



Influência do *status* da floresta e da variação sazonal sobre o banco de sementes no semiárido brasileiro

Vanessa Kelly Rodrigues de Araújo^{1*}, Danielle Melo dos Santos¹, Josiene Maria Falcão Fraga dos Santos², Kleber Andrade da Silva³, Diego Nathan do Nascimento Souza¹, Elcida de Lima Araújo⁴

¹Discente do Programa de Pós Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmão, 52171-900 Recife, Pernambuco, Brasil;

²Bolsista de Pós-doutorado em Etnobiologia e Conservação da Natureza, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmão, 52171-900 Recife, Pernambuco, Brasil;

³Docente da Universidade Federal de Pernambuco - Centro Acadêmico de Vitória – Núcleo de Biologia, Rua Alto do Reservatório, s/n, Bela Vista, 55608-680 Vitória de Santo Antão, Pernambuco, Brasil;

⁴Docente do Programa de Pós Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmão, 52171-900 Recife, Pernambuco, Brasil

Resumo

O banco de semente pode auxiliar na regeneração de ecossistemas que sofreram algum tipo de perturbação antrópica. Considerando o histórico de antropização na vegetação da caatinga, objetivou-se estudar a composição florística, riqueza de espécies e número de sementes do banco do solo entre duas áreas de caatinga em diferentes tempos de regeneração em Pernambuco. Foram feitas coletas do solo nos finais das estações seca e chuvosa do ano de 2011 em duas florestas (madura e jovem). A composição florística da floresta jovem foi diferente da madura ($R_{global}=0,667$ e $p=0,006$). Além disso, foi possível observar que o quantitativo de espécies ($H=65,937$; $p=0,0001$) bem como o número de sementes ($H=71,2428$; $p=0,0001$) no banco do solo foi maior na floresta madura em comparação com a jovem. Analisando a variação sazonal, a floresta madura detém o maior número de espécies e o maior número de sementes independente da estação climática. Os resultados desse estudo mostraram que o banco de sementes da floresta madura armazena espécies que não conseguem se estabelecer na floresta jovem. Provavelmente, a germinação dessas sementes depende de determinadas condições, como menor temperatura e maior nível de sombreamento. Além disso, nem sempre o regime de chuvas é regular entre estações climáticas, consequentemente esta irregularidade pode afetar a produção e a dispersão de sementes que chegam ao solo e compõem o banco de sementes.

Palavras-chaves: Composição florística; Emergência de plântulas; Florestas secas

Abstract

Influence the status of forest and seasonal variation on the seed bank in the Brazilian semiarid. The seed bank may help in the regeneration of ecosystems that have suffered some type of human disturbance. Considering the history of anthropogenic vegetation of caatinga aimed to study the floristic composition, species richness and number of soil seed bank between two caatinga areas at different times of regeneration in Pernambuco. Soil samples were taken in the end of the dry and wet seasons of 2011 in both forests (mature and young). The floristic composition of the young forest was different from the mature ($R_{global} = 0.667$ and $p = 0.006$). Moreover, it was observed that the amount of species ($H = 65.937$, $p = 0.0001$) and the seed ($H = 71.2428$, $p = 0.0001$) in the bank soil is higher in mature forest compared with the young. Analyzing seasonal variation, the mature forest has the largest number of species and the highest number of seeds independent of climate station. The results of this study showed that the seed bank of mature forest species that stores could not settle in the young forest. Probably the germination of the seed depends on certain conditions, such as lower temperature and higher level of shading. In addition, not always, the rainfall is between regular seasons; hence, this error may affect the production and dispersal of seeds that reach the ground and up the seed bank.

Keywords: Floristic composition; Dry Forests; Seedling emergence

Artigo recebido 27 junho 2014; aceito para publicação 25 agosto 2014; publicado 24 setembro 2014

¹ *Autor para correspondência: Vanessa Kelly Rodrigues de Araújo. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmão, 52171-900 Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: vanessa.rodriguesdearaujo@gmail.com

Introdução

O banco de sementes compreende o acúmulo de sementes viáveis estocadas no solo desde a superfície até as camadas mais profundas, em uma dada área e em um determinado intervalo de tempo (Roberts e Simpson 1989). O mesmo pode auxiliar na regeneração de ecossistemas que sofreram algum tipo de ação antrópica (Costa e Araújo 2003; Araújo et al. 2011). No entanto, o uso do banco de sementes como um instrumento para a regeneração em áreas alteradas pelo homem é fortemente dependente da capacidade de dormência das sementes para futuros recrutamentos (Chaideftou et al. 2009; Liu et al. 2009).

Um dos ambientes mais afetados pelas pressões antrópicas, através de práticas agropecuárias e extrativismo, são as florestas secas. Para tentar desenvolver mecanismos de regeneração natural e diminuir a perda da biodiversidade nativa destas florestas, muitos estudos têm sido desenvolvidos (Murphy e Lugo 1986; Janzen 1997). Na região semiárida do Brasil, as florestas secas são bem representadas pela vegetação da caatinga, a qual vem sofrendo perda de biodiversidade devido à intensa ação antrópica (Andrade-Lima 1981; Castelleti et al. 2003). Devido a essas intensas práticas humanas, o semiárido brasileiro tornou-se um cenário ideal para o desenvolvimento de estudos que objetivam compreender os impactos ocasionados através destas atividades sobre a resiliência dos ambientes. Por exemplo, os trabalhos de Andrade et al. (2009) e Bezerra et al. (dados não publicados) foram realizados com o propósito de analisar o banco de sementes germináveis de áreas de caatinga que foram modificadas pela ação do homem. Esses trabalhos revelaram que quanto maior o nível de perturbação na área, maior é a redução da riqueza florística e emergência de plântulas nativas. Além disso, foi possível observar nestes trabalhos que a composição florística sofre alterações devido à ação antrópica. Todavia, tais estudos foram realizados em apenas uma estação climática e como a vegetação local sofre forte influência da sazonalidade (Andrade-Lima 1981), supõe-se a necessidade de estudos que considerem também essa característica do ambiente,

visto que muitas sementes de florestas tropicais secas possuem mecanismos de dormência, bem como, herbáceas com germinação de ocorrência intermitente entre estações climáticas (Araújo et al. 2005; Santos et al. 2013a).

Assim, tornam-se necessárias investigações sobre esta temática por um período maior do que seis meses para que possíveis padrões de regeneração possam ser desenvolvidos para auxiliar na restauração de áreas de florestas tropicais secas que sofreram ações antrópicas. Deste modo, ao considerar que a riqueza e composição florística, assim como a densidade de sementes encontradas no banco do solo sofrem alterações após um distúrbio causado por atividades antrópicas, espera-se que florestas secas que sofreram algum tipo de intervenção do homem apresentem composição florística, riqueza de espécies e emergência de plântulas diferentes em relação a florestas que não sofreram nenhum tipo de intervenção antrópica. Além disso, espera-se que tais parâmetros (composição florística, riqueza de espécies e emergência de plântulas) sejam quantitativamente maiores durante o período chuvoso em comparação com o período seco, visto que, a maioria das espécies de florestas tropicais secas torna-se apta a germinar após o início das primeiras chuvas.

Logo, este trabalho teve como objetivo verificar se existe diferença significativa na composição florística e riqueza de espécies, além de avaliar a densidade de sementes germináveis no banco de sementes em uma floresta de caatinga madura e uma floresta jovem em duas estações climáticas consecutivas (seca e chuvosa).

Material e métodos

Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na Estação Experimental José Nilson de Melo pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA (“8°14’18” S e 35°55’20” W, 535 m de altitude), em Caruaru, PE. A área de estudo apresenta uma vegetação classificada como floresta tropical seca e localmente denominada

como caatinga de agreste. Esta região é mais chuvosa, quando comparada a outras caatingas de sertão (Andrade-Lima 1981). O clima da região é sazonal, com precipitação média anual de 710 mm e temperaturas mínima e máxima absolutas de 11° C e 38° C, respectivamente, com temperatura média compensada de 22,7° C (Araújo et al. 2005). A estação chuvosa geralmente ocorre no período entre março até agosto e os demais meses são marcados pela seca. Todavia, podem ocorrer eventuais chuvas na estação seca bem como veranicos na estação chuvosa (Araújo et al. 2005). Neste estudo, a precipitação total registrada durante a estação seca foi de 304,4 mm e na estação chuvosa foi de 726,8 mm. Esta sazonalidade determina a deciduidade da flora lenhosa durante a estação seca e visibilidade das ervas terófitas apenas na estação chuvosa.

A estação experimental do IPA ocupa uma área de 190 ha e foi criada com a finalidade principal de desenvolver atividades de pesquisas voltadas para agricultura e pecuária. Antes dessas atividades de pesquisa, a área era ocupada por uma única mancha de vegetação natural de caatinga, mas hoje a vegetação nativa encontra-se reduzida a um fragmento com cerca de 20 ha (Alcoforado-Filho 2003). Este fragmento é considerado preservado por não ser permitido o trânsito de animais domésticos e a retirada da vegetação lenhosa há aproximadamente 50 anos. Neste estudo, este fragmento será chamado de floresta madura.

Margeando a floresta madura existe um trecho de aproximadamente 3 ha que inicialmente era uma área contínua da floresta madura, no entanto, em 1994 esse trecho teve a vegetação removida através de corte raso para o estabelecimento de plantio de palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill.). Não houve queima da vegetação após corte e não foi utilizado fertilizante e nem esterco de curral durante o período do cultivo. Cerca de seis meses após o plantio, a cultura da palma gigante foi abandonada e, há aproximadamente 17 anos, a vegetação vem se regenerando naturalmente. Essa regeneração vem ocorrendo através da entrada de diásporos dos fragmentos próximos, da germinação de sementes do banco do solo (Mendes et al.

dados não publicados) e por rebrotamento de árvores cortadas (Lopes et al. 2012). Este fragmento de vegetação será chamado neste estudo de floresta jovem. Atualmente essa área possui alguns indivíduos de plantas lenhosas adultas, em fase reprodutiva e com copa bem desenvolvida, todavia a fitofisionomia dessa área assemelha-se a uma floresta de caatinga nos primeiros estágios iniciais da sucessão, com manchas ocupadas por diferentes indivíduos jovens, sendo as espécies herbáceas mais dominantes que as lenhosas (Lopes et al. 2012; Santos et al. 2013b).

Amostragens do banco de sementes

Tanto na floresta madura quanto na floresta jovem foram fixadas 105 parcelas de 1x1 m para monitoramento da dinâmica do componente herbáceo (Reis et al. 2006; Santos et al. 2013b). Ao lado de cada parcela foi coletada uma amostra de solo nos finais das estações climáticas (chuvosa e seca) de 2011, totalizando 210 amostras em cada estação. As amostras de solo foram coletadas com moldes confeccionadas com chapa galvanizada de 20x20 cm à profundidade de 0–5 cm. Além do solo, também foi coletada a camada de serrapilheira presente na superfície desse solo, seguindo a metodologia adotada na maioria dos estudos sobre o banco de sementes do solo (Yu et al. 2008; Quevedo-Robledo et al. 2009; Santos et al. 2013a). Todas as amostras foram acondicionadas, individualmente, em sacos plásticos, com etiquetas indicando o número da parcela e a área de coleta (floresta madura ou jovem).

Cada amostra coletada foi distribuída em bandejas de isopor (20x38x3 cm) em casa de vegetação situada na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), coberta com telhas de fibra e protegida ao redor com tela de nylon de malha de 1 mm, sob temperatura ambiente (em torno de 28°C). As bandejas foram dispostas de forma aleatória sobre as bancadas da casa de vegetação e, além disso, foram feitas bandejas controle com solo esterilizado em autoclave, distribuído entre as bandejas com solo das florestas.

Durante seis meses consecutivos, as amostras de solo foram monitoradas e irrigadas diariamente. As plântulas

emergentes dessas amostras foram contadas, etiquetadas com placas confeccionadas com palito de dente e papel couché, anotando-se nessa placa, a sequência do indivíduo germinado. Após a emergência da plântula e identificação taxonômica, os indivíduos foram retirados da amostra. As espécies não identificadas, de ervas terófitas, foram transplantadas para sacos de polietileno e monitoradas até obtenção de material reprodutivo, para identificação taxonômica correta. Os indivíduos não identificados pertencentes a outros hábitos foram classificados como morfoespécies. Para auxiliar a identificação, foram realizadas consultas em literatura específica e comparações com exsicatas depositadas nos herbários Prof. Vasconcelos Sobrinho (PEUFR) e Dárdano de Andrade Lima (IPA), além de visitas ao site <http://www.tropicos.org> e auxílio de especialistas.

A determinação da densidade de sementes foi realizada pelo método de emergência de plântulas, sendo expressa por metro quadrado (Baskin e Baskin 1989; Caballero et al. 2003; Hegazy et al. 2009; Ne'eman e Izhaki 2009; Santos et al. 2013a).

Análises do banco de sementes

A composição florística das florestas (madura e jovem) foi comparada entre estações climáticas através da Análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS), utilizando a matriz de dissimilaridade Bray-Curtis, com base no número de indivíduos por espécie nas 105 unidades amostrais de cada área de estudo. O ANOSIM foi utilizado para verificar a significância do agrupamento formado no NMDS. Para as análises do NMDS e

ANOSIM foi utilizado o programa Primer versão 6.1.6 (Clarke e Gorley 2006).

Diferenças na riqueza de espécies e no número de sementes entre florestas (madura e jovem) e entre estações climáticas (chuvosa e seca) foram avaliadas pelo teste Kruskal-Wallis com o teste a posteriori de Student-Newman-Keuls. A análise do Kruskal-Wallis foi realizada com auxílio do programa bioestat 5.0.

Resultados

Riqueza e composição florística

Na floresta madura a flora do banco de sementes esteve representada por 30 famílias, 53 gêneros e 88 espécies. Destas, sete foram identificadas apenas até o nível de família, oito ao nível de gênero e 13 foram identificadas como morfoespécies (Tabela 1). Na floresta jovem, a flora do banco de sementes foi representada por 24 famílias, 43 gêneros e 60 espécies. Das quais, seis foram identificadas ao nível de família, oito ao nível de gênero e sete como morfoespécies (Tabela 1).

Analisando a riqueza florística em cada estação climática foi possível observar que na floresta madura, durante a estação seca, a flora do banco de sementes esteve representada por 24 famílias, 37 gêneros e 50 espécies. Enquanto, durante o período chuvoso o banco de sementes dessa floresta apresentou 30 famílias, 46 gêneros e 71 espécies (Tabela 1). Em relação à floresta jovem, a flora do banco de sementes, durante a estação seca, foi representada por 21 famílias, 37 gêneros e 39 espécies. Enquanto no período chuvoso contabilizaram-se 17 famílias, 34 gêneros e 45 espécies (Tabela 1).

Tabela 1. Composição florística e número de sementes germinadas por espécie e estações climáticas coletadas no banco de sementes do solo de uma floresta madura e de uma jovem na caatinga no município de Caruaru, PE. Háb = hábito; Er = erva; Arv = árvore; Arb = arbusto; Pte = Pteridófita; FM = floresta madura; FJ = floresta jovem.

Família/espécie	Háb	Seca		Chuvosa	
		FM	FJ	FM	FJ
Acanthaceae					
<i>Ruellia</i> sp.1	Arb	12	8	4	33
Família/espécie	Háb	Seca		Chuvosa	

		FM	FJ	FM	FJ
Amaranthaceae					
<i>Alternanthera brasiliiana</i> (L.) Kuntze	Er	1	-	-	-
<i>Gomphrena vaga</i> Mart	Er	6	-	4	-
Amarillydaceae					
<i>Hippeastrum</i> sp.1	Er	1	14	4	4
Anacardiaceae					
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Arv	4	-	9	-
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	Arv	3	-	4	-
Apocinaceae					
<i>Aspidosperma pyriformium</i> Mart.	Arv	-	-	1	-
Asteraceae					
<i>Bidens bipinnata</i> L.	Er	-	2	-	-
<i>Blainvillea acmella</i> (L.) Philipson	Er	-	5	-	-
<i>Delilia biflora</i> (L.) Kuntze	Er	3	65	5	14
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	Er	4	-	-	2
<i>Gnaphalium spicatum</i> Mill.	Er	2	1	4	9
<i>Gnaphalium</i> sp.1	Er	-	-	5	1
Bignoniaceae					
Bignoniaceae sp.1		-	-	2	-
Begoniaceae					
<i>Begonia reniformis</i> Dryand.	Er	93	-	104	-
Boraginaceae					
<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray	Er	26	211	1	24
Cactaceae					
Cactaceae sp.1	Arb	10	-	9	-
Cactaceae					
Cactaceae sp.2	Arb	2	-	7	-
Capparaceae					
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) J. Presl.	Arv	-	1	2	-
Cleomaceae					
<i>Cleome spinosa</i> Jacq.	Er	1	-	1	-
Commelinaceae					
<i>Callisia repens</i> (Jacq.) L.	Er	12	5	6	3
<i>Commelina obliqua</i> Vahl	Er	4	-	4	2
Commelinaceae sp.1	Er	-	1	-	-
Convolvulaceae					
<i>Evolvulus filipis</i> Mart.	Er	-	6	-	-
<i>Ipomoea</i> sp.1	Er	2	2	1	-
<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	Er	-	-	1	-
Cyperaceae					
<i>Cyperus</i> sp.1	Er	-	-	16	7
<i>Cyperus uncinulatus</i> Schrad. ex Nees	Er	9	5	17	4
<i>Rhynchosphora contracta</i> (Nees) J. Raynal	Er	-	-	1	-
Dioscoreaceae					
<i>Dioscorea coronata</i> Hauman	Er	1	-	13	-
<i>Dioscorea polygonoides</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Er	-	-	4	-
Euphorbiaceae					
<i>Acalypha multicaulis</i> Müll. Arg.	Er	1	-	10	-
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small.	Er	1	4	-	-
<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.	Er	-	-	-	13
<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur	Arb	3	-	2	-
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Arv	-	9	46	13
Família/espécie	Háb	Seca		Chuvosa	

		FM	FJ	FM	FJ
<i>Croton glandulosus</i> L.	Arb	-	-	-	1
<i>Croton rhamnifolius</i> Willd.	Arv	-	1	4	1
<i>Dalechampia scandens</i> L.	Er	1	5	-	9
<i>Euphorbia insulana</i> Vell.	Er	-	-	2	3
Euphorbiaceae sp.1	Er	-	-	1	-
Euphorbiaceae					
<i>Tragia volubilis</i> L.	Er	-	-	3	-
Fabaceae					
<i>Acacia paniculata</i> Willd.	Arv	15	3	10	-
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Arv	-	-	1	4
<i>Chaetocalyx longiflora</i> Benth. Ex A. Gray	Er	1	6	-	-
<i>Chamaecrista rotundifolia</i> (Pers.) Greene	Er	-	-	1	2
<i>Desmodium glabrum</i> (Mill.) DC.	Er	1	10	-	12
<i>Phaseolus peduncularis</i> Kunth	Er	16	10	23	-
<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	Er	-	-	-	1
<i>Vigna</i> sp.1	Er	-	6	-	2
Malvaceae					
<i>Corchorus hirtus</i> L.	Er	-	-	3	-
<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky	Er	-	2	-	-
Malvaceae sp.1	Er	4	-	-	-
<i>Pseudabutilon spicatum</i> (Kunth) R.E. Fr.	Er	4	-	1	-
<i>Physalastrum stoloniferum</i> (Salzm.) H. C. Monteiro	Er	-	-	4	-
Mimosaceae					
Mimosaceae sp.1	Arv	-	-	5	2
Mimosaceae sp.2	Arv	-	-	-	1
Molluginaceae					
<i>Mollugo verticillata</i> L.	Er	3	1	2	1
Moraceae					
<i>Dorstenia asaroides</i> Hook.	Er	19	1	-	-
Oxalidaceae					
<i>Oxalis euphorbioides</i> A. St.-Hil	Er	-	1	2	1
<i>Oxalis cratensis</i> Oliver var. <i>cratensis</i>	Er	-	-	-	1
<i>Oxalis corniculata</i> L.	Er	-	-	7	-
Phyllanthaceae					
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Er	-	-	1	-
<i>Phyllanthus</i> sp.1	Er	-	-	24	1
Plantaginaceae					
<i>Scoparia dulcis</i> L.	Er	1	2	3	-
Poaceae					
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Er	1	-	1	-
<i>Digitaria</i> sp.1	Er	-	-	-	2
<i>Panicum trichoides</i> Sw.	Er	106	8	136	24
<i>Panicum venezuelae</i> Hack.	Er	78	1	118	3
<i>Pappophorum pappiferum</i> (Lam.) Kuntze	Er	3	17	-	-
Poaceae sp.1	Er	5	20	4	3
Poaceae sp.2	Er	-	-	1	61
Poaceae sp.3	Er	-	-	-	10
<i>Urochloa maxima</i> (Jacq.) R.D. Webster	Er	-	-	-	8
Rubiaceae					
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.	Er	-	-	8	-
Família/espécie	Háb	Seca		Chuvosa	

		FM	FJ	FM	FJ
Sapindaceae					
<i>Serjania</i> sp.1	Er	1	1	1	1
Sellaginaceae					
<i>Sellaginella sulcata</i> (Desv. ex Poir.) Spring ex Mart	Pte	1	2	-	-
Solanaceae					
<i>Solanum americanum</i> Mill.	Er	10	-	3	1
<i>Solanum paniculatum</i> L.	Arb	7	-	-	-
Talinaceae					
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	Er	1	-	9	-
<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd.	Er	19	1	23	-
<i>Talinum</i> sp.1	Er	-	-	17	2
Urticaceae					
<i>Pilea hyalina</i> Fenzl	Er	1501	85	863	15
Verbenaceae					
<i>Lippia americana</i> L.	Arb	-	1	-	7
Morfoespécie 2		-	2	2	-
Morfoespécie 9		1	-	9	-
Morfoespécie 10		1	-	-	-
Morfoespécie 11		1	2	2	-
Morfoespécie 12		2	-	-	-
Morfoespécie 13		1	-	-	-
Morfoespécie 14		2	-	-	-
Morfoespécie 15		-	-	1	-
Morfoespécie 16		-	-	4	-
Morfoespécie 17		-	-	2	-
Morfoespécie 18		-	-	1	2
Morfoespécie 19		-	-	1	-
Morfoespécie 20		-	-	1	-
Morfoespécie 22		-	-	2	-
Morfoespécie 23		-	-	3	-
Morfoespécie 24		-	-	14	56
Morfoespécie 25		-	-	-	1
Morfoespécie 26		-	-	-	1
Morfoespécie 27		-	-	-	1

A riqueza de espécies encontrada no banco de sementes germinável foi significativamente maior na floresta madura em comparação com a floresta jovem ($H=65,937$; $p=0,0001$). Além disso, analisando a riqueza de espécies por estação climática, também foi possível observar que tanto na estação seca ($H=26,7657$; $p=0,0001$) como na chuvosa ($H=47,0254$; $p=0,0001$) o número de espécies foi maior na floresta madura do que na floresta jovem.

As famílias que apresentaram o maior número de espécies na floresta madura, independente das estações climáticas, foram Euphorbiaceae (nove espécies), Fabaceae (seis), Poaceae (seis) e Asteraceae (quatro) e as espécies que se

destacaram com maior número de indivíduos foram *Pilea hyalina* (2364 indivíduos), *Panicum trichoides* (242), *Begonia reniformis* (197), *Panicum venezuelae* (196), *Croton blanchetianus* (46) e *Heliotropium angiospermum* (27) (Tabela 1).

As famílias mais representativas na floresta jovem foram semelhantes as da floresta madura: Fabaceae (oito espécies), Poaceae (sete), Asteraceae (seis) e Euphorbiaceae (seis). Já as espécies que se destacaram com maior número de indivíduos foram *Heliotropium angiospermum* (235 indivíduos), *Pilea hyalina* (100), *Delilia biflora* (79), Poaceae sp2 (61), *Ruellia* sp.1 (41), *Panicum*

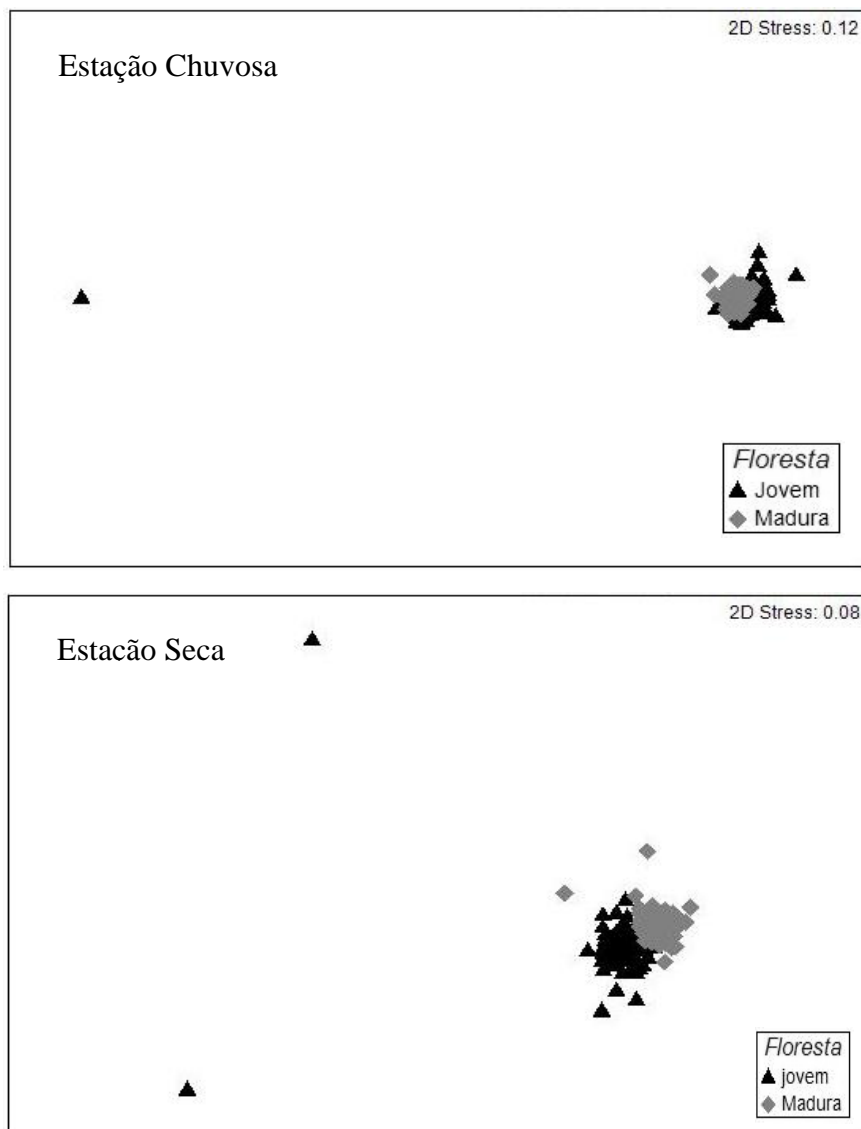


Figura 2. Ordenação formada após análise de Escalonamento Multidimensional (NMDS) das espécies germinadas no banco de sementes germináveis do solo em áreas de floresta jovem e madura, para cada estação climática (chuvosa e seca), com base na riqueza de espécies por área. Os símbolos no gráfico representam as amostras de solo e suas respectivas espécies germinadas.

Tabela 2. Média e Desvio padrão do número de sementes emergidas no banco do solo nas estações climáticas (seca e chuvosa) em florestas madura e jovem de caatinga no município de Caruaru, PE.

Estação climática	Área	
	Floresta Madura	Floresta Jovem
Seca	19±1,4a	5±0,7b
Chuvosa	13±7,0a	3±0,0b
Total	32±8,4a	8±0,7b

A floresta madura deteve o maior número de sementes em comparação com a floresta jovem ($H=71,2428$; $p=0,0001$). Considerando a densidade de sementes nas estações climáticas também foi possível analisar que tanto na estação seca ($H=29,2345$; $p=0,0001$) como na estação chuvosa ($H=61,4042$; $p=0,0001$) o número de sementes foi maior na floresta madura do que na floresta jovem.

Discussão

Composição e riqueza florística

A composição e riqueza florística do banco de sementes nas florestas guardam informações sobre os processos antrópicos e naturais que ocorrem acima do solo (Teketay 1997; Chaideftou et al. 2009; Tessema et al. 2012). Isso porque tanto as intervenções antrópicas, como por exemplo, remoção da vegetação para uso da área como pastagem (Waissea e Teketay 2006; Kassahun et al. 2009; Tessema et al. 2012) ou agricultura (Teketay 1997; Wang et al. 2009) ou mesmo variações bruscas na quantidade de chuva é capaz de refletir diretamente sobre as características da vegetação. Dependendo da intensidade e duração dessas ações, o banco de sementes do solo pode também ser influenciado (Costa e Araújo 2003; Peters 2002; Santos et al. 2010). Os resultados desse estudo mostraram que o banco de sementes da floresta madura armazenava algumas espécies exclusivas. Provavelmente, o sucesso na germinação dessas sementes depende de determinadas condições, como menor temperatura, maior nível de sombreamento, menor taxa de evaporação e ainda, condições específicas de estabelecimento como, por exemplo, um solo rochoso ou um de área ciliar (Caballero et al. 2003; Ma et al. 2006; Santos et al. 2013a). Apesar dessas características microambientais não terem sido mensuradas neste estudo, sabe-se que essas condições são compatíveis com as de uma floresta madura.

Por outro lado, o solo da floresta jovem também deteve germinação de espécies exclusivas e isso também pode ter sido favorecido pelas características apresentadas nessa floresta. Uma floresta

num estágio jovem apresenta desafios mais intensos, como maior competição por espaço, predadores com atuação mais intensa, além disso, o sol atinge diretamente o solo porque ainda não existe um dossel completamente formado que filtre os raios solares, bem como a água da chuva exerce impacto diretamente sobre o mesmo, o que pode carrear muitas sementes ou mesmo nutrientes necessários a sua germinação e a taxa de evaporação, geralmente é maior (Bertiller e Coronato 1994).

Considerando a variação sazonal dessas florestas, também houve uma mudança em termo de composição e riqueza em cada área, mas esse fato pode ser explicado pelas diferenças nas necessidades hídricas que variam a depender da espécie (Bertiller e Coronato 1994; García-Fayos e Verdú 1998; Winton et al. 2000). Algumas sementes que ficam armazenadas no solo durante a estação chuvosa são produzidas e lançadas dentro da mesma estação (Bertiller e Coronato 1994; García-Fayos e Verdú 1998; Winton et al. 2000), principalmente as herbáceas que representaram o hábito da maioria das sementes presentes nesse período na área estudada. No geral, a água é a principal responsável pela quebra de sua dormência (Facelli et al. 2005; Santos et al. 2010; Winton et al. 2000), assim, como elas formam o banco de sementes da estação chuvosa, dão continuidade ao ritmo biológico dentro da vegetação.

Densidade de sementes

Florestas jovens, normalmente possuem uma elevada densidade de sementes e também de indivíduos germinados quando comparada a florestas em estágios mais avançados de regeneração (Senbeta e Teketay 2002; Waissea e Teketay 2006; Wang et al. 2009) e normalmente esses indivíduos são representados por espécies herbáceas que garantem uma ocupação horizontal do solo de forma mais rápida (Senbeta e Teketay 2002; Waissea e Teketay 2006; Wang et al. 2009 Santos et al. 2010; Tessema et al. 2012). Com isso, essas espécies que possuem a capacidade de produzir uma elevada quantidade de sementes que são dispersas sobre o solo, garantem a cobertura

vegetal minimizando os impactos ocasionados diretamente sobre os solos desprovidos de vegetação.

No entanto, em um estudo realizado em uma floresta tropical seca na China, foi constatado que quanto maior o tempo de regeneração maior o número de sementes encontradas no banco do solo, revelando uma relação direta entre o número de sementes no solo com o tempo de regeneração da floresta (Liu et al. 2009). No presente trabalho a floresta madura deteve o maior número de sementes germinadas em comparação com a floresta jovem. Provavelmente, a densidade e número de sementes é um atributo que não depende somente do nível de antropização de uma floresta, mas também do tipo de intervenção antrópica que sofreu, bem como sua intensidade. Por exemplo, em uma floresta em regeneração natural com histórico de pastagem, o número de sementes no solo tende a diminuir com o aumento do nível de degradação (Kassahun et al. 2009). Durante a pastagem, o solo é submetido a pisoteio constante que vai compactando o solo e ao mesmo tempo removendo as camadas inferiores até as superiores, trazendo com elas as sementes armazenadas nas camadas mais inferiores. Nesse processo, as sementes acabam sendo danificadas e conseqüentemente não têm sucesso para recolonizarem a área.

Talvez, o número de sementes armazenada no solo seja menor na floresta jovem porque nesta área, o banco de sementes é transitório, assim imediatamente após a dispersão, as mesmas germinam, impedindo a formação de um banco permanente (García-Fayos e Verdú 1998; Almeida-Cortez 2004). Nas florestas secas em regeneração, os processos naturais como germinação, aumento de biomassa, floração, frutificação e dispersão são mais intensos, logo, acredita-se que a velocidade desses processos tenha refletido na capacidade de formação de um banco permanente.

Além da influência das diferenças no *status* das florestas, a sazonalidade climática também foi importante sobre a densidade do banco de sementes, pois tanto na floresta madura como na jovem, o número de sementes foi maior na estação chuvosa. Este resultado seguiu a tendência

do que vem sendo registrado sobre a densidade de plantas de hábito herbáceo nas florestas tropicais secas (Chaideftou et al. 2009; Wang et al. 2009; Santos et al. 2010; Tessema et al. 2012; Santos et al. 2013a). Após as primeiras chuvas, ocorre uma elevada taxa de recrutamento de sementes a plântulas, principalmente herbáceas (Santos et al. 2013a), e as plantas lenhosas, voltam a produzir folhas, florescerem, frutificarem e dispersarem seus diásporos que chegam ao solo (Alcoforado-Filho 2003). Uma parte destes diásporos germina e/ou é predado e outra parte compõe o banco de sementes do solo.

No entanto, não se pode afirmar, com os resultados desse estudo, que este comportamento seja um padrão para a vegetação de florestas do tipo caatinga, pois a análise foi realizada considerando apenas duas estações climáticas consecutivas (seca e chuvosa). Isso porque o número de sementes que chega ao solo também depende da intensidade e duração do período chuvoso (Peters 2002; Costa e Araújo 2003; López 2003; Facelli et al. 2005; Santos et al. 2010; Santos et al. 2013a). Estudos conduzidos em ambiente semiárido do Brasil mostraram que nem sempre ocorrem diferenças sazonais na densidade de sementes depositadas no solo, pois eventos erráticos, caracterizados por ocorrência de chuvas na estação seca ou por ocorrência de seca na estação chuvosa, podem induzir redução na densidade de sementes, além disso, a densidade pode ser explicada em função dos totais de chuvas de anos anteriores e não está relacionada com as chuvas do ano corrente (Silva et al. 2013).

Por isso, vale salientar alguns aspectos importantes que devem ser considerados e avaliados em trabalhos futuros, como por exemplo: 1) o fato de a maioria das sementes germinadas no banco de florestas madura ou jovem corresponde a herbáceas; 2) as respostas em termos de riqueza, composição e número de sementes armazenadas no solo pode variar dependendo do tipo e intensidade de interferência antrópica; 3) em ambientes tropicais secos as variações nos totais de precipitação entre anos pode afetar diretamente o número de sementes depositadas no solo; e 4) eventos naturais,

considerados erráticos na caatinga podem refletir na riqueza e densidade de sementes.

Conclusão

Apesar dos processos que direcionam a regeneração natural das florestas em diferentes *status* de conservação ser semelhantes, entender como as diferenças na intensidade afetam essa regeneração pode ser a chave para a elucidação desse cenário. Além disso, nem sempre o regime de chuvas é regular entre estações e nem entre anos, consequentemente esta irregularidade pode afetar a produção e a dispersão de sementes que chegam ao solo e compõem o banco de sementes, assim, investigações que considerem um tempo maior tornam-se necessário.

Agradecimentos

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, a Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA pelo apoio logístico e concessão da área de pesquisa, aos amigos do Laboratório de Ecologia Vegetal de Ecossistemas Naturais - LEVEN/UFRPE, pelo apoio e ao CNPq pela concessão da bolsa de pesquisa à iniciação científica (PIC) e apoio financeiro: processo CNPq – 477239/2009-9.

Referências

- ALCOFORADO-FILHO FG, SAMPAIO EVSB, RODAL MJN. 2003. Florística fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru. *Acta Botanica Brasilica* 17 (2): 287-303.
- ALMEIDA-CORTEZ JS. 2004. Dispersão e banco de sementes. In: A. G. FERREIRA, F. BORGHETTI (Eds.), *Germinação: do básico ao aplicado* Porto Alegre: Artmed. pp. 225-235.
- ANDRADE-LIMA D. 1981. The caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica*, 4, pp. 149-153.
- ANDRADE MVM, ANDRADE AP, SILVA DS, BRUNO RLA, GUEDES DS. 2009. Levantamento florístico e estrutura fitossociológica do estrto herbáceo e subarbustivo da caatinga no cariri paraibano. *Revista Caatinga* 22 (1): 229-237.
- ARAÚJO EL, SILVA KA, FERRAZ EMN, SAMPAIO EVSB, SILVA SI. 2005. Diversidade de herbáceas em microhabitats rochoso, plano e ciliar em uma área de caatinga, Caruaru-PE. *Acta Botanica Brasilica* 19 (2): 285-294.
- ARAÚJO VKR, SANTOS, DM, ARAÚJO EL. 2011. Análise da riqueza e composição de espécies no banco de sementes em uma área de floresta tropical seca (caatinga) após simulação de um período de seca. In: G. SEABRA, I. MENDONÇA (Orgs.). *Educação ambiental: Responsabilidade para a conservação da sociobiodiversidade*. João Pessoa: Universitária da UFPB pp. 84-91.
- BASKIN CC, BASKIN JM. 1989. Seeds, ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. In: AM. LECK, TV. PARKER, LR. SIMPSON (Eds.). *Ecology of soil seed banks*. New York: Academic Press pp. 53-67.
- BERTILLER BM, CORONATO F. 1994. Seed bank patterns of *Festuca pallescens* in semiarid Patagonia (Argentina): a possible limit to bunch reestablishment. *Biodiversity and Conservation* 57-67.
- CABALLERO I, OLANO JM, LOIDI J, ESCUDERO A. 2003. Seed bank structure along a semi-arid gypsum gradient in central Spain. *Journal of Environments* 55: 287-299.
- CASTELLETTI CHM, SILVA JMC, TABARELLI M, SANTOS AMM. 2003. Quanto ainda resta da caatinga? Uma estimativa preliminar. In: I.R. LEAL, M. TABARELLI, J.M.C. SILVA (Eds.), *Ecologia e conservação da caatinga*. Recife: Ed. Universitária da UFPE pp. 92-100.
- CHAIDEFTOU E, THANOS CA, BERGNEIER E, KALLIMANIS A, DIMOPOULOS P. 2009. Seed bank composition and above-ground vegetation in response to grazing in sub-mediterranean oak forests (NW Greece). *Plant Ecology* 201 (1): 255-265.
- CLARKE KR, GORLEY RN. 2006. *Primer v6: user manual/tutorial*. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.
- COSTA RC, ARAÚJO FS. 2003. Densidade, germinação e flora do banco de sementes

- do solo no final da estação seca, em uma área de caatinga, Quixadá, CE. *Acta Botanica Brasilica* 17 (2): 259-264.
- FACELLI JM. CHESSON P. BARNES N. 2005. Differences in seed biology of annual plants in arid lands: a key ingredient of the storage effect. *Ecology* 86 (11): 2998-3006.
- GARCÍA-FAYOS P. VERDÚ M. 1998. Soil seed bank factors controlling germination and establishment of a Mediterranean shrub: *Pistacia lentiscus* L. *Acta Oecologica* 19 (4): 357-366.
- HEGAZY AK. HAMMOUDA O. LOVETT-DOUST J. GOMAA NH. 2009. Variations of the germinable soil seed bank along the altitudinal gradient in the northwestern Red Sea region. *Acta Ecologica Sinica* 29 (1): 20-29.
- JANZEN A. 1997. Terrestrial invertebrate community structure as an indicator of the success of a tropical rain forest restoration project. *Restoration Ecology* 5 (2): 115-124.
- KASSAHUN A. SNYMAN HA. SMIT GN. 2009. Soil seed bank evaluation along a degradation gradient in arid rangelands of the Somali region, eastern Ethiopia. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 129: 428-436.
- LIU W. ZHANG Q. LIU G. 2009. Seed banks of a river-reservoir wetland system and their implications for vegetation development. *Aquatic Botany* 90 (1): 7-12.
- LÓPEZ R.P. 2003. Soil seed bank in the semi-arid Prepuna of Bolivia. *Plant Ecology* 168 (1): 85-92.
- LOPES CGR. FERRAZ EMN. CASTRO CC. LIMA EN. SANTOS JMFF. 2012. Forest succession and distance from preserved patches in the Brazilian semiarid region. *Forest Ecology and Management* 271: 115-123.
- MA, JY. REN J. WANG G. CHEN FH. 2006. Influence of different microhabitats and stand age on viable soil seed banks of sand-stabilising species. *South African Journal of Botany* 72: 46-50.
- MURPHY PG. LUGO AE. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17 (1): 67-88.
- NE'EMAN G. IZHAKI I. 2009. The effect of stand age and microhabitat on soil seed banks in Mediterranean Aleppo pine forests after fire. *Plant Ecology* 144 (1): 115-125.
- PETERS DPC. 2002. Plant species dominance at a grassland-Shrubland ecotone: and individual-based gap dynamics model of herbaceous and species woody. *Ecological Modeling* 152 (1): 5-32.
- QUEVEDO-ROBLEDO L. PUCHETA E. RIBAS-FERNANDÉZ Y. 2009. Influences of interyear rainfall variability and microhabitat on the germinable seed bank of annual plants in a Sandy Monte Desert. *Journal of Arid Environments* 74 (1): 167-172.
- REIS AM. ARAÚJO EL. FERRAZ EMN. MOURA AN. 2006. Inter-annual variations in the floristic and population structure of a herbaceous community of "caatinga" vegetation in Pernambuco, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 29 (3): 497-508.
- ROBERTS HA. SIMPSON R. 1989. Seed banks: general concepts and methodological issues. In: M.A. LECK, T.V. PARKER, and R.L.A.F. SIMPSON. (Eds.) *Ecology of soil seed banks*. San Diego: Academic Press pp. 3-7.
- SANTOS DM. SILVA KA. ALBUQUERQUE UP. SANTOS JMFF. LOPES CGR. ARAÚJO EL. (2013a). 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 northeastern Brazil?. *Flora* 208 (1): 445-452.
- SANTOS JMFF. SANTOS DM. Lopes CG. Silva KA. Sampaio EV. Araújo EL. 2013b. Natural regeneration of the herbaceous community in a semiarid region in Northeastern Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment* 185 (10):8287-8302.
- SENBETA F. TEKETAY D. 2002. Soil seed banks in plantations and adjacent natural dry Afromontane forests of central and southern Ethiopia. *Tropical Ecology* 43(2): 229-242.
- SILVA KA. SANTOS DM. SANTOS, JMFF. ALBUQUERQUE UP. FERRAZ EMN. ARAÚJO EL. 2013. Spatio-temporal variation in a seed bank of a semi-arid region in northeastern Brazil. *Acta oecologica* 46 (1): 25-32.
- TEKETAY D. 1997. The impact of clearing and conversion of dry Afromontane forests into arable land on the composition

- and density of soil seed banks. *Acta Ecologica* 18 (5): 557-573.
- TESSEMA ZK. BOER WF. BAARS RM. PRINS HH. 2012. Influence of Grazing on Soil Seed Banks Determines the Restoration Potential of Aboveground Vegetation in a Semi-arid Savanna of Ethiopia. *Biotropica* 44 (2): 211-219.
- YU S. BELL D. STERNBERG MKP. 2008. The effect of microhabitats on vegetation and its relationships with seedlings and soil seed bank in a Mediterranean coastal sand dune community. *Journal of Arid Environments* 72 (11): 2040-2053.
- WANG N. JIAO J. JIA Y. ZHANG X. 2009. Soil seed bank composition and distribution on eroded slopes in the hill-gully Loess Plateau region (China): influence on natural vegetation colonization. *Earth surface processes and landforms* 36 (13): 1825-1835.
- WASSIE A. Teketay D. 2006. Soil seed banks in church forests of northern Ethiopia: Implications for the conservation of woody plants. *Flora* 201 (1): 32-43.
- WINTON MD. CLAYTON SJ. CHAMPION PD. 2000. Seedling emergence from seed banks of 15 New Zealand lakes with contrasting vegetation histories. *Aquatic botany* 66: 181-194