

CARACTERIZAÇÃO DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO COMO RECURSO PARA RECUPERAÇÃO DE MATA CILIAR EM FLORESTA TROPICAL SAZONAL SECA (CAATINGA)

Lígia Gomes Ferreira de Souza¹; Fernando Henrique de Sena^{1}; Gyslainne Vanderley da Paz¹; Arne Cierjacks² & Jarcilene Silva de Almeida-Cortez¹*

Resumo: A presença de rios sempre foi uma das condições primárias para o estabelecimento de grupos humanos, e as atividades destes grupos têm causado grande empobrecimento ambiental. Na caatinga, onde as características meteorológicas são consideradas extremas e o regime de chuvas é bastante irregular, a vegetação às margens dos rios encontra-se numa situação de perda de biodiversidade. Sendo assim, este estudo teve por objetivo gerar informações que contribuam em futuros projetos de recuperação de matas ciliares em regiões semiáridas através da avaliação do banco de sementes do solo de três localidades submetidas a diferentes usos da terra em uma região de caatinga. Quarenta amostras de solo foram coletadas aleatoriamente em cada área, ao final das estações seca e chuvosa e avaliadas através do método de germinação. Ao final dos experimentos, 23.651 sementes viáveis foram observadas e 80,5% destas, germinaram durante o primeiro mês. Foram encontradas 89 espécies, onde 50 delas foram de herbáceas. As famílias que mais se destacaram foram Poaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Fabaceae e Solanaceae. Maior densidade de sementes ocorreu ao final da estação seca, com a área Preservada apresentando uma densidade 3,7 vezes maior que a Intermediária. O índice de diversidade de Shannon apresentou comportamento decrescente e significativo para as áreas, da estação seca para a chuvosa. Sendo assim, o banco de sementes fornece principalmente espécies pioneiras, existindo uma limitação de espécies pertencentes aos estágios mais avançados.

Palavras-chave: Composição florística, diversidade de espécies, sucessão secundária

INTRODUÇÃO

O banco de sementes, segundo Almeida-Cortez (2004), é o estoque de sementes que são encontradas no solo, ocorrendo desde as camadas mais superficiais a camadas mais profundas e que existem em uma determinada área e em um determinado momento. Este depósito de sementes é formado sob a atuação de um balanço de entradas e saídas, onde as sementes “entram” no banco a partir da chuva de sementes e “saem” devido ao recrutamento (tornando-se parte do banco de plântulas), predação e perda da viabilidade (Leck *et al.*, 1989; Gasparino *et al.*, 2006). Constitui-se em um sistema dinâmico e variável em composição, tempo de vida e significado funcional (Caldato

¹Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Av. Prof. Moraes Rego, 1235 Cidade Universitária, Recife, Pernambuco, CEP: 50670-901, Brasil

²Technische Universität Berlin, Department of Ecology, Ecosystem Science/Plant Ecology, Rothenburgstraße 12, 12165 Berlin, Germany

*Autor Correspondente

et al., 1996; Adams *et al.*, 2005), fazendo com que cada formação florestal apresente características próprias (Jakovac, 2007). Variações na distribuição das chuvas afeta diretamente a produção de frutos e sementes pelas plantas, e estes eventos são significativos em ambientes de climas árido e semiárido (Araújo *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2013). Segundo Costa e Araújo (2003), como as regiões áridas e semiáridas apresentam regime pluviométrico sazonal e irregular é possível que o banco de semente destas regiões se comporte de maneira semelhante aos de ambientes desérticos, ou seja, a chuva que regula a produtividade primária e a distribuição das formas de vida, de modo que influencia a densidade do banco de sementes.

Perturbações promovem mudanças que levam a quebra de dormência de sementes e favorecem o recrutamento de plântulas induzindo à sucessão ecológica local. A forma como este processo irá acontecer é fortemente influenciado pelo uso anterior da terra. Este processo também se apresenta como fortemente idiossincrático, contingente, como também estocástico (Espírito-Santo *et al.*, 2006; Lebrija-Trejos *et al.*, 2010) e dentre os tantos fatores bióticos e abióticos que participam deste processo, o estoque de sementes viáveis presentes no solo é considerado o meio mais efetivo em manter a biodiversidade inicial. Portanto o seu conhecimento se demonstra importante para a percepção da sucessão (Alvarenga *et al.*, 2006) e fornece informações para que técnicas adequadas de recuperação sejam aplicadas.

A presença de cursos d'água sempre foi condição vital para o estabelecimento de grupos humanos e por isso estão fortemente sob o efeito das atividades antrópicas. Por serem áreas consideradas bastante produtivas, a vegetação é suprimida por diferentes motivos, dentre eles, a instalação de atividades agrícolas e pecuárias (Price e Lovett, 2002), levando a perda da diversidade terrestre e aquática, e causando impactos sociais e econômicos (Barbosa, 2006). Isso ocorre porque estas atividades às margens de rios estão relacionadas a um retorno econômico rápido (Nascimento, 2001), o que em zonas rurais carentes e que ainda além, sofrem com a sazonalidade e irregularidade das chuvas, se torna única escolha. As matas ciliares foram intensivamente convertidas em culturas agrícolas e pastagens nos últimos 500 anos, afetando o regime de chuvas e causando o assoreamento de córregos e de grandes rios (Coimbra-Filho e Câmara, 1996).

Por definição, as matas ciliares são florestas que ocorrem contíguas aos cursos d'água e compreendem os componentes terrestres, aquáticos e a interface entre eles (Nascimento, 2001; Maruani, 2009), caracterizando-se como importantes extensões para o fluxo de energia, de matéria e de organismos através da paisagem (Apan *et al.*, 2002; Clopés, 2009; Maruani, 2009). Atuam na proteção dos recursos naturais, absorvendo água das chuvas e evitando enxurradas; na formação de corredores ecológicos e criação de condições para o fluxo gênico; na manutenção da qualidade e na estabilidade térmica da água; na resistência das margens dos rios, evitando a erosão e o assoreamento do leito do rio (Price e Lovett, 2002; Cardoso-Leite *et al.*, 2004). Por estes benefícios que provém e por sua fragilidade (Price e Lovett, 2002), as matas ciliares são declaradas Áreas de Preservação Permanente pelo Código Florestal Brasileiro (Nascimento, 2001) e os infratores podem sofrer penalidade de detenção ou multa, ou os dois (SMA, 2009).

Atividades humanas têm causado grande empobrecimento ambiental da Caatinga (Leal *et al.*, 2005), especialmente na vegetação ciliar que se encontra descaracterizada florística e estruturalmente (Araújo, 2009). A caatinga é um domínio fitogeográfico caracterizado por uma vegetação arbóreo-arbustiva, com grande ocorrência de espinhos, microfilia e aspectos xerofíticos (Leal *et al.*, 2005);

por um regime de chuvas bastante irregular, com 50% - 70% concentrada em três meses consecutivos; por temperatura média anual, níveis de radiação solar e evaporação elevados; e apresenta elevados níveis de endemismo de espécies vegetais (Prado, 2003; Leal *et al.*, 2005; Santos *et al.*, 2011).

A caracterização do banco de sementes é capaz de produzir conhecimento para a criação de políticas e estratégias para a restauração, aumentando as chances de sucesso na recuperação de áreas degradadas (Caldato *et al.*, 1996; Gomma, 2012; Yang e Li, 2013). Portanto, este trabalho teve por objetivo avaliar: (1) composição florística, (2) densidade, (3) riqueza de espécies, diversidade, equitabilidade e similaridade do banco de sementes do solo de três localidades de mata ciliar no semiárido pernambucano submetidas a diferentes históricos de usos da terra e gerar informações que auxiliem futuros projetos de recuperação de matas ciliares em regiões semiáridas

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O trabalho foi desenvolvido em áreas ciliares da caatinga no município de Floresta, Pernambuco. As coletas foram realizadas em três áreas que margeiam braços do rio Pajeú. Área Degradada: caracteriza-se por ser uma área de mata ciliar removida para instalação de agricultura e pastagem. Área Intermediária: caracteriza-se por uma baixa pressão de pastagem. Área Preservada: não apresenta histórico de corte ou grandes perturbações.

Banco de sementes

Amostragem do banco de sementes: Foram coletadas 40 repetições de amostras de solo, aleatoriamente, a partir de uma distância de 10 metros da margem do curso d'água. As amostras foram retiradas com auxílio de um quadrante de área de 0,25 m² a 2,5 cm de profundidade, armazenadas em sacos plásticos e transportados para a UFPE.

Caracterização do banco de sementes: A análise do banco de sementes foi realizada através do método de germinação (Brown, 1992). O solo foi acondicionado em bandejas (29x29x5cm) e por três meses as plântulas emergentes foram contadas e irrigadas diariamente.

Identificação das plântulas: A identificação taxonômica dos espécimes é realizada com o auxílio de bibliografias especializadas, comparações com materiais depositados em herbários e consultas a especialistas, seguindo o sistema de classificação da APG III (2009). Foi calculada a densidade média de sementes (sem.m⁻²) (Baskin e Baskin, 1989), a riqueza de espécies (S), Índice de diversidade de Shannon (H'), e Índice de equitabilidade de Pielou (J') (Gorresio-Roizman, 1993).

Análises Estatísticas: Os dados de densidade média de sementes, H' e J' foram submetidos a uma ANOVA pelo programa Statistica 8.0. As médias foram contrastadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade sempre que foi detectada alguma diferença.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Germinação e Densidade

Nas primeiras quatro semanas de experimento germinaram 72% (5,422), 67,5% (2,290) e 75,9% (2,573) das sementes das áreas Preservada, Intermediária e Degradada, respectivamente. Sementes de espécies herbáceas foram dominantes no banco de sementes. A predominância de indivíduos pertencentes ao estrato herbáceo explica esse tipo de resposta, pois por apresentarem um ciclo de vida mais curto, precisam germinar logo ao início das chuvas, para assegurar uma nova geração de sementes e manter populações viáveis (Costa e Araújo, 2003). Assim, estes indivíduos ganham vantagem em ambientes como o da caatinga, onde a precipitação anual é baixa e bastante irregular (Mamede e Araújo, 2008; Santos *et al.*, 2011). Este padrão de germinação foi visto por Costa e Araújo, 2003 e Mamede e Araújo, 2008, ambos trabalhando com banco de sementes em área de caatinga

Quanto à densidade, a área Preservada apresentou valor 2,2 vezes maior que as outras duas áreas, diferindo estatisticamente de ambas. Intermediária e Degradada apresentaram resultados similares e não diferiram entre si. A densidade total encontrada para a área Preservada foi menor do que encontrado em outros trabalhos de banco de sementes na caatinga. Costa e Araújo (2002) encontraram valor de 807 sem.m⁻², no Ceará. Os dados corroboram Santos *et al.* (2013), que encontraram 753 sem.m⁻² no primeiro ano de observação realizado em área ciliar em Caruaru, Pernambuco. A queda drástica da densidade nas outras duas áreas é um indicativo das consequências das ações antrópicas sobre o banco de sementes.

No banco de sementes foram encontradas 79 espécies, onde 53 ocorreram na área Preservada, 47 na Intermediária e 35 na Degradada. 23 espécies foram encontradas exclusivamente na Preservada, enquanto que 11 foram exclusivas da Intermediária e 6 da Degradada. Até o momento, 46 foram identificadas ao nível de espécie, 9 ao nível de família, 12 ao nível de gênero e 12 em morfoespécies.

Das espécies presentes na Preservada, 68% são de espécies herbáceas, 11,3% são subarbustivas/arbustivas, 1,9% arbóreas e 1,9% lianas. Das 23 famílias encontradas para esta área, Poaceae apresentou maior riqueza de espécies representando 19,6% (n=9), seguida pela Cyperaceae (10,9%; n=5), Fabaceae e Rubiaceae (6,5%; n=3), Amaranthaceae, Asteraceae, Convolvulaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Plantaginaceae, Portulacaceae representando cada uma 4,3% (n=2), Boraginaceae, Cleomaceae, Commelinaceae, Euphorbiaceae, Loasaceae, Loganiaceae, Molluginaceae, Onagraceae, Phyllanthaceae, Phytollaccacea, Solanaceae, Zygophyllaceae representando cada uma 2,2% (n=1). Contudo, a Plantaginaceae (*Stemodia maritima* L.), foi a mais abundante das famílias, com 16,56% dos indivíduos da área Preservada.

Na Intermediária, o estrato herbáceo também foi dominante com 57,4%, o subarbustivo/arbustivo representando 8,5%, o arbóreo 4,25% e lianas 4,25%. As espécies estão distribuídas em 21 famílias, com Poaceae sendo a mais rica em número de espécies representando 17,1% (n=7), seguida pela Cyperaceae (9,8%; n=4), Fabaceae, Rubiaceae e Solanaceae com cada uma representando 7,3% (n=3), Amaranthaceae, Asteraceae, Convolvulaceae, Lamiaceae, Portulacaceae cada uma com 4,9% (n=2) e Boraginaceae, Cactaceae, Euphorbiaceae, Molluginaceae, Onagraceae, Passifloraceae, Plantaginaceae, Phyllanthaceae, Phytollaccacea, Turneraceae, Zygophyllaceae cada uma com 2,4% (n=1).

O banco de sementes da área Degradada é formado por 65,7% de espécies herbáceas, 11,4% de subarborescentes/arborescentes, 5,7% de arbóreas e 2,9% de lianas. As espécies estão distribuídas em 18 famílias, onde a Poaceae também é a mais rica, correspondendo 26,5% (n=9) das espécies da área. Amaranthaceae, Cyperaceae e Rubiaceae aparecem com n=3, representando 8,8%. Seguidas por Euphobiaceae e Fabaceae (5,9%; n=2) e Asteraceae, Boraginaceae, Cactaceae, Cucurbitaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Molluginaceae, Phytollaccacea, Portulacaceae, Solanaceae, Turneraceae, Zygophyllaceae cada uma com 2,9% (n=1). Nesta área, a espécie *Alternanthera tenella* (Amaranthaceae) foi a mais abundante com 12,8%, seguida pela *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae) com 8,9%.

Diversidade, Equitabilidade e Similaridade

Baseado no Índice de diversidade de Shannon, a Preservada apresentou a maior diversidade de espécies ($H' = 1,54$), contudo não diferiu estatisticamente da Degradada, que apresentou um $H' = 1,50$. Para a Intermediária, o H' foi de 1,30 e diferiu estatisticamente da Preservada, mas não da Degradada. Quanto à equitabilidade de Pielou, não existiu diferença estatística entre as três áreas, sendo os valores de $J' = 0,76$; 0,80; e 0,75 para Preservada, Intermediária e Degradada, respectivamente. O índice de diversidade Shannon dá maior peso para espécies raras (Barros, 2007) o que pode explicar os valores semelhantes de H' para Preservada e Degradada, pois esta última área apresentou uma elevada proporção de espécies com poucos indivíduos. Esta alta proporção de espécies raras também colabora para a uniformidade das abundâncias, que eleva a diversidade.

Para avaliar a similaridade entre as áreas em relação à composição de espécies foi calculado o Índice de Jaccard (S_j). Comparando Preservada com Intermediária foi visto que 27 espécies são comuns, 27 encontram-se apenas na primeira área e 20 apenas na segunda, originando uma similaridade de 36%. Para Preservada e Degradada, com 20 espécies em comum, 33 apenas na primeira e 15 na segunda, resultou em uma similaridade de 29%. Já Intermediária e Degradada demonstraram a maior similaridade com 46%, onde 26 espécies foram compartilhadas, 21 ocorrendo apenas na primeira e 9 apenas na segunda.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a criação de estratégias de recuperação ou condução da regeneração natural devem-se conhecer os mecanismos de regeneração e os fatores limitantes de cada ecossistema, pois extrapolar informações de uma região para outra de características diferentes, resultará em um projeto de recuperação ineficiente (Hardwick, *et al.*, 1997). As herbáceas atuam no primeiro estágio do processo de sucessão, pois são capazes de ocupar os espaços abertos da comunidade e assim colonizar o ambiente alterado (Araújo *et al.*, 2004). Seguindo o fluxo do processo sucessional, aos poucos esta vegetação predominantemente herbácea será substituída por espécies de estágios mais avançados. Ao final da análise dos bancos de sementes deste trabalho, foi observado que 74% de todas as espécies encontradas pertenciam ao estrato herbáceo, contudo este resultado pode indicar que o processo sucessional está prejudicado pela falta de sementes de espécies de estágios mais avançados (Costalonga *et al.*, 2006; Neto *et al.*, 2010). Esta falta de sementes de espécies mais tardias do

processo sucessional pode ser resultado da soma da perturbação sofrida nas áreas e pela falta de fontes de sementes na circunvizinhança. Sendo assim, existe a necessidade de adoção de medidas para acelerar ou até mesmo dar continuidade a este processo de sucessão. Primeiramente, as áreas devem ser isoladas dos fatores de perturbação, ou seja, as práticas agropastoris devem ser cessadas na extensão do rio. Como medidas mais intervencionistas, diferentes trabalhos de banco de sementes (Alvarenga *et al.*, 2006; Araújo *et al.*, 2004; Costalonga *et al.*, 2006; Braga *et al.*, 2008; Martins *et al.*, 2008; Neto *et al.*, 2010) sugerem práticas de enriquecimento do banco com sementes de espécies nativas da região, instalação de poleiros artificiais e a sementeira direta de espécies arbóreas nativas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao projeto INNOVATE, pela estrutura. Ao CNPq (PQ-307422/2012-7), a FACEPE (APQ – 0842/2.05/12), CAPES e ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação pelo financiamento. À equipe do Laboratório de Botânica/Herbário Dárdano de Andrade-Lima (IPA – Instituto Agrônômico de Pernambuco) pela ajuda na identificação das espécies e aos proprietários das áreas de estudo que permitiram que o trabalho fosse realizado.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, V. M.; MARSH, D. M.; KNOX, J. S. 2005. Importance of the seed bank for population viability and population monitoring in a threatened wetland herb. *Biological Conservation*, 124; 425–436.
- ALMEIDA-CORTEZ, J.S. 2004. Dispersão e banco de sementes. p. 225-236. In: Ferreira, A.G.; Borghetti, F. (Orgs.). *Germinação do básico ao aplicado*. Porto Alegre, Artmed.
- APAN, A. A.; RAINE, S. R.; Paterson, M. S. (2002). Mapping and analysis of changes in the riparian landscape structure of the Lockyer Valley Catchment, Queensland, Australia. *Landscape and Urban Planning*, 59 (1). pp. 43-57.
- APG III. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 105–121.
- ARAÚJO, G. M. (2009). Matas ciliares da caatinga: florística, processo de germinação e sua importância na restauração de áreas degradadas. *Dissertação* (Mestrado em Botânica) –Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- BARROS, R. S. M. (2007). Medidas de diversidade ecológica. *Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais – PGECOL*. Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Juiz de Fora, MG.

- BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. (1998). *Seeds, ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. New York: Academic Press, p. 230.
- BROWN, D. (1992). Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. *Canadian Journal of Botany*. 70: 1603-1612.
- CALDATO, S. L.; FLOSS, P. A.; CROCE, D. M.; LONGHI, S. J. (1996). Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na Reserva Genética Florestal de Caçado, SC. *Ciência Florestal*, v.6, n.1, p.27-38.
- CLOPÉS, J. M. P. (2009). Evolution of perception of riparian landscapes. *Boletín de la A.G.E.* n 51, p. 429-433.
- COSTA, R. C.; ARAÚJO, F. S. (2002). Densidade, germinação e flora do banco de sementes no solo, no final da estação seco, em uma área de caatinga, Quixadá, CE. *Acta Botanica Brasilica*, p. 259-264.
- GOODSON, J. M.; GURNELL, A. M.; ANGOLD, P. G.; MORRISSEY, I. P. (2001). Riparian seed banks: structure, process and implications for riparian management. *Progress in Physical Geography*, v. 25, p. 301.
- GOMAA, N. H. (2012). Soil seed bank in different habitats of the Eastern Desert of Egypt. *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 19, p. 211–220.
- GORRESIO-ROIZMAN, L. G. (1993). Fitossociologia e dinâmica do banco de sementes de populações arbóreas de floresta secundária em São Paulo, SP. *Dissertação* (Mestrado em Ecologia) - Universidade de São Paulo.
- LEAL, I.R.; SILVA, J. M. C; TABARELLI, M.; LARCHER JR., T.E. (2005). Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. *Megadiversidade* (1): 140-146.
- MARTINS, S. V.; ALMEIDA, D. P.; FERNANDES, L. V.; RIBEIRO, T. M. (2008). Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de Caulim em Brás Pires, MG. *Revista Árvore*, Viçosa-MG , v.32, n.6, p.1081-1088.
- RICHTER, R.; STROMBERG, T. C. (2005). Soil seed banks of two montane riparian areas: implications for restoration. *Biodiversity and Conservation*, v. 14, p. 993–1016.
- SANTOS, D. M.; SILVA, K. A.; ALBUQUERQUE, U. P.; SANTOS, J. M. F. F.; LOPES, C. G. R.; ARAÚJO, E. L. (2013). Can spatial variation and inter-annual variation in precipitation explain the seed density and species richness of the germinable soil seed bank in a tropical dry forest in north-eastern Brazil?. *Flora*, p. 445–452.
- SANTOS, J. C.; LEAL, I. R.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; FERNANDES, G. W.; TABARELLI, M. (2011). Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest. *Tropical Conservation Science* Vol.4 (3), p. 276-286.

SCHMITZ, M. C. (1992). Banco de sementes no solo em áreas do reservatório da UHE Paraibuna. In: Kageyama, P. Y. Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP. *Série IPEF*, Piracicaba, v. 8, n. 25.

SOUZA, A. L. T.; FONSECA, D. G.; LIBÓRIO, R. A.; TANAKA, M. O. (2013). Influence of riparian vegetation and forest structure on the water quality of rural low-order streams in SE Brazil. *Forest Ecology and Management*, 298, p. 12–18.