (OST, 1995). Ações nesse sentido são compreendidas na ecologia da restauração, definida como o processo de modificar intencionalmente uma área para estabelecer um ecossistema que originalmente se mantinha naquele local, objetivando tentar “imitar” a estrutura, funcionamento, diversidade e a dinâmica de ecossistemas específicos (SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION, 1991 citado por PRIMACK e RODRIGUES, 2001).

Estratégias restauradoras são empregadas em áreas onde o potencial de auto-recuperação local foi perdido pela intensa e agressiva degradação, tendo sido comprometida a capacidade de regeneração natural (GANDOLFI et al. 2007). Em situações como essa, a entrada de diásporos através da chuva de sementes de áreas adjacentes, torna-se um fator crucial para a recuperação do ambiente (GANDOLFI e RODRIGUES, 2007).

Entre as diferentes metodologias adotadas para a restauração de áreas degradadas, algumas técnicas nucleadoras (REIS et al. 2003; BRECHARA, 2006; TRES e REIS, 2007), como a transposição da chuva de sementes e a introdução de poleiros artificiais e naturais, contribuem com o aumento da entrada de diásporos (GUEVARA et al. 1986; HOLL, 1998).

No método de transposição da chuva de sementes, os diásporos de áreas preservadas são capturados em intervalos mensais e dispostos em núcleos nas áreas a serem restauradas, proporcionando uma diversidade de formas de vidas, de espécies, de material genético (REIS et al. 2003) e de condições favoráveis a manutenção de espécies-chave, melhorando a qualidade do *habitat* e estabelecendo conexões com a paisagem regional (REIS e TRES, 2007).

Na introdução de poleiros artificiais são colocadas estruturas que imitam galhos secos (poleiros secos) ou árvores (poleiros vivos), com o objetivo de proporcionar um local de repouso, proteção e forrageamento para pássaros e morcegos frugívoros (REIS e TRES, 2007), que por sua vez, durante sua visita regurgitam e/ou defecam sementes e frutos, contribuindo com a entrada de novas espécies e indivíduos na área em recuperação (GUEVARA et al. 1986) incrementando o banco de sementes (GANDOLFI e RODRIGUES, 2007).

Poleiros artificiais e naturais ainda podem funcionar como trampolins ecológicos, formando corredores virtuais entre fragmentos e áreas em recuperação (REIS e TRES, 2007). Em uma área de pasto adjacente a uma floresta no sul da Costa Rica, Holl (1998), usando dois tipos de poleiros (barras cruzadas e galhos secos) fixados em diferentes distâncias da floresta (25 e 250 m) determinou o número de sementes depositadas no pasto, e observou maior proporção de visitas em poleiros secos e mais distantes da floresta e maior deposição de sementes dispersas por animais também sob poleiros secos. Esses resultados mostram a preferência de alguns animais pelo tipo de estrutura adotada, o que indica a importância da escolha de poleiros de diferentes formas, como poleiros vivos, que além proporcionar local de descanso e alimento ainda servem de esconderijo para alguns animais (GANDOLFI e RODRIGUES, 2007). Guevara et al. (1986) estudando o papel de árvores remanescentes em área de pasto no México, observaram sob a copa dos remanescentes arbóreos maior velocidade de colonização de espécies lenhosas, sendo o conjunto destas espécies diferente das que ocorrem em áreas em início de sucessão secundária. Estes autores, afirmaram que as condições sob os dosséis dos remanescentes arbóreos estudados favorecem o estabelecimento de árvores de florestas primárias e secundárias tardias.

Um ponto que deve ser ressaltado é que, apesar dos esforços de métodos que proporcionam uma maior chuva de sementes em áreas em recuperação, aumento da chuva não quer dizer aumento do recrutamento (HOLL, 1998), que é influenciado por outros fatores, como a predação de sementes e plântulas, a ausência de sementes de espécies arbóreas, os períodos de estiagem, a competição com gramíneas (HOLL, 1999), as deficiências de nutrientes (AIDE e CAVELIER, 1994) e a compactação do solo (CUBIÑA e AIDE, 2001).

Nas ações de vários outros métodos são utilizados, como a transferência de serrapilheira e banco de sementes alóctones, transplantes de mudas, introdução de espécies de interesse econômico, adensamento e enriquecimento, condução da regeneração natural, tendo sempre em vista as características da área para a escolha do método mais apropriado para a realidade de cada local (GANDOLFI e RODRIGUES, 2007; GANDOLFI et al. 2007).

Síndromes de dispersão e sazonalidade climática

As diversas convergências morfológicas, tanto do diásporo como da própria planta, causadas por pressão seletiva dos agentes dispersores, determinaram padrões denominados síndromes de dispersão (VAN DER PIJL, 1982). Estas síndromes representam um conjunto de características que permitem diagnosticar qual a estratégia utilizada pela planta para obter sucesso na fase de dispersão de suas sementes (CAMPASSI, 2006). As síndromes de dispersão de sementes geralmente são classificadas em duas formas principais: (1) a dispersão biótica ou zoocórica que utiliza os animais como dispersores, atraindo-os com polpas carnosas e ricas em nutrientes, atrativos químicos, estruturas aderentes e mimetismos e (2) a dispersão abiótica, através de água, vento, ou dispersão própria (autócoria) (HOWE e SMALLWOOD, 1982).

Os vetores de dispersão influenciam a distância alcançada pelo diásporo (PIVELLO et al. 2006). Por exemplo, a dispersão pelo vento e por vertebrados pode levar as sementes a grandes distâncias da planta mãe, enquanto que as dispersões por formigas e balística geram chuvas de sementes mais curtas (HOWE e SMALLWOOD, 1982). Sementes dispersas através do vento, por exemplo, sofrem maior influência da estrutura física do meio onde estão inseridas do que síndromes bióticas, que são mais fortemente influenciadas por condições biológicas do ambiente, como a proximidade dos seus genitores e a densidade da chuva de sementes.

Campassi (2006) avaliou padrões de síndromes de dispersão e suas diferenças entre tipos de vegetações florestais no domínio da Mata Atlântica, registrando maiores proporções de frutos zoocóricos, ornitocóricos, cores relacionadas a dispersão por aves e menor média de diâmetro de diásporos na Floresta Ombrófila, por esta ser mais úmida. Nas florestas estacionais semidecíduais ocorreram maiores proporções de dispersão abiótica, frutos dispersos por mamíferos, maiores diâmetros de diásporos e menores proporções de frutos dispersos por aves. A floresta estacional semidecidual ocupou uma posição intermediária entre estas florestas atribuídas às diferenciações florísticas entre as distintas comunidades das florestas somadas a disponibilidade dos vetores da dispersão. Barbosa et al. (2002) verificaram uma relação semelhante para a vegetação de caatinga em Pernambuco, com predominância de zoocoria em áreas de caatinga de agreste e anemocoria em áreas de caatinga de sertão, sugerindo relação da proporção de espécies lenhosas dispersas por animais e o gradiente de precipitação.

Em ambientes sazonais é observado uma tendência na produção de diásporos, com um pico no início da estação chuvosa (WHITE, 1994; GROMBONE-GUARANTINI e RODRIGUES, 2002). Diferenças entre períodos de produção de frutos também ocorrem quando há diferentes estratégias de dispersão. White (1994) afirmou que, em florestas tropicais sazonais, a zoocoria predomina (72 a 90%) entre as estratégias de dispersão, sendo anemocoria em geral a segunda síndrome predominante (HOWE e SMALLWOOD, 1982; IBARRA-MANRIQUEZ et al. 1991).

Espécies zoocóricas tendem a amadurecer seus frutos e dispersar seus diásporos no início ou no meio da estação chuvosa (RATHCKET e LACEY, 1985; PENHALBER e MANTOVANI, 1997; GRIZ e MACHADO, 2001). Estes padrões podem ser explicados pelo fato das espécies em ambientes sazonais possuírem estratégias de liberação de propágulos em períodos favoráveis para sua germinação e estabelecimento (WHITE, 1994). Zimmerman (2007) afirmou que a umidade do solo é fator importante nos padrões de dispersão, em ambientes sazonais, considerando as vantagens no estabelecimento das primeiras sementes a germinar. Este fato demonstra a necessidade de se abordar questões relacionadas ao banco de sementes do solo, que juntamente com a chuva de sementes, auxiliam o processo de regeneração bem sucedido.

Padrões semelhantes foram registrados por Griz e Machado (2001) na região agreste do Pernambuco, com maior proporção de zoocoria (36% de espécies), seguida por anemocoria (33%) e autocoria (31%). Espécies anemocóricas tendem a se dispersar na estação seca antes do início das chuvas, em épocas mais sujeitas a força dos ventos (HOWE e SMALLWOOD, 1982; IBARRA-MANRIQUEZ et al. 1991; GRIZ e MACHADO, 2001). Uma possível explicação para diásporos anemocóricos não se dispersarem em épocas chuvosas é sua morfologia leve, adaptada ao voo, e o aumento na razão peso/área quando molhados pela água da chuva que impede de alcançarem maiores distâncias (VAN DER PIJL, 1982; AUGSPURGER e FRANSON, 1988; FENNER, 1985).

Estudos que investiguem os diversos aspectos da chuva de sementes em habitats perturbados e em regeneração são de grande importância para a contribuição de novos conhecimentos sobre os processos da regeneração natural das comunidades. Apesar dos esforços dos pesquisadores, ainda se sabe pouco sobre os processos envolvidos na recuperação de áreas antropizadas, como chuva de sementes, principalmente em áreas de caatinga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIDE, T. M., e J. CAVELIER. Barriers to tropical lowland forest restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. **Restoration Ecology** 2:219–229. 1994
- ALVAREZ-BUYLLA, E. R. e MARTÍNEZ-RAMOS, M. Seed bank versus seed rain in the regeneration of a tropical pioneer tree. **Oecologia** 84: 314-325. 1990.
- ANDRADE, L. A.: PEREIRA, I. M., LEITE, U.T e BARBOSA, M. R. V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no Município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Cerne, Lavras**, 11(3):253-262. 2005.
- ANDRADE, L. A., OLIVEIRA, F. X., NEVES, C. M. L., FELIX, L. P. Análise da vegetação sucessional em campos abandonados no agreste paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. 2(2):135-142. 2007
- AUGSPURGER, C. K e FRANSON, S.E. Input of wind-dispersed seeds into light-gaps and forest in a neotropical forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, 4: 239-252, 1988.
- BARBOSA, D. C., BARBOSA, M. C. A., & SILVA, P. G. G. Tipos de frutos e síndromes de dispersão de espécies lenhosas da caatinga de Pernambuco. PP 609-621 *in*: TABAELLI, M & J. M. C. SILVA (Eds.) **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco**, vol 2. SECTA e Editora Massangana, Recife 2002.
- BRECHARA, F. C. **Restauração ecológica de restingas contaminadas por *Pinus* no parque florestal de rio vermelho Florianópolis, SC**. Pós-Graduação em Biologia Vegetal, UFSC, Florianópolis, Dissertação de Mestrado. 2003.
- CAMPASSI, F. **Padrões geográficos das síndromes de dispersão e características dos frutos de espécies arbustivo-arbóreas em comunidades vegetais de Mata Atlântica**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Dissertação de Mestrado. Piracicaba-SP. 2006
- CLARK, C. J e POULSEN, J. R. The role of arboreal seed dispersal groups on the seed rain of a lowland tropical forest. **Biotropica** 33: 606-620. 2001.

CUBIÑA, A., e T. M. AIDE. The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture. **Biotropica** 33(2):260–267. . 2001.

FENNER, M.. **Seed ecology**. Chapman and Hall, London, UK. 1985

FIGUERÔA, J. M.; PAREYN, F. G.; ARAÚJO, E. L.; SILVA, C. E.; SANTOS, V. F.; CUTTER, D. F.; BARACAT, A.; GASSON, P. Effects of cutting regimes in the dry and wet season on survival and sprouting of woody species from the semi-arid caatinga of northeasth Brazil. **Forest Ecology and Management**. 229: 294 - 303. 2006.

GANDOLFI, S & RODRIGUES, R. R. Metodologias de restauração florestal. in: Fundação Cargill. **Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas**. São Paulo. 2007.

GANDOLFI, S, RODRIGUES, R. R & MARTINS, S, V. Theoretical bases of the forest ecological restoration. In: RODRIGUES, R. R, S. V. MARTINS & S, GANDOLFI. High diversity forest restoration in degraded areas: Methods and Projects in Brazil. Nova Science. 27-60. 2007

GRIZ, I.M.S.; MACHADO, I.C.S. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the Northeast of Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 17, p. 303-321. 2001.

GROMBONE-GUARANTINI, M. T e RODRIGUES, R. R. Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, p. 759-774, 2002.

GUEVARA, S., e J. LABORDE. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. **Vegetatio** 107/108:319-338. 1993.

GUEVARA, S., PURATA, E e VAN DER MAAREL, E. The role of remnant forest trees in tropical secondary succession. **Vegetatio** 66: 77–84. 1986.

HARPER, J.L. **Population Biology of Plants**. Academic. Press, London. 1977.

HARVEY, C. A., e HABER. W. A.. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. **Agroforestry Systems** 44:37–68. 1999.

- HERRERA, J. M., e GARCIA, D. The role of remnant trees in seed dispersal through the matrix: Being alone is not always so sad. **Biological Conservation** 142:149-158. 2009.
- HOLL, K. D.. Do bird perching structures elevate seed rain and seedling establishment in abandoned tropical pasture? **Restoration Ecology** 6:253–261. 1998
- HOLL, K.D. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pastures: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. **Biotropica**, 2:229-242. 1999.
- HOLL, K. D., LOIK, M. E., LIN E. H. V e SAMUELS E I. A.. Tropical montane forest restoration in Costa Rica: Overcoming barriers to dispersal and establishment. **Restoration Ecology** 8:339–349. 2000
- HOPKINS, M. S. e GRAHAM, A.W. The species composition of soil seed banks beneath lowland tropical rainforest in North Queensland, Australia. **Biotropica**, 14, 62-68, 1983.
- HOWE, H. F e SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 13, p. 201-228, 1982.
- IBARRA,-MANRIQUEZ, B.; SÁNCHEZ-GARFIAS, B e GONZALEZ-GARCIA, L. Fenologia de lianas arboles anemocoros em uma selva cálido-húmida de México. **Biotropica**, Lawrence, (23)242-254, 1991.
- LIMA, A. B., M. J. N. RODAL, e A.C.B.L. SILVA. Chuva de sementes em uma área de vegetação de caatinga no estado de Pernambuco. **Rodriguésia** 59(4): 649-658. 2008.
- MAMEDE, M.A.; ARAÚJO F.S. Effects of slash and burn practices on a soil seed bank of Caatinga vegetation in Northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, 72:458–470, 2008.
- MARTINEZ-GARZA, C e GONZALEZ-MONTAGUT, R. Seed rain from forest fragments into tropical pastures in Los Tuxtlas, Mexico. **Plant Ecology**. 145: 255–265, 1999.
- MARTINEZ-RAMOS, M. e SOTO-CASTRO, A. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain forest. **Vegetatio**. v. 107/108, p. 299-318. 1993.

MARTINI, A M. Z. e SANTOS, F. A. M. Effects of distinct types of disturbance on seed rain in the Atlantic forest of NE Brazil. **Plant Ecology** 190:81–95. 2007

McLAREN, K. P. e McDONALD, M. A., Coppice regrowth in a disturbed tropical dry limestone forest in Jamaica. **Forest Ecology and Management** 180: 99-111. 2003.

NEGREROS-CASTILLO, P. e HALL, R.B., Sprouting capability of 17 tropical tree species after overstory removal in Quintana Roo, Mexico. **Forest Ecology and Management** 126: 399-403. 2000.

NEPSTAD, D. C.; UHL, C.; PEREIRA, C. A. & SILVA, J. M. C.. A comparative study of tree establishment in abandoned pasture and mature forest of eastern Amazonia. **Oikos**, 76: 25-39. 1996

OST, F. A. **A natureza à margem da lei: A ecologia á prova do direito**. Lisboa, Instituto Piaget, 1995.

PENHALBER, E. F e MANTOVANI, W. Floração e chuva de semntes em uma mata secundária em São Paulo, SP. **Revista brasileira de Botanica**, v. 20, n. 2, p. 205-220, 1997.

PEREIRA I. M., L. A. DE ANDRADE, J. R. M. COSTA E J. M. DIAS. Regeneração natural em um remanescente de Caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no Agreste Paraibano. **Acta botanica brasílica**. 15(3): 413-426. 2001.

PEREIRA, I. M., ANDRADE, L. A., SAMPAIO, E. V. S. B., BARBOSA, M. R. V. Use-history Effects on Structure and Flora of Caatinga. **Biotropica** 35(2): 154–165 2003

PIVELLO, V. R; PETENON, D; JESUS, F. M.; MEIRELLES, S. T; VIDAL, M. M; ALONSO, R., A. S; FRANCO, G. A. D. C E METZGER, J. P. Chuva de sementes em fragmentos de Floresta Atlântica (São Paulo, SP, Brasil), sob diferentes situações de conectividade, estrutura florestal e proximidade da borda. **Acta botanica brasílica**. 20(4): 845-859. 2006.

PRIMACK, R. B & RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Ed. Planta. 328p. Londrina- PR. 2001.

PUTZ, F.E e APPANAH, S. Buried seeds, newly dispersed seeds and the dynamics of a lowland forest in Malasya. **Biotropica**, 19:326-333, 1987.

RATHCKET, B. LACEY .E.P. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 16:179-214, 1985.

REIS, A & TRES, D. R. Nucleação: integração das comunidades naturais com a paisagem. In: Fundação Cargill, 2007. **Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas**. P 29-55. São Paulo-SP. 2007.

REIS, A.; BRECHARA, F. C.; ESPINDOLA, M. B. VIEIRA, N. K. & SOUZA, L. L. Restoration of damaged land areas: using nucleation to improve sucessional processes. **The Brazilian Journal of Nature Conservation**, 1 (1) 85-92. 2003.

SANCHEZ-AZOFEIFA, G. A., M. KALACSKA, M. QUESADA, J. C. CALVO-ALVARADO, J. M. NASSAR, and J. P. RODRÍGUEZ. Need for integrated research for a sustainable future in tropical dry forests. **Conservation Biology** 19:285–286. 2005

SANTOS, B. A., MELO, F. P. L. and TABARELLI, M. seed shadow, seedling recruitment, and spatial distribution of *Buchenavia capitata* (Combretaceae) in a fragment of the Brazilian Atlantic Forest. **Brazilian Journal of Biology**. 66(3): 883-890, 2006

SILVA, J. M. C. UHL, C. e MURRAY, G. Plant Succession, Landscape Management, and the Ecology of Frugivorous Birds in Abandoned Amazonian Pastures **Conservation Biology**, 10(2) 491-503. 1996.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. Berlim Springer-Verlag. 1982

WHITE, L.J.T. Patterns of fruit-fall phenology in the Lopé Reserve, Gabon. **Journal of Tropical Ecology**, cambridge, v. 10, p. 189-312, 1994.

ZIMMERMAN J. K.; WRIGHT S. J.h.; CALDERON O.; APONTE P. M e PATON S. Flowering and fruiting phenologies of seasonal and aseasonal neotropical forests : the role of annual changes in irradiance. **Journal of Tropical Ecology** 23: 231-251.2007.

ZIMMERMAN, J. K.; PASCARELLA, J. B e AIDE, T. M. Barriers to forest regeneration in an abandoned pasture in Puerto Rico. **Restoration Ecology**. 8,4:350–360. 2000.

A proximidade de um fragmento de floresta seca favorece a chegada de diásporos para a regeneração de uma área de agricultura abandonada?

Jefferson Thiago Souza¹; Ulysses Paulino de Aluquerque²& Elcida de Lima Araujo^{2,3}

¹Programa de Pós-Graduação em Botânica, Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

²Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Área de Botânica, Dois Irmãos, Recife, Pernambuco

³Autor para correspondência. E-mail: elcida@db.ufrpe.com.br

Restoration Ecology

Resumo

O papel de um fragmento preservado de caatinga na regeneração de um ambiente antropizado foi avaliado em uma área de agricultura abandonada há 15 anos. Foram colocados 105 coletores de sementes na área de cultivo abandonado, distribuídos em 5 transectos de 210 m, perpendiculares ao fragmento preservado de caatinga. Os coletores foram colocados em faixas a cada 10m de distância do fragmento. Mensalmente, de agosto de 2008 a junho de 2009, todos os coletores foram monitorados, visando quantificar a chuva de diásporos na área abandonada. Foram encontradas 16 famílias, 32 gêneros, 56 espécies, sendo 15 lenhosas, 22 herbáceas, 16 espécies identificadas apenas como morfoespécies e três apenas ao nível de família. A riqueza de espécies da chuva de sementes variou significativamente ($H = 132,44$; $p < 0,01$) e 140 espécies do fragmento preservado não foram registradas na chuva de sementes da área abandonada. A densidade total da chuva de sementes da comunidade foi de 2.270 sem.m^{-2} no ano, variando de 300 a 1077 sementes entre as 21 faixas de distância estabelecidas. A densidade de sementes da assembléia de herbáceas foi de $971,2 \text{ sem.m}^{-2}$ e da assembléia de lenhosas foi de $1.220,2 \text{ sem.m}^{-2}$, restando $78,2 \text{ sem.m}^{-2}$ referente a espécies não identificadas. A rebrota de plantas contribui para a regeneração de áreas submetidas a corte, mas a germinação de sementes é a estratégia reprodutiva importante na regeneração de áreas antropizadas. Após 15 anos de abandono, a chuva autóctone impossibilita avaliar o papel do fragmento preservado na chuva de diásporos da área abandonada.

Introdução

A chuva de sementes é de extrema importância para a conservação dos habitats porque possibilita a renovação do estoque de sementes do banco do solo para a regeneração das populações. Em áreas perturbadas por ações humanas, a chuva de sementes pode ser influenciada pela existência de fragmentos de vegetação nativa no entorno e pelos vetores de dispersão (Guevara et al. 1986; Guevara & Laborne 1993; Holl, 1998).

Estudos realizados em várias regiões úmidas do mundo (Guevara et al. 1986; Aide & Cavalier 1994; Holl 1998, 1999; Harvey & Haber 1999; Martinez-Garza & González-Montagut 1999; Zimmerman et al. 2000; Herrera & Garcia 2009) mostram que a regeneração de áreas antropizadas é favorecida pela proximidade dos fragmentos vegetacionais (Holl 1998; Harvey & Haber 1999; Martinez-Garza & González-Montagut 1999). Tais fragmentos, além de funcionarem como fonte continuada de diásporos, também funcionam como

“poleiros” (Holl 1998), atraindo pássaros e morcegos frugívoros que, por sua vez, dispersam sementes para as áreas abandonadas (Howe & Smallwood 1982).

Em florestas secas, os estudos sobre a importância dos fragmentos de vegetação para a regeneração dos habitats modificados são escassos, apesar do número expressivo de espaços naturais antropizadas (Mass 1995; Figueroa et al. 2006). O cenário atual das paisagens de muitos ambientes de floresta seca, como a caatinga, é representado por fragmentos ou ilhas de vegetação nativa, de tamanhos variados, muitas vezes isolados e rodeados por áreas utilizadas para agricultura, pastagem e estabelecimento de áreas urbanas (Casteletti et al. 2003).

O modo de reprodução das plantas (germinação ou rebrota de plantas cortadas), o histórico de uso das terras e o tempo decorrido de seu abandono vêm sendo questionados em estudos de regeneração natural de áreas perturbadas em várias florestas seca do mundo. Os resultados desses estudos evidenciam que a rebrota das plantas é uma importante estratégia na resiliência das comunidades (Negreros-Castillo & Hall 2000; McLaren & McDonald 2003; Lugo et al. 2004; Araújo et al. 2005a; Figueirôa et al. 2006; Figueirôa et al. 2008) e que as assembléias regeneradas, quando comparadas a áreas preservadas, apresentam diferenças na composição e estrutura de suas populações, em função do histórico de uso e do tempo de abandono das terras (Pereira et al. 2001, Pereira et al. 2003; Andrade et al. 2007). Todavia, o papel da manutenção de fragmentos preservados de floresta seca na entrada de diásporos em áreas antropizadas adjacentes ainda não foi elucidado.

No Brasil, por exemplo, 834,66 km² da área da região nordeste do país são ocupados por uma vegetação seca (conhecida localmente como caatinga, Andrade-Lima 1981) que apresenta: 1. total pluviométrico anual variando de 380 a menos 1.100mm (Araújo et al. 2007); 2. marcada sazonalidade climática, com 6 a 9 meses secos por ano (Sampaio 1995; Araújo et al. 2005a); 3. riqueza de espécies herbáceas superior a riqueza de espécies lenhosas (Araújo et al. 2005b; Reis et al. 2006); 4. diferenças sazonais na chuva de sementes (Lima et

al. 2008), na dinâmica do banco de sementes do solo (Costa & Araújo 2003; Silva 2009), na fenologia (Machado et al. 1997; Griz & Machado 2001; Barbosa et al. 2003; Lima et al. 2007), no comportamento ecofisiológico das plantas (Araújo et al. 2008) e na dinâmica das populações (Araújo et al. 2005a; Lima et al. 2007; Santos et al. 2007; Silva et al. 2008). Grande parte dessa vegetação vem sendo convertida em áreas de agricultura e pastagem há décadas (Figueirôa et al. 2006; Figueirôa et al. 2008), de forma que 30,4 a 51,7% da mesma já se encontra modificada (Casteletti et al. 2003).

As atividades agropastoris e de subsistência provocam redução local da biodiversidade ou do tamanho das populações (Leal et al. 2003; Araújo 2005; Lucena et al. 2007). Com o tempo e com a ausência de um manejo adequado, tais atividades antrópicas podem acarretar em problemas de erosão e salinização dos solos (Casteletti et al. 2003) e, em casos extremos, formação de áreas de desertificação (Sampaio & Araújo 2005). Logo, espera-se que a conservação de fragmentos de vegetação nativa próximos as áreas antropizadas sejam de extrema importância para a chuva de sementes e dinâmica de regeneração natural, bem como para a restauração dessas florestas (Harvey & Haber 1999; Herrera & Garcia 2009).

Se variações sazonais nas características da chuva de sementes ocorrem em habitats preservados da caatinga e se a proximidade de fragmentos favorece a chegada de diásporos para regeneração de áreas antropizadas, espera-se que ocorram reduções na quantidade de propágulos e na riqueza de espécies à medida que se aumenta a distância do fragmento preservado.

Assim, esse trabalho objetiva responder as seguintes questões: (1) Existe variação na riqueza de espécies e densidade de diásporos na chuva de sementes em uma área abandonada que vem se regenerando há 15 anos? (2) o tempo de 15 anos é suficiente para uma contribuição autóctone na entrada de diásporos da área abandonada? (3) Qual é a similaridade entre a florística da chuva de sementes e a composição de espécies da área preservada? (4) A

chuva de semente alóctone varia em relação à distância do fragmento? (5) Existe variação nas síndromes de dispersão da chuva de sementes entre as distâncias do fragmento preservado? (6) Diásporos dispersos são provenientes de plantas apenas oriundas de sementes? (7) De que maneira a sazonalidade climática influencia a riqueza de espécies, a densidade de sementes, as síndromes de dispersão e hábitos (lenhosa ou herbácea) da chuva de sementes na área abandonada?

Material e Métodos

Área de estudo e histórico de uso

O estudo foi realizado em uma área de floresta seca do nordeste do Brasil, também denominada floresta caducifólia espinhosa ou caatinga hipoxerófila, localizada na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA (8°14'18"S e 35°55'20"W e 535 m de altitude) em Caruaru, Pernambuco. O clima local é do tipo estacional, com precipitação média anual de 680 mm, com uma marcante estação seca que vai de setembro a fevereiro e temperatura média entre 19 e 23 °C. O solo é do tipo Podzólico Amarelo Eutrófico com textura franco-arenosa e relevo ondulado a forte ondulado (Alcoforado-Filho et al. 2003).

A Estação Experimental tem 190 ha e dista 9 Km do centro da cidade de Caruaru e 2 km do povoado de Riachão de Malhada de Pedra. A vegetação nativa existente na Estação Experimental passou por um processo de fragmentação, pois 160 ha foram cortados para o estabelecimento de áreas experimentais de cultivo de *Zea mays* L. (milho), *Sorghum bicolor* L. Moench. (sorgo), *Gossypium hirsutum* L. (algodão), *Opuntia ficus-indica* Mill. (palma) e *Phaseolus vulgaris* L. (feijão). Atualmente, resta apenas um pequeno fragmento preservado de 20 ha de vegetação nativa, isolado na paisagem de qualquer outro fragmento de vegetação.

A 7 m de distância do fragmento preservado foi estabelecido um experimento de cultivo de palma que foi mantido por cerca de 2 anos e depois abandonado. Essa área abandonada vem se regenerando naturalmente há cerca de 15 anos e atualmente abriga uma vegetação de caatinga de porte ainda baixo e com muitas clareiras em seu interior. Ao lado direito da área abandonada e em regeneração existe outra área experimental ativa de cultivo de palma. Ao lado esquerdo da área abandonada existe uma área mais rebaixada que acumula um pouco das águas das chuvas, formando uma pequena mancha de área temporariamente alagada e, finalmente, ao fundo da área que vem se regenerando há 15 anos existe uma área de cultivo de milho e feijão. Depois desses últimos trechos de cultivo existe a sede da estação experimental e outros trechos de cultivo de sorgo e algodão (Figura 1).

O fragmento de vegetação nativa abriga 163 espécies, incluindo lenhosas e herbáceas, sendo Mimosaceae, Fabaceae, Caesalpiniaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Asteraceae e Poaceae de elevada riqueza de espécies (Alcoforado et al. 2003; Araújo et al. 2005b; Reis et al. 2006; Oliveira et al. 2008; Lucena et al. 2008).

Coleta dos dados

Na área em regeneração foram estabelecidos 5 transectos perpendiculares ao fragmento preservado e equidistantes de 15 m. Ao longo de cada transecto foram alocados 21 coletores de sementes distribuídos sistematicamente a um intervalo fixo de 10 m, que corresponderam a 21 faixas de distância. Cada faixa era paralela ao fragmento preservado e continha cinco coletores, totalizando 105 coletores.

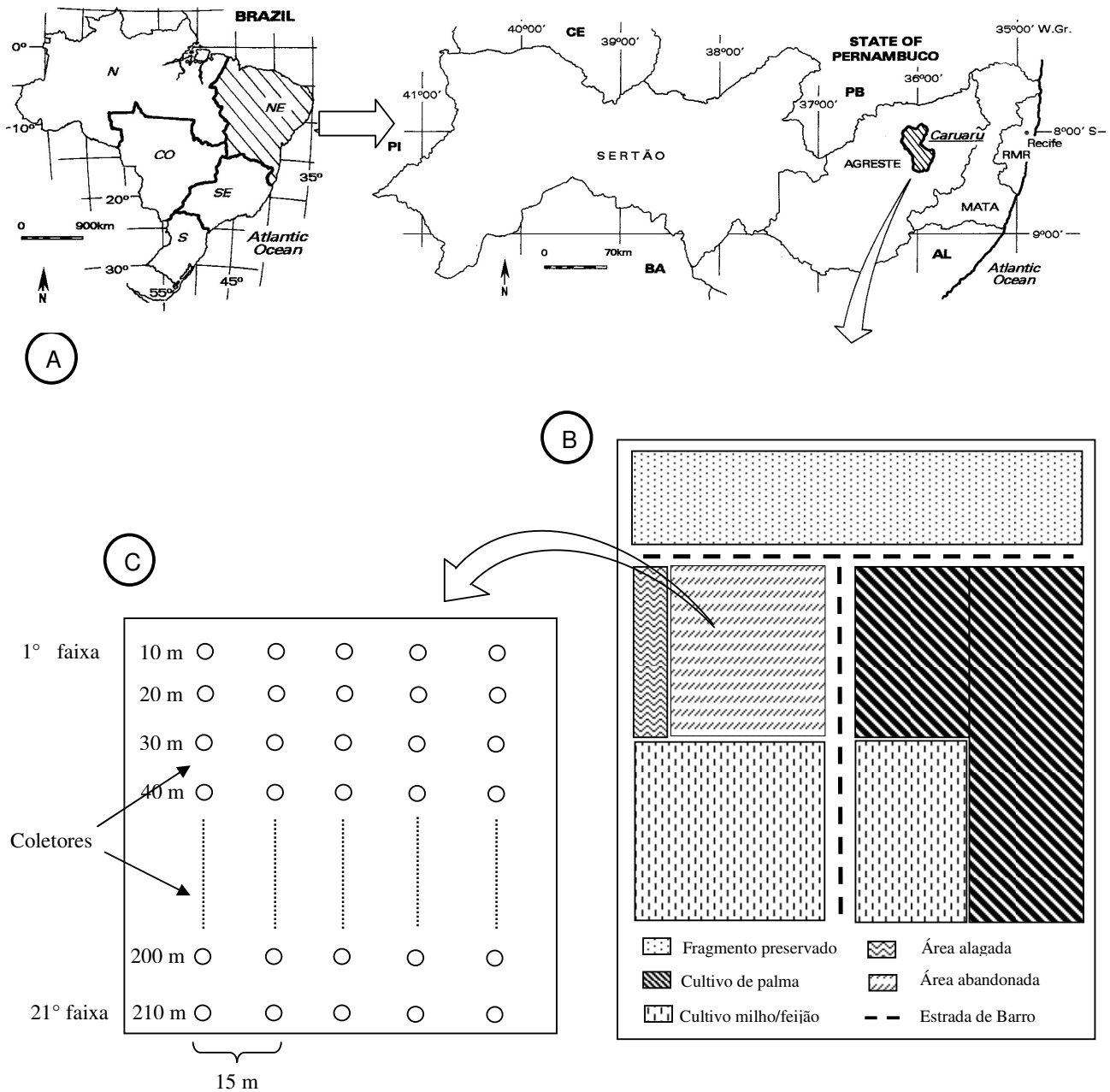


Figura 1. (A) Localização da área de estudo em Caruaru-PE, Nordeste do Brasil (Fonte: Modificado de Monteiro et al. 2006); (B) Croqui da Estação Experimental do Instituto de Agrônomo de Pernambuco – IPA, evidenciando o mosaico de situações do entorno da área estudada (C) Desenho experimental do estudo.

Os coletores consistiram em vasos cilíndricos de polietileno com 81 cm de circunferência (≈ 25 cm de diâmetro) e 30 cm de altura, os quais foram colocados diretamente sobre o solo e fixados com auxílio de estacas de madeira. A altura de 30 cm dos coletores foi adotada com intuito de diminuir a predação de sementes, pois coletores baixos podem ter seu conteúdo alterado pela remoção de diásporos por animais (Galetti et al. 2006). Na parte externa de cada coletor foi aplicada uma camada de graxa, visando evitar o acesso de formigas e outros animais, e a predação ou remoção das sementes de dentro dos mesmos. Para evitar o acúmulo de água da chuva e deterioração das sementes foram feitos pequenos orifícios no fundo dos coletores, conforme adotado em outros estudos de chuva de sementes (Zimmerman et al. 2000; Cubiña & Aide 2001). A área amostral total da chuva de sementes foi de 5,48 m².

A chuva de diásporos foi monitorada mensalmente de setembro de 2008 a agosto de 2009. Cada amostra recolhida foi acondicionada em sacos, etiquetada e colocada para secar em temperatura ambiente em pleno sol e, quando necessário, em estufas elétricas, com temperatura controlada a 30°C.

Os diásporos foram separados manualmente de outros materiais eventualmente encontrados (galhos, folhas, resíduos etc.). Em seguida, todo o material foi identificado e quantificado. O número de sementes foi expresso em m². Para identificação das sementes foi utilizada bibliografia específica (Kissmann 1997, 1999; Kissmann & Groth 2000; Barroso et al. 1999; Maia 2004), consulta aos herbários Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR) e Dárdano de Andrade Lima (IPA) e comparação com as sementes das espécies que foram coletadas no fragmento preservado e na área abandonada, a partir de caminhadas mensais realizadas na área de estudo e no fragmento preservado.

Ainda para avaliar a importância do fragmento preservado (chuva alóctone) na regeneração da área abandonada, foram feitas caminhadas nos trechos estudados para

observar as espécies lenhosas que ocorriam tanto no fragmento preservado quanto na área e em regeneração, sendo ainda consultada as listas florísticas dos estudos realizados no fragmento preservado (Alcoforado-Filho et al. 2003; Araújo et al. 2005b; Reis et al. 2006; Lucena et al. 2007; Oliveira et al. 2007).

Para as espécies ocorrentes tanto na área abandonada quanto no fragmento preservado foram selecionados, quando possível, 10 indivíduos aparentemente já reprodutivos para monitorar a ocorrência de produção e dispersão de diásporos. Espécies com menos de 10 indivíduos reprodutivos em quaisquer das áreas tiveram todos os indivíduos selecionados para esse monitoramento. Além disso, para avaliar se a dispersão dos diásporos era apenas proveniente de indivíduos oriundos de sementes, foi anotado se os indivíduos selecionados apresentavam evidências de corte, tendo em vista que indivíduos provenientes de rebrota podem contribuir mais cedo com a produção de sementes quando comparados a indivíduos oriundos de sementes. Mensalmente, os indivíduos selecionados foram observados para identificar quantos frutificavam e dispersavam sementes, visando identificar o potencial de produção autóctone da área em regeneração.

Análises dos dados

Os diásporos coletados foram classificados quanto ao tipo de síndrome de dispersão (anemocórica, zoocórica e autocórica) com base na literatura (Van Der Pijl 1982) e nas características morfológicas das sementes, visando avaliar como a densidade das mesmas variava em função das distâncias estabelecidas. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk (Zar 1996). A similaridade florística da chuva de sementes entre a área preservada e a área abandonada foi testada através do índice de Sørensen (Krebs 1989). Variações na densidade de sementes e riqueza de espécies nas faixas de distância

estabelecidas foram avaliadas pelo teste de Kruskal-Wallis (Zar 1996). O efeito da distância do fragmento na chuva de sementes foi testado apenas para a chuva alóctone, através do teste de Regressão Linear Simples. Diferenças na chuva de sementes entre as estações climáticas foram avaliadas usando-se o teste Qui-quadrado (Zar 1996). Todos os testes foram realizados através do programa BIOSTAT 5.0 (Ayres et al. 2007).

Resultados

Riqueza de espécies e variação na densidade da chuva de sementes da comunidade

O conjunto florístico da chuva de sementes da área abandonada foi composto por 16 famílias, 32 gêneros e 56 espécies, sendo 15 lenhosas, 22 herbáceas, 16 espécies identificadas como morfoespécies e três apenas ao nível de família. A riqueza de espécies da chuva de sementes entre as faixas de distância variou significativamente ($H = 132,44$; $p < 0,01$) de 10 a 22 espécies, mas não foi constatada nenhuma tendência consistente (Figura 2A).

A densidade total da chuva de sementes da comunidade foi de 2.270 sem.m^{-2} no ano, variando de 300 a 1077 sementes nas 21 faixas de distância estabelecidas (Figura 2B). A densidade de sementes da assembléia de herbáceas foi de $971,2 \text{ sem.m}^{-2}$ e da assembléia de lenhosas foi de $1.220,2 \text{ sem.m}^{-2}$, restando $78,2 \text{ sem.m}^{-2}$ referente a espécies não identificadas (Tabela 1).

Cento e quarenta espécies ocorrentes no fragmento preservado (Alcoforado-Filho et al. 2003; Araújo et al. 2005b; Reis et al. 2006; Lucena et al. 2007; Oliveira et al., 2007) não tiveram seus diásporos registrados na chuva de sementes da área abandonada, sendo 93 espécies do componente herbáceo e 47 do componente lenhoso. Já treze espécies da chuva de sementes da área abandonada não ocorrem no fragmento preservado, sendo 12 herbáceas e uma lenhosa. A similaridade entre a composição florística do fragmento preservado e a

composição florística da chuva de sementes da área abandonada foi de 22%, apesar da curta distância (7m) existente entre as áreas e do tempo de abandono decorrido (15 anos).

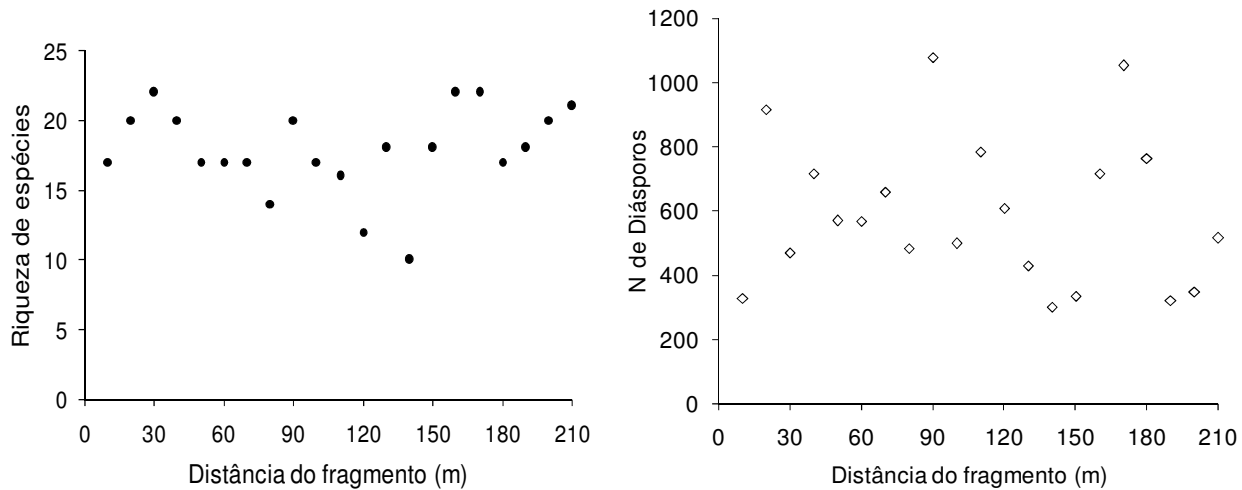


Figura 2. Variação da riqueza de espécies (A) e da densidade de diásporos (B) na chuva de sementes do campo abandonado na vegetação de caatinga, Caruaru, Pernambuco.

Nenhuma espécie da chuva de sementes ocorreu em 100% dos coletores e apenas seis espécies (*Delilia biflora*, *Lippia* sp., *Cardiospermum* sp., *Croton blanchetianus*, *Mimosa arenosa*, *Piptadenia stipulacea*) ocorreram em mais de 50% dos coletores. Destas, as duas primeiras foram as únicas encontradas nas 21 faixas de distância. As espécies que mais contribuíram com a densidade total de sementes da chuva foram *Lippia* sp. (399 sem.m⁻²), *D. biflora* (362 sem.m⁻²), *M. arenosa* (356 sem.m⁻²) e *C. blanchetianus* (116 sem.m⁻²) (Tabela 1).

Tabela 1. Densidade mensal de diásporos por espécie nos 5,48m² amostrados na área de caatinga em regeneração, Caruaru, Pernambuco, com o indicativo das síndromes de dispersão (SD) e hábito (H). (Au = autocórica; An = Anemocórica; Zo = Zoocórica; Ar = árvore; Ab = Arbusto; Er = erva).

Espécies/família	SD	Háb.	SECA							CHUVA						
			Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	TOTAL	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	TOTAL
Anacardiaceae																
<i>Myracrodruon urundeuva</i> (Engl.) Fr. All.	An	Ar	0	0	0	5	18	2	25	0	0	0	0	0	0	0
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	An	Ar	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae																
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	An	Er	0	65	24	10	2	0	101	0	1	0	0	0	0	1
Asteraceae 1	An	Er	50	90	0	0	0	0	140	0	0	0	0	0	0	0
<i>Delilia biflora</i> (L.) Kuntze.	An	Er	227	717	745	213	27	0	1929	0	0	0	0	86	381	467
<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk	An	Er	0	0	0	0	0	0	0	110	0	0	0	0	0	110
Bignoniaceae																
Bignoniaceae 1	An	-	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Bignoniaceae 2	An	-	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
Boraginaceae																
<i>Cordia trichotoma</i> (vell.) Arrab. ex Steud.	An	Ar	0	43	5	17	18	0	83	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae																
<i>Desmodium glabrum</i> (Mill.) DC.	An	Er	1	18	20	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0
Malpighiaceae																
<i>Ptilochaeta bahiensis</i> Turcz.	An	Ar	0	0	0	0	3	1	4	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae																
<i>Digitaria insulares</i> (L.) Fedde	An	Er	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae 1	An	Er	0	83	34	6	0	0	123	0	0	0	0	0	1	1
<i>Uroclhoa maxima</i> (Jacq.) R.D. Webster	An	Er	30	276	40	10	5	0	361	0	0	95	7	328	222	652
<i>Uroclhoa</i> sp.	An	Er	8	44	13	7	4	0	76	3	1	0	0	0	0	4
Acanthaceae																
<i>Ruellia bahiensis</i> (Nees) Morong.	Au	Er	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ruellia asperula</i> (Ness & HooK	Au	Er	0	0	3	0	1	1	5	0	0	0	0	0	0	0
Caesalpinaceae																

Tabela 1. Continuação

Espécies/família	SD	Háb.	SECA							CHUVA						
			Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	TOTAL	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	TOTAL
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	Au	Ar	0	4	4	0	1	0	9	0	0	0	0	0	0	0
Euphorbiaceae																
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Au	Ar	16	9	3	0	1	0	29	0	0	341	300	16	3	660
<i>Croton rhamnifolius</i> Kunth.	Au	Ab	0	7	0	0	0	0	7	0	107	77	48	58	44	334
<i>Dalechampia scandens</i> L.	Au	Er	5	10	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sebastiania jacobinensis</i> (Mull.Arg.) Mull.Arg.	Au	Ar	0	61	1	0	1	0	63	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae																
<i>Centrosema brasilianum</i> (L.) Benth.	Au	Er	0	27	5	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetocalyx longiflora</i> Benth. ex A.Gray	Au	Er	16	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0
<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	Au	Er	0	0	2	10	1	0	13	0	0	0	0	0	0	0
Malvaceae																
<i>Herisantia crispa</i> (L.) Brizicky	Au	Er	0	0	21	4	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sidastrum micranthum</i> (A.St.-Hil.) Fryxell	Au	Er	10	9	14	10	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0
<i>Wissadula contracta</i> (Link) R.E.Fr.	Au	Er	0	0	16	23	138	0	177	0	0	0	0	0	0	0
Mimosaceae																
<i>Acacia paniculata</i> Willd.	Au	Ar	0	1	30	25	30	11	97	3	1	6	3	0	0	13
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Au	Ar	1	0	10	11	10	0	32	0	0	0	0	3	0	3
<i>Mimosa arenosa</i> (Willd.) Poir.	Au	Ar	38	642	867	294	86	14	1941	0	8	1	2	0	0	11
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Au	Ar	0	79	177	85	31	11	383	1	2	0	0	3	2	8
Nyctaginaceae																
<i>Guapira laxa</i> (Netto) Furlan	Au	Ar	0	1	0	0	0	75	76	6	0	0	0	0	0	6
Poaceae																
<i>Pappophorum pappiferum</i> (Lam.) Kuntze	Au	Er	2	4	1	1	0	0	8	18	11	467	0	5	15	516
Sapindaceae																
<i>Cardiospermum</i> sp.	Au	Er	3	38	17	4	0	0	62	2	2	0	0	0	1	5
Verbenaceae																
<i>Lippia</i> sp.	Au	Ab	972	458	227	94	76	14	1841	606	167	0	2	89	145	1009
Amaranthaceae																
<i>Gomphrena vaga</i> Mart.	Zo	Er	52	62	56	3	1	0	174	0	0	0	0	0	21	21
Asteraceae																
<i>Bidens bippinata</i> L.	Zo	Er	65	39	13	13	10	0	140	2	0	26	0	1	20	49
<i>Bidens</i> cf. <i>pilosa</i> L.	Zo	Er	3	2	2	0	1	1	9	0	0	0	0	0	3	3

Tabela 1. Continuação

Espécies/família	SD	Háb.	SECA							CHUVA							
			Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	TOTAL	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	TOTAL	
Verbenaceae																	
<i>Lantana camara</i> L.	Zo	Ab	19	0	6	3	4	0	32	0	9	0	0	3	8	20	
Morfoespécie 1	-	-	100	2	0	0	0	0	102	100	0	0	0	0	0	100	
Morfoespécie 2	-	-	6	3	0	0	0	0	9	0	0	0	0	5	3	8	
Morfoespécie 3	-	-	15	9	2	0	0	0	26	0	1	0	0	31	22	54	
Morfoespécie 4	-	-	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
Morfoespécie 5	-	-	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
Morfoespécie 6	-	-	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
Morfoespécie 7	-	-	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
Morfoespécie 8	-	-	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
Morfoespécie 9	-	-	0	0	2	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	
Morfoespécie 10	-	-	0	0	5	2	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	
Morfoespécie 11	-	-	1	5	0	0	2	0	8	0	0	0	0	0	0	0	
Morfoespécie 12	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	7	5	23	
Morfoespécie 13	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	
Morfoespécie 14	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
Morfoespécie 15	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	14	78	
Morfoespécie 16	-	-	1	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	
Total			1643	2810	2373	853	472	130	8282	851	314	1024	363	700	910	4163	

Chuva alóctone *versus* autóctone: síndrome de dispersão, sazonalidade climática e rebrota

Na comunidade, as densidades de sementes autocóricas, anemocóricas e zoocóricas foram de 1.357,8 sem.m⁻², 752,9 sem.m⁻² e 81,7 sem.m⁻², respectivamente. Os diásporos (78,1 sem.m⁻²) das morfoespécies não foram enquadrados em nenhuma síndrome. A densidade de diásporos de todas as síndromes de dispersão variou na chuva de sementes e, quantitativamente, a síndrome zoocórica foi a de menor contribuição na chuva de diásporos da área abandonada. Os diásporos zoocóricos foram representados por apenas quatro espécies, sendo três epizoocóricas (*Bidens bipinnata*, *Bidens* cf. *pilosa* e *Gomphrena vaga*). Os diásporos autocóricos predominaram (38,5%), sobretudo na assembléia de espécies lenhosas (67% das espécies), independente da sazonalidade climática. Na assembléia de herbáceas, os diásporos anemocóricos foram mais frequentes, principalmente na estação chuvosa (Figura 3).

Todas as espécies lenhosas (15) registradas na chuva de sementes apresentavam indivíduos estabelecidos (no mínimo no estágio imaturo) na área abandonada, mas apenas nove já estavam em idade reprodutiva, frutificando e dispersando sementes durante o período monitorado (Tabela 2), mostrando que 49,6% da densidade de sementes das espécies lenhosas podem ter sido de produção autóctone (Tabela 1).

Cerca de 22% dos indivíduos lenhosos estabelecidos na área abandonada foram provenientes de rebrota das plantas cortadas, enquanto que no fragmento preservado o número de indivíduos que se estabeleceram por rebrota foi de 4%.

Das plantas que rebrotaram na área abandonada 17 (65%) produziram sementes durante o período monitorado. Um total de 94 plantas foi oriundo de germinação de sementes na área abandonada e desse total 52 (55%) produziram sementes. No fragmento preservado as cinco plantas oriundas de rebrota frutificaram e das 124 plantas oriundas de sementes apenas 78 (62,9%) frutificaram.

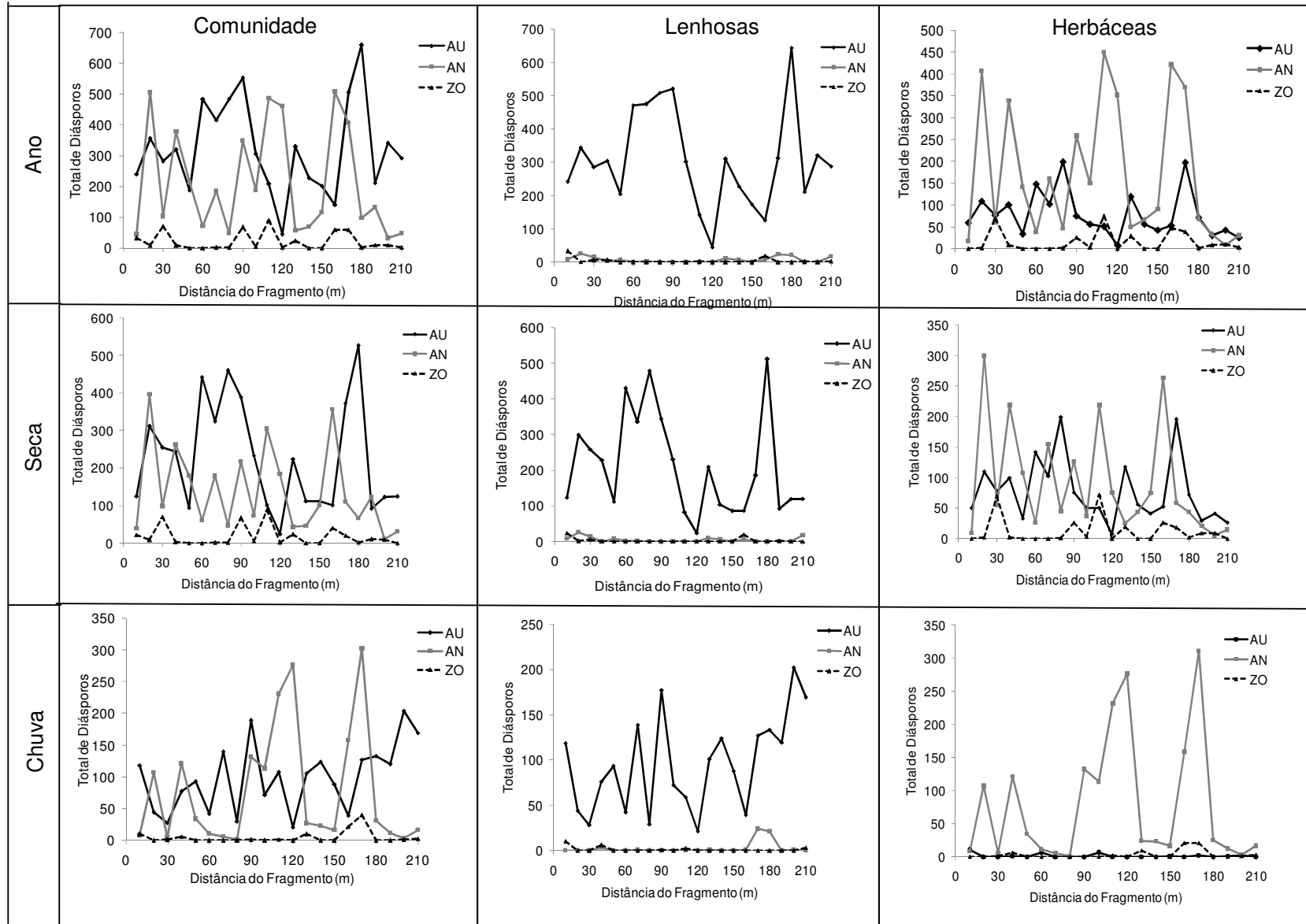


Figura 3. Variação anual e sazonal das síndromes de dispersão (AU = autocoria; AN = Anemocoria; ZO = zoocoria) da chuva de sementes na área de cultivo abandonado na caatinga, Pernambuco, Brasil.

Tabela 2. Frutificação e sinais de rebrota das espécies ocorrentes na área abandonada e no fragmento preservado em Caruaru, Pernambuco (N = Tamanho amostral de indivíduos; F = número de indivíduos que frutificaram; NF = número de indivíduos que não frutificaram; R = indivíduos provenientes de rebrota; NR = indivíduos não provenientes de rebrotas).

Espécies/Nome popular	Área em regeneração					Remanescente preservado				
	N	F	NF	R	NR	N	F	NF	R	NR
<i>Acacia paniculata</i> Willd. (Unha de gato)	10	8	2	-	10	2	-	2	-	2
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan (Angico)	10	10	-	4	6	10	10	-	-	10
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud (mororó)	2	-	2	-	2	10	3	7	1	9
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul. (Catingueira)	10	10	-	7	3	10	10	-	-	10
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L. (Feijão de boi)	10	-	10	-	10	10	-	10	-	10
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillett (Imburana)	1	-	1	1	-	10	-	10	1	9
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud. (Frei Jorge)	10	2	8	-	10	3	-	3	-	3
<i>Croton blanchetianus</i> Baill. (Marmeleiro)	10	10	-	5	5	10	10	-	2	8
<i>Guapira laxa</i> (Netto) Furlan (Pau piranha)	10	7	3	-	10	10	5	5	-	10
<i>Lantana camara</i> L. (Chumbinho)	5	3	2	1	4	10	9	1	-	10
<i>Mimosa arenosa</i> (Willd.) Poir. (Calombi preto)	10	10	-	1	9	10	10	-	-	10
<i>Myracrodruon urundeuva</i> (Engl.) Fr. All. (Aroeira)	10	-	10	5	5	10	9	1	-	10
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke (Calombi branco)	10	9	1	-	10	10	9	1	1	9
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl. (Baraúna)	10	-	10	-	10	10	4	6	-	10
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart. (Juá, Juazeiro)	2	-	2	2	-	4	4	-	-	4
TOTAL	120	69	51	26	94	129	83	46	5	124

Dentre as espécies de ocorrência tanto na área do fragmento preservado quanto na área abandonada, *Croton blanchetianus*, *Piptadenia stipulacea*, *Lantana camara* e *Guapira laxa* apresentaram diferenças na época de frutificação e dispersão de seus diásporos entre as duas áreas (Figura 4). A chuva de sementes dessas espécies no acompanhou o período de dispersão registrado na área em abandonada, confirmando a existência de uma chuva de sementes autóctone para a renovação das populações na área abandonada. Além disso, *Mimosa arenosa* apresentou bimodalidade na dispersão de sementes na área abandonada, o que não ocorreu no fragmento preservado.

Caesalpinia pyramidalis e *Anadenathera colubrina* apresentaram comportamento parecidos quanto à época de dispersão de diásporos entre o fragmento preservado e área em regeneração, com bimodalidade na dispersão de sementes (Figura 4). A chuva de sementes de *Acacia paniculata* e de *Cordia trichotoma* foi autóctone na área em regeneração (Tabela 2), pois todos os indivíduos dessas populações do fragmento preservado foram marcados e nenhum deles se reproduziu durante a época do estudo.

Analisando-se a chuva de sementes com exclusão das espécies que produziam e dispersavam diásporos na área abandonada (chuva autóctone), constata-se existir uma chuva alóctone, representada pelos diásporos das lenhosas anemocóricas *Schinopsis brasiliensis* (apenas uma semente) e *Myracrodruon urundeuva* ($4,56 \text{ sem}^{-2}$) que só se reproduziram no fragmento preservado (Tabela 2). Houve uma redução significativa na densidade de sementes de *M. urundeuva* na área abandonada a medida que aumentou a distância do fragmento de vegetação preservada (Figura 5).

A densidade da chuva de sementes diferiu significativamente entre estações climáticas ($\chi^2 = 13,63$; $p < 0,01$), sendo cerca de duas vezes maior na estação seca ($1.511,1 \text{ sem.m}^{-2}$) e mais concentrada no início da estação (setembro, outubro e novembro). 28 (50%) espécies dispersaram sementes exclusivamente na estação seca, sendo 8 (28%) anemocóricas, 11 (39%) autocóricas e 9 (32%) morfoespécies. Seis (11%) espécies dispersaram exclusivamente na estação chuvosa, sendo duas anemocóricas e as demais morfoespécies (Tabela 1). As demais espécies (28) dispersaram sementes tanto na estação chuvosa quanto na estação seca, sendo que algumas tenderem a dispersar mais sementes na estação seca, como: *Mimosa arenosa*, *Piptadenia stipulacea*, *Delilia biflora*, *Acacia paniculata*, *Guapira laxa*, *Bidens bipinnata*, *Gomphrena vaga*, etc. e outras mais na estação chuvosa, como: *Uroclhoa maxima*, *Croton blanchetianus*, *Pappophorum pappiferum*, etc. (Tabela 1).

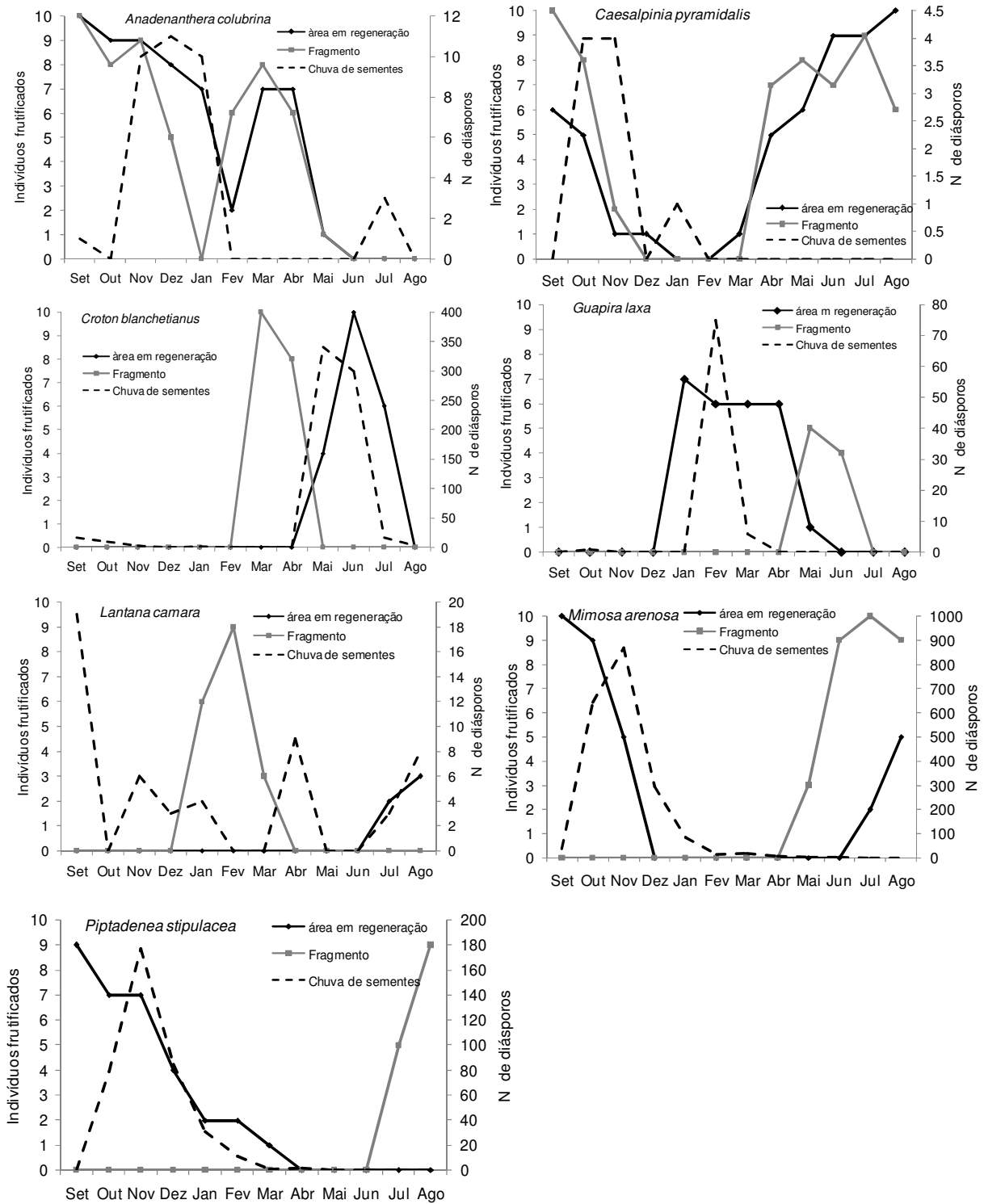


Figura 4. Período de frutificado/dispersão das espécies de ocorrência no fragmento preservado e na área abandonada e chuva mensal de diásporos da área de caatinga abandonada, Pernambuco, Brasil.

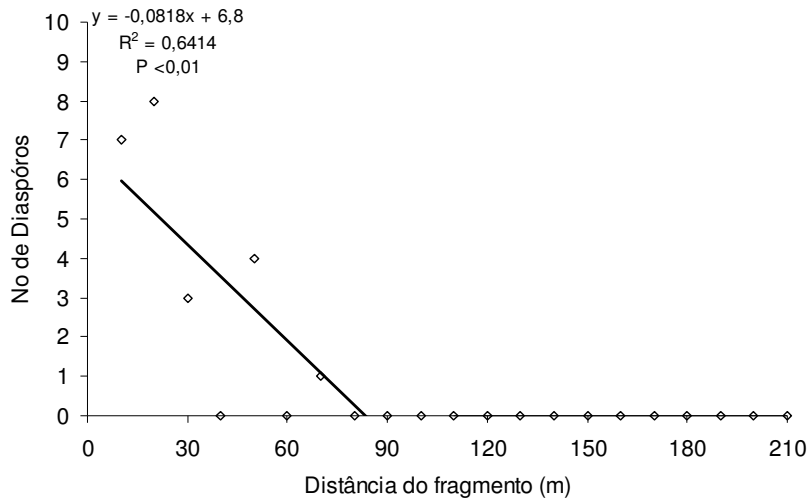


Figura 5. Relação entre a chuva de semente de *Myracrodruon urundeuva* e a distância de um fragmento preservado de vegetação de caatinga em Pernambuco, Brasil.

Discussão

Riqueza de espécies e variação na densidade da chuva de sementes da comunidade

A chegada de baixo número de propágulos é considerada fator limitante para a restauração de áreas abandonadas de agricultura ou pastagem (Aide & Cavalier 1994; Holl 1999; Holl et al. 2000; Zimmerman et al. 2000; Cubiña & Aide 2001). Todavia, na área estudada a chuva de sementes foi elevada (Tabela 1), apesar de também diferir entre as estações climáticas como já registrado por Lima et al. (2008), mostrando que depois de 15 anos, sementes não são mais um fator limitante para a regeneração de algumas áreas secas que não sofreram novos eventos de perturbação após seu abandono.

De acordo com Guevara et al. (1986), remanescentes florestais próximos a áreas de pasto abandonadas atuam de maneira importante na regeneração dessas áreas, possibilitando a restauração da riqueza de espécies original da floresta nas áreas degradadas (Harvey & Habber 1999). Todavia, o presente estudo mostrou que ao nível de espécie o impacto das modificações dos habitats em florestas secas, por atividades de

agricultura, sobre a riqueza de espécies da área foi intenso, pois 85% das espécies registradas no fragmento preservado (Alcoforado-Filho et al. 2003; Araújo et al. 2005b; Reis et al. 2006; Oliveira et al. 2007; Lucena et al. 2008) não se fizeram presente na chuva de sementes, apesar da curta distância existente entre o fragmento e a área abandonada e o tempo de 15 anos de regeneração.

Em outras áreas de agricultura abandonada no ambiente da caatinga, existe registro de recuperação de cerca de 44% da riqueza de espécies antes existente, depois de 30 anos de regeneração (Pereira et al. 2003), entretanto, os autores não especificaram as distância entre as áreas antropizadas e as de vegetação nativa.

A relação entre a densidade da chuva de sementes e a distância do fragmento preservado pode ser significativa (Zimmerman et al. 2000; Cubiña & Aide 2001) ou não (Guevara et al. 1986; Holl 1998). Tal divergência tem sido atribuída a diferenças metodológicas entre estudos, principalmente no que se refere às distâncias analisadas por cada autor. Além disso, a manutenção de remanescentes florestais nas paisagens influencia a regeneração das áreas, sobretudo, no tempo inicial de abandono (Holl 1999; Cubiña e Aide 2001). Nesse estudo, a produção de sementes registrada na área abandonada impossibilita avaliar o efeito da distância do fragmento na chuva de sementes e mostra que depois de certo tempo de abandono, quando algumas populações já se reproduzem e dispersam sementes, a importância desses fragmentos para na densidade da chuva de sementes torna-se reduzida.

Logo, considerando que a área abandonada não sofreu mais nenhum evento de perturbação antrópica, após o estabelecimento do cultivo da palma, o tempo de abandono e a ausência de novos episódios de perturbação ambiental são variáveis que também podem influenciar no potencial de regeneração das áreas antropizadas e não apenas as distâncias estabelecidas pelos autores.

Chuva alóctone *versus* autóctone: síndrome de dispersão, sazonalidade climática e rebrota

O papel da distância da vegetação nativa preservada na recuperação de áreas antropizadas ainda não foi bem esclarecido. Em consenso, os estudos mostram que a chuva de sementes proveniente dos fragmentos úmidos preservados alcança uma curta distância, não ultrapassando 10 m da mata da nativa. Este fato é atribuído ao perigo que áreas abertas representam para dispersores de espécies zoocóricas que são frequentes em florestas úmidas e não se arriscam muito em habitats abertos e modificados pelo homem (Howe & Smallwood 1982; Guevara et al. 1986; Holl 1998; Cubiña & Aide 2001; Zimmerman et al. 2000).

Todavia, em florestas secas do tipo caatinga a zoocoria é predominante na vegetação preservada durante a estação chuvosa (Machado et al. 1997; Griz & Machado 2001; Silva et al 2008; Lima et al. 2008) e, apesar dessa síndrome ter sido registrada nesse estudo até 190m de distância do fragmento preservado, à ocorrência de produção autóctone não permite afirmar que o grupo de espécies zoocóricas alcance maiores distâncias em ambientes secos quando comparado aos ambientes úmidos.

Independente da sazonalidade climática, autocoria e anemocoria são síndromes bem frequentes na vegetação da caatinga, existindo uma tendência de aumento de anemocoria com o aumento da aridez (Barbosa et al. 2003). Considerando que a área estuda é uma floresta seca, seria esperado que anemocoria fosse de extrema importância para a regeneração da mesma. Contudo, na área abandonada à chuva de sementes autocórica foi cerca de duas vezes maior que a chuva de sementes anemocórica, sendo autocoria predominante no grupo das espécies lenhosas e anemocoria no grupo das espécies herbáceas. De maneira geral, a chuva de sementes das síndromes anemocórica e autocórica ocorreu nos 210m de distância amostrada, mostrando que as espécies com

esses dois tipos de síndromes, seja devido a reprodução das plantas do fragmento preservado ou devido a própria contribuição reprodutiva da área abandonada, são de extrema importância para a regeneração de áreas antropizadas em florestas secas.

Entre as espécies consideradas de produção alóctone foi constatado que para *M. urundeuva*, espécie lenhosa, dióica, anemocórica, de elevada importância econômica para as populações locais e oficialmente ameaçada de extinção (Monteiro et al. 2005), a chegada de propágulos na área abandonada foi dependente da distância do fragmento (Figura 5), o que evidencia a importância da manutenção de uma matriz com fragmentos preservados nas paisagens de ambientes semiáridos pelo menos para a chuva de diásporos de algumas espécies.

As diferenças sazonais registradas na chuva de sementes de espécies lenhosas e herbáceas (Tabela 1) são provavelmente relacionadas ao fato de muitas dessas espécies herbáceas serem terófitas, germinando, crescendo e produzindo sementes na estação chuvosa, mas dispersando suas sementes e morrendo na estação seca (Reis et al. 2006; Araújo et al. 2007; Lima et al. 2007). Na área estudada foi observado que na estação seca muitos dos indivíduos herbáceos de espécies anemocóricas e epizoocóricas, apesar de mortos, mantêm seu sistema aéreo seco em pé, com os diásporos fixos ao mesmo, os quais vão sendo liberados durante a estação seca (J. T. Souza, observação pessoal).

Diásporos anemocóricos são comumente dispersos em épocas mais secas (Howe & Smallwood 1982; Van Der pijl 1982). Quando as condições ambientais alternam entre úmido e seco, muitos diásporos com estruturas fixadoras (com função higroscópica) podem realizar movimentos através de seus agentes (Van Der pijl 1982). Estes eventos podem justificar o maior número de propágulos zoocóricos (epizoocóricos) registrados na estação seca nesse estudo.

Em ambientes secos, a rebrota das plantas é considerada como uma importante estratégia para regeneração de áreas antrópicas (Sampaio et al. 1998; & McDonald 2003; McLaren Lugo et al. 2004; Figueiroa et al. 2006, Figueiroa et al. 2008). Nesse estudo, 26 (22%) plantas da área abandonada foram provenientes de rebrota, mostrando que apesar da rebrota contribuir para a ocupação rápida dos espaços durante a regeneração de áreas antropizadas, a germinação de sementes é uma estratégia de elevada importância na regeneração de áreas de ambientes secos. Logo, fatores que afetam a chuva de diásporos ou a sobrevivência das sementes no banco do solo, exercem forte influência na regeneração de áreas antropizadas.

Na área abandonada, do total de plantas oriundas de rebrota 17 (65%) frutificaram e do total de plantas oriundas de sementes 52 (55%) frutificaram, mostrando que o tempo de 15 anos não foi suficiente para que os indivíduos cortados de todas as espécies, bem como os indivíduos provenientes de germinação, atingissem a idade reprodutiva na área antropizada, apesar do tempo de abandonado da área ser uma variável de influência na regeneração da mesma.

Das espécies ocorrentes na área em regeneração, algumas como *C. blanchetianus*, *P. stipulacea*, *A. paniculata* e de *M. arenosa* são consideradas importantes no início do processo sucessional (Pereira et al. 2001). Dessas, *C. blanchetianus* também apresenta dispersão secundariamente por formigas (Barroso et al. 1999; Leal et al. 2007) e pode se reproduzir por propagação vegetativa, o que aumenta suas chances de ocupação de espaço na área (Araújo et al. 2005a) e pode diminuir o tempo necessário para que a planta alcance a idade reprodutiva e contribua para a chuva autóctone.

Além disso, apesar de algumas plantas apresentarem frutificação e dispersão de sementes na área abandonada (Figura 4), esse estudo mostra que a fragmentação dos

habitats pode deslocar o tempo de produção e dispersão de sementes das espécies entre habitats preservados e antropizados, induzindo por um lado deslocamento da chuva de sementes, mas por outro amplia o tempo de oferta de sementes para a manutenção da fauna silvestre.

Implicações para práticas

- Os resultados mostram que em florestas secas de ambientes semiáridos, a riqueza de espécies das áreas antropizadas e em regeneração não é recuperada num tempo de 15 anos, mesmo que fragmentos vegetacionais sejam mantidos nas paisagens, havendo necessidade de ações humanas, visando restaurar a diversidade do sistema.
- Em florestas secas, a germinação de sementes é uma estratégia de elevada importância para regeneração de áreas antropizadas, apesar da rebrota das plantas contribuir para a ocupação dos espaços e regeneração da área.
- Fragmentação das paisagens pode deslocar o tempo de reprodução de algumas espécies entre áreas preservadas e antropizadas.
- O estudo mostra que a chuva de diásporos em área antropizada da caatinga e com histórico de baixa intensidade de uso (apenas ação de corte e cultivo) é elevada quando próxima a fragmentos preservados. Entretanto, o tempo de 15 anos de abandono de uma área possibilita a ocorrência de uma chuva de sementes autóctone, impossibilitando avaliar a relação entre densidade de sementes e distância do fragmento.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Everardo V. S. B. Sampaio, Marcelo Tabarelli, Luiz Carlos Marangon e Elba Nogueira Ferraz, pelas contribuições e sugestões na revisão deste manuscrito. Ao Conselho Nacional de desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro Processo: 47.1805/2007-6 e a bolsa concedida ao primeiro autor. Ao

Instituto Agrônômico de Pernambuco– IPA, pela Estação Experimental concedida em Caruaru e o Herbário Dárdano de Andrade-Lima e seus taxonomistas Olivia Cano, Rita Pereira, Ana Maria Du Bocage, Maria Bernadete, Jorge Irapuã e Aldo Alves. Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE.

Referências Bibliográficas

Ab' saber, A. N. 1996. Domínios Morfoclimáticos e solos do Brasil. *In*: Alvarez, V. H.; Fontes, L. E. F.; Fontes, M. P. F. (Eds.). O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa, MG. SBCS; UFV-PDS.

Aide, T. M., e J. Cavalier. 1994. Barriers to lowland tropical forest restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Restoration Ecology* **2**(4):219-229.

Alcoforado-Filho, F. G., E. V. S. B. Sampaio, e M. J. N. Rodal. 2003. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifolia espinhosa arborea em Caruaru, Pernambuco. *Acta Botanica Brasilica* **17**:289-305.

Andrade, L. A, F. X. Oliveira, C. M. L. Neves e L. P. Felix. 2007. Análise da vegetação sucessional em campos abandonados no agreste paraibano. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* **2**(2):135-142.

Andrade-Lima, D. 1981. The Caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica*. **4**(2):149-153.

Araújo, E. L. 2005. Estresses abióticos e bióticos como forças modeladoras da dinâmica de populações vegetais da Caatinga. Páginas 50-64 in R. J. M. C. Nogueira, E. L. Araújo, L. G. Willadino, e U. M. T. Cavalcante editores. Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas. MXM Gráfica e Editora, Recife.

Araújo E. L., K. A. Silva, E. M. N. Ferraz, E. V. S. B. Sampaio, e S. I. Silva. 2005b. Diversidade de herbáceas em microhabitats rochoso, plano e ciliar em uma área de Caatinga, Caruaru-PE. *Acta Botanica Brasilica* **19**:285-294.

Araújo, E. L., C. C. Castro, e U. P. Albuquerque. 2007. Dynamics of Brazilian Caatinga – A review concerning the plants, environment and people. *Functional Ecology and Communities* **1**:15-28.

Ayres, M., M. Ayres Jr., D. L. Ayres, e A. S. Santos. 2007. *BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas de ciências biológicas e médicas*. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá – IDSM\ MCT\ CNPq, Belém. 364p.

Barbosa, K. C., e M. A. Pizo. 2006. Seed Rain and Seed Limitation in a Planted Gallery Forest in Brazil. *Restoration Ecology* **14**(4):504–515.

Barbosa, D. C. A., P. G. G. Silva M. C. A. Barbosa. 2002. Tipos de Frutos e síndromes de dispersão de espécies lenhosas da caatinga de Pernambuco. Páginas. 609-621 in M, Tabarelli e J. M. C. Silva editores. *Diagnostico da Biodiversidade de Pernambuco*. Vol. 2 SECTMA e Editora Massagana, Recife.

Barbosa, D. C. A., M. C. A. Barbosa, e L. C. M. Lima. 2003. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga. Pages 657-693 in I. R. Leal, M. Tabarelli, e J. M. C. Silva editores. *Ecologia e conservação da caatinga*. Editora Universitária da UFPE, Recife.

Barroso, G. M., M. P. Amorim, A. L. Peixoto, e C. L. F. Ichaso. 1999. *Frutos e sementes: morfologia aplicada a sistemática de dicotiledôneas*. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 443p.

Castelletti, C. H. M., A. M. M. Santos, M. Tabarelli, e J. M. C. Silva. 2003. Quanto ainda resta da caatinga? Uma estimativa preliminar. Pages 719-734 in I. R. Leal, M. Tabarelli, e J. M. C. Silva, editores. *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Ed. Universitária da UFPE, Recife.

Costa, R. C., e F. S. Araújo. 2003. Densidade, germinação e flora do banco de sementes no solo, no final da estação seca, em uma área de Caatinga, Quixadá, CE. *Acta Botanica Brasilica* **17**:259-264.

Cubiña, A., e T. M. Aide. 2001. The effect of distance from forest edge on seed rain and Soil seed bank in a tropical pasture. *Biotropica* **33**(2):260–267.

Figuerôa, J. M., F. G. Pareyn, E. L. Araújo, C. E. Silva, V. F. Santos, D. F. Cutter, A. Baracat, e P. Gasson. 2006. Effects of cutting regimes in the dry and wet season on survival and sprouting of woody species from the semi-arid caatinga of northeast Brazil. *Forest Ecology and Management* **229**:294-303.

Figuerôa, J. M., E. L. Araújo, F. G. C. Pareyn, D. F. Cutler, P. Gasson, K.C. Lima, e V.F. Santos, 2008. Variações sazonais na sobrevivência e produção de biomassa de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. após corte raso e implicações para o manejo da espécie. *Revista Árvore* **32**(6):1041-1049.

Galetti, M., M.A. Pizo, P.C. Morellato. 2006. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. In: Cullen Jr, L.; Rudran, R.; Valladares-Padua, C. (org.) Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. 2ª ed. Curitiba: Ed. Universidade Federal do Paraná.

Guevara, S., S. E. Purata, e E. V. Maarel. 1986. The role of remnant forest trees in tropical secondary succession. *Vegetatio* **66**:77-84.

Guevara, S., e J. Laborde. 1993. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. *Vegetatio* **107/108**:319-338.

Griz, I.M.S., e I. C. S. Machado. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the Northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology* **17**:303-321.

Grombone-Guaratini, M. T., e R. R. Rodrigues. 2002. Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous forest in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* **18**: 759–774.

Harvey, C. A., e W. A. Haber. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems* **44**:37–68.

Herrera, J. M., e Garcia, D. 2009. The role of remnant trees in seed dispersal through the matrix: Being alone is not always so sad. *Biological Conservation* **142**:149-158

Howe, H. F., e J. Smallwood. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* **13**:201-228.

Holl, K. D. 1998. Do bird perching structures elevate seed rain and seedling establishment in abandoned tropical pasture? *Restoration Ecology* **6**:253–261.

Holl, K. D. 1999. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pastures: seed rain, seed germination, microclimate and soil. *Biotropica* **31**(2):229-242.

Holl, K. D., M. E. Loik, E. H. V. Lin, e I. A. Samuels. 2000. Tropical Montane Forest Restoration in Costa Rica: Overcoming Barriers to Dispersal and Establishment. *Restoration Ecology* **8**(4):339–349.

Krebs, C.J. 1989. *Ecological methodology*. New York: Harper & Row Publishers.

Kissman, K. G. *Plantas infestantes e nocivas – Tomo I*. 1997. 2ªed. BAST, São Paulo. 825p.

Kissman, K. G. e Groth, D. 1999. *Plantas infestantes e nocivas – Tomo II*. 2ªed. BAST, São Paulo. 978p.

Kissman, K. G. e Groth, D. 2000. *Plantas infestantes e nocivas – Tomo III*. 2ª Ed. BAST, São Paulo. 726p.

Leal, I. R., M. Tabarelli, e J. M. C. Silva. 2003. *Ecologia e conservação da Caatinga: Uma introdução ao desafio*. In: I. R. Leal, M. Tabarelli, e J. M. C. Silva. *Ecologia e conservação da Caatinga*. Ed. Universitaria da UFPE. Recife.

Leal, I. R., R. Wirth, e M. Tabarelli. 2007. Seed dispersal by ants in the semi-arid Caatinga of North-east Brazil. *Annals of Botany* **99**: 885–894.

Lima, A. B., M. J. N. Rodal, e A.C.B.L. Silva. 2008. Chuva de sementes em uma área de vegetação de caatinga no estado de Pernambuco. *Rodriguésia* **59**(4):649-658.

Lucena, R.F.P., E. L. Araújo, e U. L. Albuquerque. 2007. Does the local availability of woody Caatinga plants (Northeastern Brazil) explain their use value? *Economic Botany* **61**(4):347–361.

Luoga, E. J., E. T. F. Witkowski, e K. Balkwill. 2004. Regeneration by coppicing (resprouting) of miombo (African savanna) trees in relation to land use. *Forest Ecology and Management*. **189**:23-35.

Machado, I. C. S., L. M. Barros, e E. V. S. B. Sampaio. 1997. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, Northeastern Brazil. *Biotropica* **29**:57-68.

Maia, G. N. 2004. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades. 1º Ed. D&Z, São Paulo. 414p.

Martínez-Garza, C., e R. Gonzalez-Montagut. 1999. Seed rain from forest fragments into tropical pastures in Los Tuxtlas, Mexico. *Plant Ecology* **145**: 255–265.

Martini, A. M. Z., e F.A. M. Santos. 2007. Effects of distinct types of disturbance on seed rain in the Atlantic forest of NE Brazil. *Plant Ecology* **190**:81–95

Mass, J. M. 1995. Conversion of tropical dry forest to pasture and agriculture. Páginas 399-422. *In*: Bullock, S. H., Mooney, H. A & Medina, E., editores. *Seasonally dry tropical forest*. Cambridge university press.

McLaren, K. P., e M. A. McDonald, 2003. Coppice regrowth in a disturbed tropical dry limestone forest in Jamaica. *Forest Ecology and Management*. **180**:99-111.

- Oliveira, R. L. C., E. M. F. L. Neto, E. L. Araújo, e U. P. Albuquerque. 2007. Conservation priorities and population structure of woody medicinal plants in an area of Caatinga vegetation (Pernambuco State, NE Brazil). *Environmental Monitoring and Assessment* **132**:189–206.
- Penhalber, E. F., e W. Mantovani. 1997. Floração e chuva de sementes em mata secundária em São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Botânica* **20**:205-220.
- Pivello, V. R., D. J. Petenon, F. Moraes, S. T. Meirelles, M. M. Vidal, R. A. S. Alonso, G. A. D. C. Franco, e J. P. Metzger. 2006. Seed rain in Atlantic forest fragments (São Paulo State, SP, Brazil) with different connectivity, forest structure and distance to edge. *Acta Botanica Brasilica* **20**:845-859.
- Pereira I. M., L. A. de Andrade, J. R. M. Costa e J. M. Dias. 2001. Regeneração natural em um remanescente de Caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no Agreste Paraibano. *Acta botanica brasilica*. **15**(3): 413-426.
- Pereira, M.I., L. A. Andrade, E. V. S. B. Sampaio, e M. R. V. Barbosa. 2003. Use-history effects on structure and Flora of Caatinga. *Biotropica* **35**(2):154–165.
- Reis, A.M., E. L. Araújo, E. M. N. Ferraz, e A. N. Moura. 2006. Inter-annual variations in the floristic and population structure of an herbaceous community of “Caatinga” vegetation in Pernambuco, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* **29**:497-508.
- Sampaio E. V. S. 1995. Overview of the Brazilian caatinga. Pages 35-58 in S. Bullock, H. A. Mooney, e E. Medina editores. *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, New York.
- Sampaio, E. V. S. B., e M. S. B. Araújo. 2005. Desertificação no Nordeste semi-árido. Pages 490-499 in R. J. M. C. Nogueira, E. L. Araújo, L. G. Willadino, U. M. T. Cavalcante, editores. *Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas*. v.1, 1ª edição. Editora Universitária da UFRPE, Recife.

- Santos, J. M. F. F.; Andrade, J. R.; Lima, E. N.; Silva, K. A.; Araújo, E. L. 2007. Dinâmica populacional de uma espécie herbácea em uma área de floresta tropical seca no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*. **5**: 855-857.
- Silva, K. A. 2009. Banco de sementes (lenhosas e herbáceas) e dinâmica de quatro populações herbáceas em uma área da caatinga em Pernambuco. Tese. Universidade Federal do Pernambuco.
- Silva, K. A.; Lima, E. M.; Santos, J. M. F. F.; Andrade, J. R.; Santos, D. M.; Sampaio, E. V. S. B.; Araújo, E. L. 2008a. Dinâmica de gramíneas em uma área de Caatinga de Pernambuco- Brasil. páginas 105-129. In: A. N. Moura; E. L. Araújo; U. P. Albuquerque (Org.) Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos. **v. 1**. Recife: Comunigraf.
- Van der pijl, L. 1982. Principles of dispersal in higher plants. Springer Verlag, New York, 215p.
- Vieira, D. C. M., e S. Gandolf. 2006. Chuva de sementes e regeneração natural sob três espécies arbóreas em uma floresta em processo de restauração. *Revista Brasileira de Botânica* **29**(4):541-554.
- Zimmerman, J. K., J. B. Pascarella, e T. M. Aide. 2000. Barriers to forest regeneration in an abandoned pasture in Puerto Rico. *Restoration Ecology* **8**(4):350–360.
- Zar, J.H. 1996. Biostatistical analysis. Prentice Hall, New Jersey.

Normas para publicação na revista

Restoration Ecology

JOURNALS

Restoration Ecology

THE JOURNAL OF THE SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL



Restoration Ecology

© 2009 Society for Ecological Restoration International

- [Get Sample Copy](#)
- [Recommend to Your Librarian](#)
- [Save journal to My Profile](#)
- [Set E-Mail Alert](#)
- [Email this page](#)
- [Print this page](#)
- [RSS web feed \(What is RSS?\)](#)

Published on behalf of the
Society for Ecological
Restoration International



[Go to Society Site](#)

[Journal Home](#) | [Journal Information](#) | [Society](#) | [News](#)
[Product Information](#) | [Editorial Board](#) | [For Authors](#) | [Advertise](#) | [Online Submission](#)

ISSUE NAVIGATION [Early View](#) | [Current Issue](#) | [2009](#) | [2008](#) | [2007](#) | [2006](#) | [2005](#) | [ALL ISSUES \(1993 - 2009\)](#)

For Authors

Instructions To Authors

Restoration Ecology is a peer-reviewed quarterly journal published for the Society for Ecological Restoration International by Wiley Periodicals, Inc.

The journal publishes research papers, reviews, opinions of readers, and technical reports on all aspects of ecological restoration, defined as assisting the recovery of an ecosystem that has been degraded, damaged, or destroyed (SER Science and Policy Working Group, 2002). Contributions may span the natural sciences, including ecological and biological aspects, as well as restoration of soil, air and water when set in an ecological context; and the social sciences, including cultural, philosophical, political, educational, economic, and historical aspects.

Restoration Ecology will not distinguish between basic and applied research and encourages all contributors to consider both the practical and the more fundamental implications of their work. When case studies are presented they should be used to illustrate broad principles. All ecosystem types are considered including terrestrial, aquatic and marine. In summary, the editors welcome manuscripts including:

- Research papers on restoration and ecological principles that help explain restoration processes,
- Research papers on the socio-ecological aspects of restoration,
- Research papers that document setbacks and surprises encountered during restoration,
- Descriptions of techniques that the author has pioneered and that are likely to be of use to other practicing restorationists,
- Review papers that summarize literature on specialized aspects of restoration,
- Opinion papers, which provide commentary or analysis and may be more speculative than research papers but documented by literature.

Book reviews will be solicited by the Book Review Editor.

Texts of articles should conform to the following limits on length (this does not include abstract, citations, tables, etc.): Research papers: 3,000-5,000 words (6-10 journal pages); Reviews: no more than 5,000 words (10 journal pages); Opinion pieces: no more than 3,000 words (6 journal pages); Short communications: no more than 1,000 words (2 journal pages). Articles longer than the maximum lengths indicated above may be considered for publication under exceptional circumstances but authors need to provide justification for exceeding the length guidelines. Authors submitting excessively long articles will generally be asked to significantly reduce the length prior to review.

Authors should consult recently published issues of the journal to familiarize themselves with style and layout and consider the requirements detailed below.

OnlineOpen

OnlineOpen is an optional pay-to-publish service from Wiley-Blackwell that offers authors whose papers are accepted for publication the opportunity to pay up-front for their manuscript to become open access (i.e. free for all to view and download) via the Wiley InterScience website. Each OnlineOpen article will be subject to a one-off fee of \$3,000 to be met by or on behalf of the Author in advance of publication. Upon online publication, the article (both full-text and PDF versions) will be available to all for viewing and download free of charge. The print version of the article will also be branded as OnlineOpen and will draw attention to the fact that the paper can be downloaded for free via the Wiley InterScience service.

Any authors wishing to send their paper OnlineOpen will be required to complete the [combined payment and copyright license form](#) (Please note this form is for use with OnlineOpen material ONLY.)

Once complete this form should be sent to the Editorial Office along with the rest of the manuscript materials at the time of acceptance or as soon as possible after that (preferably within 24 hours to avoid any delays in processing). Prior to acceptance there is no requirement to inform an Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen if you do not wish to.

The copyright statement for OnlineOpen authors will read:

© [date] The Author(s)
Journal compilation © [date] [Society for Ecological Restoration International]

Submission of Manuscripts

Authors with Internet connections should submit manuscripts, including figures, to the Restoration Ecology submission website (<http://mc.manuscriptcentral.com/rec>). By accessing this website you will be guided stepwise through the creation and uploading of files; the system automatically generates an electronic PDF proof which is used for reviewing. For assistance, contact Scholar One technical support at or email: support@scholarone.com.

All correspondence, including the Editor's decision and request for revisions, will be by e-mail. Any queries should be directed to the Managing Editor, Sue Yates, School of Plant Biology, The University of Western Australia, 35 Stirling Highway, Crawley, WA 6009, Australia, or restoration.ecology@uwa.edu.au. Manuscripts must be in English and submitted exclusively to Restoration Ecology. If accepted, papers become copyright of the Journal and the Society. Authors must give signed consent for publication by submitting a Copyright Assignment Form, but permission to use material elsewhere (e.g., in review articles) will normally be granted on request.

Authors are asked to provide the names of potential referees. Authors should always retain a copy of all material. All text must be double-spaced, with margins of at least 1 1/4". Number all pages. All papers will routinely be copyedited by the publisher, but upon acceptance and final revision authors are to ensure the manuscript conforms to the journal style. http://www.blackwellpublishing.com/pdf/RE_Style_Guide.pdf.

Abstracts

The abstract of research papers, reviews and opinion pieces should be about 250 words and complete without reference to the text. The abstract should state concisely the goals, methods, principal results, and major conclusions of the paper. Key words are required for use by Abstract services.

Text

All text should use only American English spelling. Original data research papers should contain six sections:

- 1) The Introduction should include a literature review and objectives, including how the study specifically addresses restoration objectives or hypotheses;
- 2) The Methods section should include a site description with latitude and longitude if appropriate. A site map should be included only if the information cannot be obtained from a standard atlas, and experimental design maps are published only if the design cannot be sufficiently described in words.
- 3) The Results section should include all results presented as succinctly as possible, and should not have the same data presented in different ways (e.g., both in a table and a figure). The results should be separate from the Discussion.
- 4) The Discussion should cite international literature appropriate to the topic and consider the broader implications of the work (i.e., its relevance in the context of other ecosystem types and/or geographical locations).
- 5) The Conclusion section or paragraph should explain the restoration implications of the study, if not already explicitly addressed in the Discussion.
- 6) A box on 'Implications for Practice' should summarize in dot points and in plain English implications of the work that may interest practitioners. (Please note that this section should not simply provide a dot point summary of the paper or reiterate findings or issues from the paper that do not have implications for practice. Rather the points should highlight how key findings should be used or taken into account for practical purposes.)

Review papers, opinion, or commentary papers are not required to follow a set format, but must be supported by published international literature. These papers should also include a box on 'Implications for Practice', as in (6) above.

Taxonomic Names

For organisms, cite scientific name (in italics) followed by common name in parentheses. If no common name is available, include family name in parentheses. Thereafter, either the scientific name or common name may be cited if used consistently. The genus name can be abbreviated after the first use.

Tables and Figures

Tables must be typed double-spaced, without vertical rules, and should not duplicate material in the text or figures. Brief headings should be placed at the top of all tables. They should be consecutively numbered within the manuscript.

Figures include original drawings and photographs and should be supplied to fit within either a single column or across the full page. All illustrations, including lettering, should be capable of 66 to 50% reduction without loss of clarity or legibility. When possible, show statistical significance directly on tables and figures, to make interpretation easier for readers.

Photographs of research sites are encouraged for inclusion in articles since they are especially relevant in restoration ecology. Color photographs will be printed in black and white unless authors indicate their willingness to pay for color printing; however, there is no charge to authors for color images in the online version. Photographs may be submitted as separate figures or in sets with a narrow white border between each photograph. Figures should be consecutively numbered.

For review purposes embed all figures and tables with the text in a single document whenever possible. Upon acceptance you will be asked to provide all line artwork (vector graphics) as Encapsulated Postscript (EPS) and bitmap files (halftones or photographic images) as Tagged Image Format (TIFF), with a resolution of at least 300 dpi at final size. Do not send native file formats. More detailed information on the submission of electronic artwork will be provided upon acceptance of the manuscript and can be found at <http://www.blackwellpublishing.com/authors/digill.asp>.

All tables and figures must be called out within the text.

Cover Photograph

Authors may submit color photographs not less than 5 x 8 inches with a descriptive legend for possible use for the cover of the Journal. The same illustrations may be used as a figure in the text.

Literature Cited

Only articles that have been published or are 'in press' may be included in the Literature Cited. In the text, unpublished studies should be referred to as such or as a personal communication and should include an affiliation. Example: (R. Davis 1999, Harvard University, Boston, MA, personal communication). References in the text should be inserted in parentheses, in chronological order as follows: (Johnson & Van Cleve 1976; Cairns 1981; Plafkin et al. 1989). The reference list should be in alphabetical order according to first-named author. Papers with two authors should follow those of the first-named author, arranged in alphabetical order according to the name of the second author. Papers with more than two authors should follow in chronological order. All authors' names, dates, title of book or article, publisher and place of publication must be included. Do not use abbreviations. The following are examples:

Keto, J. 1982. Therecovery of Lake Vesijärvi after sewage diversion. *Hydrobiologia* **86**:195-199.

Keto, J., and I. Sammalkorpi. 1988. A fading recovery: a conceptual model for Lake Vesijärvi management and research. *Aqua Fennica* **18**:193-204.

Leverenz, J. W., and D.J. Lev. 1987. Effects of carbon dioxide-induced climate changes in the natural ranges of six major commercial tree species in the western United States. Pages 123-155 in W. E. Shands and J. S. Hoffman, editors. *The greenhouse effect, climate change, and U.S. forests*. The Conservation Foundation, Washington, D.C.

McKneeley, J.A. 1995. The interaction between biological diversity and cultural diversity. International Conference on Indigenous Peoples, Environment, and Development, Zurich, 15-18 May 1995. International Union for the Conservation of Nature, Gland, Switzerland.

Newmark, W. D. 1986. Mammalian richness, colonization and extinction in western North American national parks. Dissertation. University of Michigan, Ann Arbor.

Plafkin, J. L., M. T. Barbour, K. D. Porter, S. K. Gross, and R. M. Hughes. 1989. Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: benthic macro-invertebrates and fish. EPA/444/ 4-89-001. United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C.

Stockwell, C. A., G. C. Bateman, and J. Berger. 1991. Conflicts in national parks: helicopters, big horn sheep, and Grand Canyon. *Biological Conservation*. (In press.)

National Oceanic and Atmospheric Administration, National Climatic Data Center, 2002-2003. URL <http://www.erh.noaa.gov/ilh/climate.htm> [accessed on 13 February 2003]

BE SURE TO CROSS-CHECK ALL REFERENCES CITED IN THE TEXT WITH THOSE LISTED IN LITERATURE CITED BEFORE SUBMITTING THE MANUSCRIPT.

Proofs

Authors are expected to proofread their article promptly and carefully, correcting any printer's errors. Proofs should be returned within 48 hours of receipt. Because changes to typeset text are expensive, authors making excessive changes will be invoiced by the Publisher.

Page Charges (US\$)

There are no page charges for those without institutional or grant support for them. Page charges of \$150 per page will be assessed for those with grants or institutional support for publication costs, \$35 for those with limited support, \$10 per page for those without grant support, but willing to pay at this rate. These charges will be collected by the Publisher. An author's inability to pay will in no way influence whether his or her paper will be accepted for publication. There is a non-waivable \$900 charge per page for color figures.

Offprints

The Publisher will supply the author with a free PDF offprint. A link to an offprint order form will be included with the page proofs, and authors may order hardcopy offprints in lots of 100.

Richard J. Hobbs, Editor-in-Chief
June 2005

[Copyright](#) © 1999-2009 [John Wiley & Sons, Inc.](#) All Rights Reserved.