



ARTIGO

Estudo do banco de sementes do solo em uma área de caatinga invadida por *Parkinsonia aculeata* L.¹

Gerlândio Suassuna Gonçalves^{2*}, Leonaldo Alves de Andrade³, Klerton Rodrigues Forte Xavier⁴, Lamartine Soares Bezerra de Oliveira⁵ e Maria Aparecida de Moura⁶

Recebido: 21 de novembro de 2009 Recebido após revisão: 12 de novembro de 2010 Aceito: 27 de junho de 2011
Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1440>

RESUMO: (Estudo do banco de sementes do solo em uma área de caatinga invadida por *Parkinsonia aculeata* L.). Buscou-se, com este trabalho, avaliar os impactos da invasão biológica por *Parkinsonia aculeata* L. sobre o banco de sementes do solo em uma área de caatinga. A área estudada foi estratificada em três ambientes: I) Núcleo da população invasora; II) Entorno do núcleo invadido; III) Remanescente de caatinga sem a presença de indivíduos adultos da espécie invasora. Foram coletadas aleatoriamente 50 amostras de solo em cada ambiente, com auxílio de gabaritos de ferro. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, sendo o monitoramento de emergência de plântulas, a técnica utilizada para a avaliação. A composição florística, a diversidade, a similaridade e a estrutura foram avaliadas com a utilização dos Softwares Bioestat 5.0 e Mata Nativa 2.0. Foram registrados cerca de 51.000 indivíduos, distribuídos em 28 famílias, 91 gêneros e 130 espécies. O ambiente III apresentou a maior riqueza de espécies, seguido pelos ambientes II e I. A densidade média do banco de sementes foi de 8.620 sementes viáveis germinadas por m². Quanto à similaridade, os ambientes não apresentaram diferenças entre si. Os resultados evidenciaram que o processo de invasão biológica por *P. aculeata* reduz significativamente a densidade e simplifica a composição específica do banco de sementes do solo.

Palavras-chave: invasão biológica, turco, regeneração natural, savana estépica.

ABSTRACT: (Study of the soil seed bank in a caatinga area invaded by *Parkinsonia aculeata* L.). This study aims to evaluate the impacts of biological invasion by *Parkinsonia aculeata* L. in the soil seed bank of a caatinga. The studied area was stratified in three environments: I) Invasive population nucleus; II) Invaded nucleus surrounding and III) Caatinga remaining without the presence of adult individuals of the invasive species. Were randomly collected 50 soil samples in each environment, with the aid of iron gauge. The experiment was carried out in a greenhouse, being the monitoring of seedling emergence, the technique used to the evaluation. The floristic composition, diversity, similarity and the structure were evaluated with the Softwares Bioestat 5.0 and Mata native 2.0. Were registered about 51,000 individuals, distributed in 28 families, 91 genus and 130 species. The environment III has shown the highest species richness, followed by environments II and I. The average density of the seed bank was 8,620 seeds/m². About the similarity, the environments have not shown differences among themselves. The results showed that the process of biological invasion by *P. aculeata* significantly reduces the density and simplifies the specific composition of the soil seed bank.

Key words: biological invasion, turco, natural regeneration, steppe savanna

INTRODUÇÃO

Considerado o bioma mais importante da região Nordeste do Brasil, a Caatinga contém grande variabilidade de tipologias, alta diversidade florística e elevado número de espécies endêmicas, muitas das quais, do ponto de vista ecológico, ainda são praticamente desconhecidas. Não obstante a essa carência de informações, a vegetação autóctone vem sendo reduzida e, até mesmo, eliminada pelo processo de invasão biológica, sem ao menos ter suas potencialidades estudadas.

A invasão biológica é caracterizada pela ocupação desordenada de uma espécie fora de sua área natural de dispersão geográfica. Depois de estabelecido, o organismo invasor tende a se expandir aos habitats circunvizinhos, podendo ocasionar grandes perdas econômicas

e/ou biológicas, pela extinção ou perturbação da flora autóctone (Ziller 2001, Pegado *et al.* 2006, Andrade *et al.* 2008, 2009).

Os impactos provocados pelas invasões biológicas de plantas podem ser observados na morfologia, no comportamento, na mortalidade e no recrutamento dos indivíduos, na abundância e no crescimento populacional, na riqueza e diversidade de comunidades, na disponibilidade de nutrientes e na produtividade dos ecossistemas (Parker *et al.* 1999).

Na região Nordeste, várias espécies exóticas com potencial invasor já foram identificadas, destacando-se recentemente a espécie *Parkinsonia aculeata* L., conhecida regionalmente como turco. *P. aculeata* é uma Fabaceae arbórea com origem, provavelmente, nas zonas

1. Trabalho financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).
 2. Eng. Agrônomo, Mestrando em Agronomia, CCA/UFPB. CEP 58397-000, Areia, PB, Brasil.
 3. Eng. Agrônomo, Dr. Prof. do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, CCA/UFPB. Areia, PB, Brasil.
 4. Biólogo, Doutorando em Agronomia, CCA/UFPB. CEP 58397-000, Areia, PB, Brasil.
 5. Eng. Agrônomo, Mestrando em Ciências Florestais, UFRPE, CEP 52191-900, Recife, PE, Brasil.
 6. Bióloga, CCA/UFPB. CEP 58397-000, Areia, PB, Brasil.
- * Autor para contato. E-mail: gsuassunag@hotmail.com

Tabela 1. Análise química e da fertilidade dos solos dos três ambientes de estudo (I, Núcleo da população invasora; II, Entorno do núcleo de invasão; III, Remanescente de caatinga) em Sossego, PB.

Ambientes	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Al ³⁺	m	M.O
	H ₂ O (1:2,5)	mg/dm ³			cmol/dm ³		%	g/kg
I	7,08	28,93	568,00	1,33	1,65	0,00	0,00	10,96
II	6,58	7,52	75,66	0,20	0,66	0,00	0,00	2,48
III	5,71	7,59	68,63	0,17	2,15	0,20	10,81	3,93

semiáridas das Américas (Little & Wadsworth 1964), porém, em virtude da sua adaptação e rápida proliferação em diversos países, considera-se atualmente como uma espécie cosmopolita. Seu comportamento invasor observado na região Nordeste do Brasil é bastante semelhante ao observado na Austrália (Andrade *et al.* 2009), onde a espécie representa, há mais de 20 anos, um grave problema ambiental (Lawes & Grice 2007). Estudos acerca desta espécie ainda são incipientes, porém sabe-se que seus sítios preferenciais de ocorrência são áreas de depressões de solos vertissolos e ambientes alagadiços, onde ela forma maciços populacionais de alta densidade, que dificultam ou impedem totalmente o acesso de pessoas e animais.

No Brasil, estudos caracterizando o banco de sementes do solo de áreas ocupadas por espécies invasoras são incipientes, sendo ainda mais na região Nordeste (Vilar 2006), o que dificulta o entendimento tanto da dinâmica de espécies oportunistas como dos processos de regeneração natural, constituindo-se em barreiras à adoção de técnicas de manejo para a conservação da diversidade biológica ou recuperação de áreas degradadas (Martins & Silva 1994, Almeida 2000). Dessa forma, tornam-se imperativo os estudos que visem conhecer os impactos da invasão biológica nos bancos de sementes do solo, subsidiando ações de conservação da biodiversidade autóctone. Considerando o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar os impactos da invasão biológica por *P. aculeata* sobre o banco de sementes do solo em uma área de caatinga.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e descrição geral da área

O estudo foi desenvolvido em uma área de caatinga, na Fazenda Lagoa da Craibeira, Sítio Bom Sucesso, município de Sossego, Paraíba (06°43' S e 36°09' W), em altitude média de 547 m. A Fazenda possui área de 87 hectares e uma pequena parte, seis hectares de depressão, está sujeita a alagamento sazonal durante os meses de maio a outubro, quando forma uma lagoa natural. Segundo informações dos moradores da área, há mais de 40 anos que a vegetação local não sofre corte e os animais têm livre acesso ao pasto durante todo ano. A vegetação é do tipo caatinga, os solos são, predominantemente, Planossolos e Argissolos. O clima é semiárido, com precipitação média anual de 600 mm (Mascarenhas *et al.* 2005). Esta área (lagoa) foi selecionada por conter maciços populacionais de *P. aculeata* bastante representativos e, segundo o histórico da área, surgiram

no século passado, dando origem a uma enorme população que ora ali se encontra.

Método de amostragem

A área de estudo foi dividida em três ambientes:

I) Núcleo da população invasora: caracterizado por possuir adensada população de *P. aculeata*, dossel falho, manchas de solo nuas, inexistência de outras espécies arbustivo-arbóreas autóctones, solo Vertissolo com presença de muitos seixos e sujeito a alagamento sazonal. Este ambiente possui pH neutro, é muito rico em potássio, não álico e pobre em matéria orgânica (Tab. 1);

II) Entorno do núcleo invadido: compreendido entre os ambientes I e III, presença de poucas árvores, desprovido de dossel, algumas áreas estão sujeitas a alagamento sazonal, onde a espécie invasora ainda não povoou completamente o local. O pH está próximo da neutralidade, o teor de potássio é médio, o solo é arenoso, não álico e pobre em matéria orgânica;

III) Remanescente de caatinga: ambiente relativamente bem conservado, próximo aos ambientes invadidos, não sendo sujeito a alagamento. O solo é considerado ácido, pouco álico, médio teor de potássio e pobre em matéria orgânica (Tab. 1). O estrato arbustivo-arbóreo é de porte baixo (até 8 m) e com algumas clareiras devido aos afloramentos rochosos. As espécies que se destacam são: *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir., *Caesalpinia pyramidalis* Tul., *Aspidosperma pyrifolium* Mart., *Combretum leprosum* Mart. e *Cereus jamacarus* DC., não sendo verificada a presença de indivíduos regenerantes e adultos de *P. aculeata*.

A amostragem do banco de sementes do solo (BSS) foi realizada através da coleta aleatória de 50 amostras (área delimitada por gabaritos metálicos com dimensões de 25 cm, 16 cm e 3 cm de comprimento, largura e profundidade, respectivamente) de solo em cada ambiente, no período seco (novembro) de 2007, quando não havia mais água nos ambientes depressionados. Foram coletados o solo e a serapilheira, perfazendo uma área total de 6m². As amostras coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos, rotuladas e transportadas para o Laboratório de Ecologia Vegetal (LEV), do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, onde o experimento foi instalado.

As amostras foram dispostas, individualmente, em bandejas perfuradas com as mesmas dimensões dos gabaritos e colocadas para germinar a temperatura ambiente em telado de náilon, sendo este coberto com filme plástico transparente e protegido nas laterais por

uma tela de náilon escura (50% de sombreamento), a fim de evitar eventuais entradas de insetos, aves e outros animais que pudessem prejudicar o experimento. Cada tratamento constou de 50 bandejas, mais três bandejas contendo areia esterilizada, como controle de contaminação por propágulos do próprio local. As bandejas contendo solo foram irrigadas quando necessário, de modo a manter as condições de umidade adequadas à germinação.

O método utilizado para a quantificação das plântulas foi o de emergência de plântulas ou germinação (Gross 1990, Brown 1992). A germinação foi acompanhada durante 12 semanas, retirando-se das bandejas os indivíduos já previamente identificados. Os indivíduos jovens, cuja identificação permaneceu duvidosa, foram transplantados para recipientes maiores, até desenvolverem-se a ponto de possibilitar o seu reconhecimento. Ao final das 12 semanas cessou-se a irrigação por dois meses quando o solo foi revolvido e, novamente, irrigado por mais 12 semanas, a fim de promover a germinação de sementes que eventualmente tivessem ficado sem condições de germinar. A avaliação se repetiu por mais uma vez (quingüésima segunda semana), até esgotar todo o estoque de sementes das amostras de solo.

A identificação das espécies foi feita por consulta à bibliografia específica, por comparação com o material do Herbário Prof. Jayme Coelho de Moraes (EAN, da Universidade Federal da Paraíba, onde a coleção botânica testemunha foi depositada) e com auxílio de especialista. A lista florística foi organizada de acordo com o Sistema APG II (2003) disponível na base de dados Tropicos® (Tropicos.org 2010) do *Missouri Botanical Garden*.

O banco de sementes de cada ambiente foi analisado de forma qualitativa e quantitativa. A curva de emergência foi calculada através do somatório do número acumulado de sementes germinadas nas bandejas, fazendo-se o censo periódico em intervalos de sete dias. Os parâmetros fitossociológicos estimados foram densidade e frequência absolutas (Müeller-Dombois & Ellenberg 1974). Foram calculados também a diversidade específica pelo índice de Shannon-Wiener (H'), a equabilidade pelo índice de Pielou (J') (Magurran 1988) e a

similaridade florística pelo índice de Jaccard. A diferença entre o número de espécies nos ambientes estudados foi verificada através da análise de rarefação. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os *Softwares* Bioestat 5.0 (Ayres et al. 2005), PAST (Hammer et al. 2001) e Mata Nativa 2 (Cientec 2002).

RESULTADOS

Curva de emergência

A germinação das sementes iniciou-se no quarto dia após a instalação do experimento. No total, foram registradas no banco de sementes do solo 51.721 sementes, resultando em uma densidade estimada de 8.620 sementes germinadas por m². No ambiente I germinaram 5.709 sementes, com uma densidade de 2.825 sementes viáveis germinadas por m², no II germinaram 29.087, resultando em uma densidade de 14.500 sementes viáveis germinadas por m² e no III, 17.175, com uma densidade de 8.535 sementes viáveis germinadas por m². A maioria dos propágulos germinou até a vigésima semana, perfazendo 81%, 84% e 61% nos ambientes I, II e III, respectivamente, enquanto que os demais tiveram a germinação cessada apenas na trigésima terceira semana (Fig. 1).

Riqueza específica e estrutura fitossociológica

Os indivíduos identificados foram distribuídos em 28 famílias, 91 gêneros e 130 espécies. Embora na área de estudo tenha-se observado a presença de outras espécies arbóreas, como *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan e *Schinopsis brasiliensis* Engl., no banco de sementes do solo estas não foram recrutadas, sendo registradas apenas três espécies, todas da família Fabaceae: *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir., *Parkinsonia aculeata* L. e *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. O ambiente III apresentou maior riqueza, com 27 famílias, 85 gêneros e 106 espécies (31 espécies exclusivas, sendo as três com maior densidade de sementes viáveis germinadas *Borreria verticillata* G. Mey., *Schwenckia micrantha* Benth e *Centratherum punctatum* Cass., com 168, 43 e 39 indivíduos, respectivamente), seguido pelo ambiente II, com 24 famílias, 54 gêneros e 87 espécies (seis espécies exclusivas *Eleocharis elegans* Roem, *Chamaecrista nictitans* I & B, *Macroptilium* sp., *Chamaecrista rotundifolia* Greene, *Indigofera suffruticosa* P. Mill e *Anthe-phora hermafrodita* Kuntze) e pelo ambiente I, com 18 famílias, 42 gêneros e 58 espécies, dentre estas, quatro exclusivas (*Phalaris* sp., *Amaranthus deflexus* L., *Mallacra faciatta* e *Cucumis anguria* L.). Os valores encontrados com a análise de rarefação corroboram com os resultados supracitados, onde o ambiente III ($130 \pm 3,77$) se mostra mais rico em espécies seguido dos ambientes II ($114,33 \pm 3,78$) e I ($83,33 \pm 3,88$), respectivamente. As espécies restritas a cada ambiente apresentaram baixo número de indivíduos recrutados. A maioria dos indivíduos recrutados no presente trabalho foi das famílias

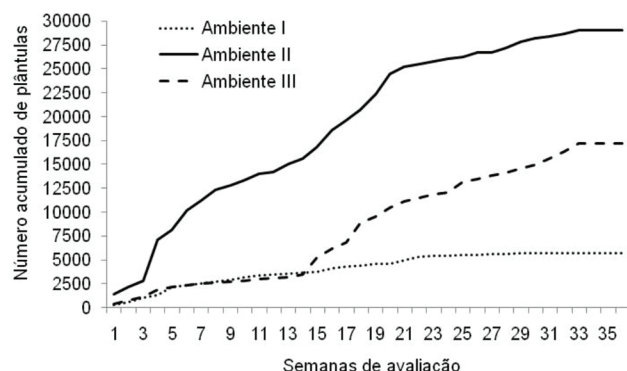


Figura 1. Curva de emergência acumulada de plântulas ao longo de 35 semanas de avaliação.

Tabela 2. Relação das espécies botânicas amostradas, forma de vida e estrutura fitossociológica do banco de sementes do solo dos ambientes estudados (I, Núcleo da população invasora; II, Entorno do núcleo invadido; III, Remanescente de caatinga sem a presença da invasora).

Familia/Espécies	Forma de vida	Registro no herbário	Número de indivíduos	DA			FA		
				I	II	III	I	II	III
AMARANTHACEAE									
<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	Erva	14.243	10	0	1	5	0	2	10
<i>Alternanthera tenella</i> Colla	Erva	15.041	495	201	47	0	48	26	0
<i>Amaranthus deflexus</i> L.	Erva	15.035	7	4	0	0	4	0	0
<i>Froelichia lanata</i> Moench	Erva	14.245	59	0	2	28	0	2	24
ASTERACEAE									
<i>Acmella oleracea</i> (L.) R.K. Jansen	Erva	14.998	60	2	29	0	4	16	0
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Erva	15.014	40	0	0	20	0	0	24
<i>Bidens pilosa</i> L.	Erva	15.002	8	1	1	3	2	4	8
<i>Blainvillea rhomboidea</i> Cass.	Erva	15.019	4	1	0	2	2	0	6
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	Erva	15.032	77	0	0	39	0	0	52
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Erva	14.264	473	63	88	86	78	84	82
<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk.	Erva	15.026	329	125	39	1	70	30	4
<i>Emilia coccinea</i> (Sims) G. Don	Erva	15.001	201	43	26	32	80	54	58
<i>Enydra anagallis</i> Gardner	Erva	-	637	316	3	0	90	0	0
<i>Eupatorium macrocephalum</i> Less.	Erva	14.267	4	0	2	1	0	6	2
<i>Gnaphalium spicatum</i> Lam.	Erva	15.016	516	7	244	8	16	74	10
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Erva	15.027	1	0	0	1	0	0	2
BORAGINACEAE									
<i>Heliophyllum indicum</i> (L.) DC.	Erva	15.030	114	0	51	7	0	22	10
<i>Heliotropium procumbens</i> Mill.	Erva	15.009	5.348	11	2.652	12	14	100	28
CLEOMACEAE									
<i>Cleome affinis</i> DC.	Erva	15.008	4	0	1	1	0	2	4
<i>Cleome guianensis</i> Aubl.	Erva	-	1	0	0	1	0	0	2
<i>Cleome spinosa</i> Jacq.	Erva	9.707	2	1	1	0	2	2	0
CACTACEAE									
<i>Pilosocereus gounellei</i> (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley	Arbusto	9.716	6	0	0	12	0	0	4
COMMELINACEAE									
<i>Callisia filiformis</i> (M. Martens & Galeotti) D.R. Hunt	Erva	15.010	23	0	0	12	0	0	20
<i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Brenan	Erva	15.036	95	2	28	18	4	30	32
CONVOLVULACEAE									
<i>Bonamia volkensii</i> Dammer	Erva	14.262	31	0	3	13	0	8	16
<i>Evolvulus glomeratus</i> Nees & C. Mart.	Erva	15.023	25	1	3	10	2	10	12
<i>Evolvulus</i> sp.	Erva	14.244	416	2	200	7	4	80	18
<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet	Erva	15.029	8	4	0	1	6	0	2
<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth	Erva	14.255	2	0	0	1	0	0	4
<i>Ipomoea</i> sp.	Erva	14.242	8	0	4	1	0	8	2
<i>Merremia dissecta</i> (Jacq.) Hallier f.	Erva	-	8	0	4	1	0	8	2
CUCURBITACEAE									
<i>Cucumis anguria</i> L.	Erva	-	1	1	0	0	2	0	0
CYPERACEAE									
<i>Cyperus campressus</i> SCHRAD.	Erva	14.265	3.814	1	46	1.444	2	80	98
<i>Cyperus flavescens</i> L.	Erva	14.266	2.079	2	105	934	4	66	94
<i>Cyperus laetus</i> J. Presl & C. Presl	Erva	15.028	48	0	22	3	0	36	8
<i>Cyperus polystachyos</i> Rottb.	Erva	14.246	2.250	0	18	1.107	0	28	92
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Erva	14.249	1.112	343	205	9	76	72	12
<i>Eleocharis elegans</i> (Kunth) Roem. & Schult.	Erva	14.241	2	0	1	0	0	4	0
<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. & Schult.	Erva	15.047	2.431	192	898	126	88	100	52
<i>Rhynchospora aurea</i> Vahl	Erva	15.024	289	0	82	63	0	44	52
EUPHORBIACEAE									
<i>Chamaesyce prostrata</i> (Aiton) Small	Erva	15.043	696	310	12	26	100	20	46
<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur	Arbusto	14.323	2	0	0	1	0	0	2
<i>Croton glandulosus</i> L.	Erva	14.252	2	1	0	1	2	0	2
<i>Euphorbia heterophylla</i> Desf.	Erva	15.039	1	0	0	1	0	0	2
<i>Euphorbia</i> sp.	Erva	15.033	4	0	0	2	0	0	6
<i>Sebastiania</i> sp.	Erva	-	2	0	0	1	0	0	2

Tabela 2. Cont.

Família/Espécies	Forma de vida	Registro no herbário	Número de indivíduos	DA			FA		
				I	II	III	I	II	III
FABACEAE									
<i>Aeschynomene denticulata</i> Rudd	Erva	15.038	359	22	158	0	40	50	0
<i>Centrosema pascuorum</i> Mart. ex Benth.	Erva	14.253	1	0	0	1	0	0	2
<i>Chamaecrista nictitans</i> (L.) Moench	Erva	15.046	2	0	1	0	0	4	0
<i>Chamaecrista rotundifolia</i> (Pers.) Greene	Erva	-	7	0	4	0	0	12	0
<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) DC.	Erva	15.031	2	1	0	1	2	0	2
<i>Indigofera suffruticosa</i> P.Mill	Erva	-	1	0	1	0	0	2	0
<i>Macroptilium</i> sp.	Erva	14.254	2	0	1	0	0	4	0
<i>Mimosa</i> sp.	Arbusto	-	9	0	0	5	0	0	8
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Árvore	9.698	6	0	0	12	0	0	4
<i>Neptunia oleracea</i> Lour.	Erva	14.237	34	7	2	0	16	6	0
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Árvore	-	244	120	3	0	68	8	0
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Árvore	9.665	3	0	0	2	0	0	2
<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	Erva	15.011	6	0	2	1	0	6	2
<i>Stylosanthes hamata</i> (L.) Taub.	Erva	14.250	94	0	47	0	0	42	0
GENTIANACEAE									
<i>Schultesia guianensis</i> (Aubl.) Malme	Erva	14.239	162	0	42	40	0	36	30
HYDROLEACEAE									
<i>Hydrolea spinosa</i> L.	Erva	14.238	260	1	126	4	4	70	6
LYTHRACEAE									
<i>Ammannia coccinea</i> Hottb.	Erva	15.006	709	24	310	21	36	72	22
<i>Cuphea</i> sp.	Erva	14.248	73	1	29	7	2	20	16
<i>Rotala ramosior</i> (L.) Koehne	Erva	15.020	5.979	99	2.281	610	48	100	94
MALVACEAE									
<i>Corchorus hirtus</i> L.	Erva	14.236	384	189	2	0	84	0	0
<i>Gaya</i> sp.	Erva	-	13	0	1	6	0	2	4
<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky	Erva	1953	20	0	4	7	0	4	2
<i>Herissantia tiubae</i> (K. Schum.) Brizicky	Erva	15.015	13	0	1	6	0	2	4
<i>Malachra fasciata</i> Jacq.	Erva	15.049	17	9	0	0	12	0	0
<i>Pavonia cancellata</i> (L.) Cav.	Erva	-	2	0	0	1	0	0	4
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Erva	15.876	80	6	35	0	10	32	0
<i>Sida</i> sect. <i>Ciliares</i> Small	Erva	-	187	0	93	1	0	70	2
<i>Sida spinosa</i> L.	Erva	15.018	293	90	57	0	34	36	0
<i>Triunfetta rhomboidea</i> Jacq.	Erva	1.604	25	0	1	12	0	4	24
<i>Waltheria indica</i> L.	Erva	14.240	135	1	66	1	2	66	2
MOLLUGINACEAE									
<i>Mollugo verticillata</i> L.	Erva	14.256	740	1	143	227	2	72	80
NYCTAGINACEAE									
<i>Boerhavia diffusa</i> L.	Erva	15.004	4	0	2	1	0	2	2
ONAGRACEAE									
<i>Ludwigia elegans</i> (Cambess.) H. Hara	Erva	14.259	3.728	48	413	1.404	32	76	94
OXALIDACEAE									
<i>Oxalis physocalyx</i> Zucc. ex Progel	Erva	14.258	4	0	0	2	0	0	6
PHYLLANTHACEAE									
<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	Erva	15.013	44	0	9	14	0	2	16
PLANTAGINACEAE									
<i>Angelonia</i> sp.	Erva	14.263	22	0	0	9	0	0	18
<i>Capraria biflora</i> L.	Erva	15.017	466	84	104	46	66	54	34
<i>Monofera micrantha</i> Barr.	Erva	-	429	0	112	13	0	42	30
<i>Scoparia dulcis</i> L.	Erva	14.260	1.998	1	291	708	4	76	80
POACEAE									
<i>Anthephora hermaphrodita</i> (L.) Kuntze	Erva	15.012	7	0	4	0	0	6	0
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	Erva	14.257	45	0	10	13	0	26	20
<i>Chloris</i> sp.	Erva	14.497	779	38	351	2	34	70	6
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Erva	-	1.234	1	604	12	2	50	2

Tabela 2. Cont.

Família/Espécies	Forma de vida	Registro no herbário	Número de indivíduos	DA			FA		
				I	II	III	I	II	III
POACEAE									
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Mez ex Ekman	Erva	-	1	0	0	1	0	0	2
<i>Digitaria</i> sect. <i>Sanguinales</i> (Stapf) Henrard	Erva	-	341	14	124	34	20	50	30
<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R. Br.	Erva	15.044	503	2	11	240	6	24	70
<i>Eragrostis pilosa</i> (L.) P. Beauv.	Erva	15.000	51	17	9	0	20	10	0
<i>Panicum boscii</i> Poir	Erva	14.261	39	0	0	20	0	0	16
<i>Paspalum dactylon</i> (L.) Lam.	Erva	14.251	929	1	462	2	1	64	2
<i>Paspalum</i> sp.	Erva	15.025	429	1	59	164	2	18	52
<i>Phalaris</i> sp.	Erva	15.042	725	363	0	0	84	0	0
<i>Tragus berteronianus</i> Schult.	Erva	14.247	503	1	247	4	2	70	6
PONTEDERIACEAE									
<i>Heteranthera limosa</i> (Sw.) Willd.	Erva	15.864	6	1	2	1	2	8	2
PORTULACACEAE									
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Erva	-	146	5	12	57	4	22	44
<i>Portulaca halimoides</i> L.	Erva	-	3.747	40	1.732	102	30	100	52
<i>Portulaca pilosa</i> L.	Erva	15.040	1	0	0	1	0	0	2
<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd.	Erva	14.268	4	0	0	2	0	0	2
RHAMNACEAE									
<i>Crumenaria decumbens</i> Mart.	Erva	14.999	4	0	0	2	0	0	8
RUBIACEAE									
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey.	Erva	15.045	336	0	0	168	0	0	76
<i>Diodia teres</i> Walter	Erva	15.021	370	0	112	73	0	50	48
<i>Richardia grandiflora</i> Steud.	Erva	15.037	6	0	0	3	0	0	4
SOLANACEAE									
<i>Schwenckia micrantha</i> Benth.	Erva	-	86	0	0	43	0	0	46
<i>Solanum nigrum</i> L.	Erva	15.003	5	0	1	2	0	2	4
<i>Solanum</i> sp.	Erva	-	4	1	0	2	2	0	4
URTICACEAE									
<i>Urtica dioica</i> L.	Erva	15.022	415	0	1	207	0	2	72
VERBENACEAE									
<i>Stachytarpheta elatior</i> Schrad. ex Schult.	Erva	14.269	996	13	485	1	12	84	4
TOTAL			51.721	2.825	14.500	8.535	-	-	-

Abreviaturas: DA, Densidade Absoluta; FA, Frequência Absoluta (%).

Cyperaceae, com 12.025 indivíduos (23,2%), Lythraceae, com 6.764 indivíduos (13%), Poaceae, com 5.618 indivíduos (10,8%), Boraginaceae, com 5.462 indivíduos (10,5%) e Portulacaceae, com 3.898 (7,5%). As famílias que mais contribuíram para a riqueza florística da área de estudo foram: Fabaceae, Asteraceae, Malvaceae e Poaceae, nas quais, conjuntamente, foram encontrados 48 gêneros (53%) e 57 espécies botânicas (48%). As demais famílias foram representadas por 62 espécies (52%) (Tab. 2).

A densidade média do banco de sementes do ambiente I foi de 2.825 sementes germinadas por m², enquanto que as dos ambientes II e III foram de 14.500 e 8.535 sementes germinadas por m², respectivamente. *Rotala ramosior* foi o táxon que deteve a maior densidade, 2.281 sementes germinadas por m², estando sua ocorrência ligada, quase que exclusivamente, aos ambientes II e III. No ambiente I, os táxons com maior quantidade de indivíduos recrutados foram *Phalaris*

sp., *Cyperus rotundus* e *Enydra anagallis*, com densidade de 360, 340 e 315 sementes germinadas por m², respectivamente. No ambiente II foram *Heliotropium procumbens*, *Rotala ramosior* e *Portulaca halimoides*, com 5.303, 4.562 e 3.464 sementes, respectivamente, e no ambiente III, *Cyperus campressus*, *Cyperus polystachyus* e *Cyperus flavescens*, com 1.444, 1.107 e 933 sementes germinadas por m², respectivamente. As espécies mais frequentes, no ambiente I foram: *Chamaesice prostrata* (100%), *Enydra anagallis* (90%) e *Eleocharis geniculata* (88%). No ambiente II foram: *Portulaca halimoides* (100%), *Eleocharis geniculata* (100%), *Rotala ramosior* (100%) e *Heliotropium procumbens* (100%). E no III: *Cyperus campressus* (98%), *Ludwigia elegans* (94%), *Cyperus flavescens* (94%) e *Rotala ramosior* (94%). Neste estudo, indivíduos de *P. aculeata* só foram registrados nos bancos de sementes dos ambientes sujeitos ao alagamento esporádico (ambientes I, com densidade de 120 sementes germinadas por m²

e frequência de 68% e ambiente II, com três indivíduos por m² e frequência de 8%). *Conyza canadensis*, *Eleocharis geniculata*, *Emilia coccinea*, *Capraria biflora* e *Portulaca halimoides* tiveram grande frequência nos três ambientes, o que as caracterizam como espécies cosmopolitas.

A diversidade para os ambientes I, II e III foi de 2,838, 3,017 e 2,785, respectivamente, enquanto que a equabilidade foi de 0,699, 0,676 e 0,598, respectivamente. Embora os maiores valores tenham sido encontrados nos bancos de sementes dos ambientes I e II, a análise de rarefação comprova que o ambiente III é o mais rico em número de táxons.

O índice de Jaccard mostrou que há similaridade entre os ambientes estudados, haja vista que os valores foram superiores a 0,25 (Müller-Dombois & Ellenberg, 1974). A similaridade entre os ambientes I - II, I - III e II - III foi de 0,51, 0,35 e 0,52, respectivamente.

DISCUSSÃO

A germinação de 76% das sementes no final das 20 primeiras semanas de avaliação indica um elevado número de espécies pioneiras recrutadas no banco de sementes do solo estudado. Segundo Dalling *et al.* (1998) o banco de sementes do solo é um depósito com elevada densidade de sementes em estado de latência, armazenando principalmente espécies pioneiras. A demora verificada na germinação das demais sementes pode ter ocorrido devido à existência de um reservatório de sementes com tamanho muito reduzido e ativo mecanismo de dormência, o qual assegura a sua viabilidade no solo por vários meses ou até anos (Garwood 1989). Sementes pequenas apresentam vantagens adaptativas, ora por sofrerem menor pressão de predação, ora por terem maior facilidade de incorporação ao estoque do solo (Scherer & Jarenkow 2006).

Outro fator que deve ter contribuído para o atraso da germinação das sementes no banco foi, provavelmente, a presença de propágulos latentes de espécies arbóreas, como *Mimosa tenuiflora* (jurema-preta), *Prosopis juliflora* (algaroba) e *Parkinsonia aculeata* (turco), que germinam lentamente, mantendo sempre um estoque no solo. *Anadenanthera colubrina* (angico) não foi recrutada *ex situ* devido, provavelmente, à baixa longevidade de suas sementes, que após serem dispersas germinam rapidamente ou perdem, em poucos dias, seu vigor, haja vista que estas sementes são destituídas de dormência e não suportam bem a perda de umidade (Melo *et al.* 2005). Como verificado na tabela 2, indivíduos da invasora *P. aculeata* não foram encontrados em nenhuma unidade amostral do ambiente III, marcando grande presença no ambiente I, principalmente. Isso, provavelmente, ocorreu porque esta espécie tem preferência por ambientes alagados ou paludosos, condição não verificada no ambiente III. Um dos fatores que também pode está influenciando a ocorrência de *P. aculeata* no ambiente I (encharcado) é o nível elevado de potássio

(K⁺) presente no solo em relação ao solo dos ambientes II e III. Segundo Novais *et al.* (2007), o potássio tem influência direta no mecanismo de resistência natural das plantas tanto à seca quanto ao encharcamento e geadas, pois promove a regulação osmótica através do controle da abertura e fechamento dos estômatos, acarretando diminuição da intensidade respiratória e aumento da atividade fotossintética das plantas. Esta é uma das explicações para que a referida espécie possa sobreviver aos longos períodos de encharcamento e de seca. O autor ainda explica que à medida que o potássio torna-se deficiente, a velocidade de respiração das plantas aumenta e ocorre redução na fotossíntese, diminuindo o suprimento de carboidratos e, conseqüentemente, a resistência das plantas.

Quanto à diversidade, o baixo valor para o ambiente III deve-se, principalmente, à baixa equabilidade, a qual foi motivada pela grande abundância de indivíduos em um pequeno número de espécies (Garwood 1989, Pellissier *et al.* 2004), particularmente as do gênero *Cyperus*. Já no ambiente II, o alto valor de diversidade, em relação aos demais, deve-se à densidade encontrada no referido ambiente. No ambiente I, apesar do menor número de espécies e de indivíduos os valores de diversidade e de equabilidade foram superiores ao ambiente III, fato explicado pela maior homogeneidade na distribuição de indivíduos por espécie. Pegado *et al.* (2006), trabalhando com áreas invadidas por *P. juliflora*, encontraram valores de diversidade inferiores aos encontrados no presente levantamento. Contudo, a análise de rarefação mostra o ambiente III como o mais rico em espécies seguido dos ambientes II e I, respectivamente, evidenciando que a presença expressiva de *P. aculeata* tende a simplificar a composição específica do banco de sementes do solo em áreas invadidas.

Os valores de densidade foram superiores aos encontrados por Costa & Araújo (2003) e por Mamede (2003), estudando o banco de sementes de área de caatinga, utilizando o mesmo método de amostragem. Já Batista Neto *et al.* (2007), em fragmentos de Floresta Estacional semi-decidual, encontraram uma densidade de 950 sementes viáveis germinadas por m². Pegado *et al.* (2006), em um estudo comparativo arbóreo em áreas invadidas por *P. juliflora* e em áreas de remanescentes de caatinga, constataram densidades bem superiores nestas últimas, o que demonstra a agressividade da espécie invasora. No presente trabalho a maior densidade observada no ambiente II pode ser explicada pela ausência de dossel, o que facilita o ingresso de sementes advindas de fontes contíguas. O nível de encharcamento do solo no ambiente I também pode ser outro fator limitante para o banco de sementes, na medida em que determina a morte de muitas sementes por apodrecimento, falta de oxigênio e ação de parasitas, além de lixiviar inibidores, permitindo uma germinação rápida (Silva *et al.* 2007). Além disso, o número de propágulos do banco de sementes decresce com o aumento da distância da fonte desses propágulos (Costalonga *et al.* 2006). Neste estudo, nos três ambientes amostrados,

houve grande diferença no número de espécies e de indivíduos recrutados, assim como na densidade de sementes. Isso, possivelmente, ocorreu porque estes ambientes apresentam condições ambientais bem distintas.

No que se refere às formas de vida presentes nesse estudo, a predominância foi de espécies herbáceas (80%), seguida da arbustiva (16%) e arbórea (4%), corroborando com os resultados encontrados por Lopes *et al.* (2004,2006), que afirmam que em ambientes perturbados predominam as espécies herbáceas. Segundo Araújo *et al.* (2004), as sementes de espécies herbáceas espontâneas, como as registradas neste trabalho, têm a função de iniciar a ocupação dos espaços abertos, reiniciando o processo de sucessão, atuando desde os primeiros estágios de colonização em áreas perturbadas. A baixa riqueza em morfoespécies arbóreas foi muito semelhante à encontrada por Costa & Araujo (2003) em outro fragmento de caatinga, o que pode ser explicado pelo fato de estas espécies produzirem propágulos com intenso mecanismo de dormência, impedindo a sua germinação e crescimento nas unidades amostrais ou pela produção de diásporos que germinam, imediatamente, após serem dispersas, formando o banco de plântulas.

No banco de sementes do presente trabalho, o povoamento resultou em índice de Jaccard muito próximo para os três ambientes, uma vez que todos foram superiores a 0,25, o que indica analogia entre os ambientes segundo Whittaker (1984). Este resultado pode ter ocorrido devido à proximidade entre os ambientes estudados, assim como também devido ao grande número de espécies comuns a ambos ambientes. Conforme Hall & Swane (1988), a similaridade entre bancos de sementes restritos a uma área ou região é relativamente elevada e, geralmente, maior do que entre diferentes tipos de vegetação.

Estudos que analisem o banco de sementes do solo em áreas invadidas por espécies arbustivo-arbóreas são necessários para o entendimento dos processos de restauração de comunidades florestais e definição de estratégias de conservação da biodiversidade autóctone. Atualmente, há uma carência de trabalhos publicados sobre banco de sementes em áreas de caatinga, portanto, estudos semelhantes devem ser incentivados, com padronização e adequação da metodologia para permitir análises comparativas.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem afirmar que a invasão biológica por *P. aculeata* não afeta a diversidade. Contudo, reduz significativamente a densidade e simplifica a composição florística do banco de sementes do solo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pelo suporte financeiro necessário à execução deste trabalho e pela Bolsa PIBIC concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D.S. 2000. *Recuperação ambiental da mata atlântica*. Ilhéus: Editus. 130 p.
- ANDRADE, L.A., FABRICANTE, J.R. & ALVES, A.S. 2008. *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Algaroba): Impactos sobre a Fitodiversidade e Estratégias de Colonização em Área Invadida na Paraíba. *Natureza & Conservação*, 1: 61-67.
- ANDRADE, L.A., FABRICANTE, J.R. & OLIVEIRA, F.X. 2009. Invasão biológica por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.: impactos sobre a diversidade e a estrutura do componente arbustivo-arbóreo da caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 23(2): 935-943.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG II). 2003. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. The Linnean Society of London. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141: 399-436.
- ARAÚJO, M.M., LONGHI, S.J., BARROS, P.L.C. & BRENA, D.A. 2004. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em floresta estacional decidual ripária, Cachoeira do Sul, RS, Brasil. *Scientia Forestalis*, 66: 128-141.
- AYRES, M., AYRES, M.J., AYRES, D.L. & SANTOS, S.A. 2005. *Bioestat 4.0: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Bio-Médicas*. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, Ministério da Ciência e Tecnologia, Imprensa Oficial do Estado do Pará. 324 p
- BATISTA NETO, J.P., REIS, M.G.F., REIS, G.G., SILVA, A.F. & CACAU, F.V. 2007. Banco de sementes do solo de uma Floresta Estacional semidecidual, em Viçosa, Minas Gerais. *Ciência Florestal*, 17: 311-320.
- 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.
- CIENTEC. 2002. *Mata Nativa: Sistema para análise fitossociológica e elaboração de planos de manejo de florestas nativas*. São Paulo.
- COSTA, R.C. & ARAÚJO, F.S. 2003. Densidade, germinação e flora do banco de sementes no solo, no final da estação seca, em uma área de caatinga, Quixadá, CE. *Acta Botânica Brasilica*, 17: 259-264.
- COSTALONGA, S.R., REIS, G.G., REIS, M.G.F., SILVA, A.F., BORGES, E.E.L. & GUIMARÃES, F.P. 2006. Florística do banco de sementes do solo em áreas contíguas de pastagem degradada, plantio de eucalipto e floresta em Paula Cândido, MG. *Revista Floresta*, 36: 239-249.
- DALLING, J.W., SWAINE, M.D. & GARWOOD, N. 1998. Dispersal patterns and seed bank dynamics of pioneer trees in moist tropical forest. *Ecology*, 79: 564-578.
- GARWOOD, N.C. 1989. Tropical soil seed Banks, a review. In: LECK, M.A., PARKERV, V.T. & SIMPSON, R.L. (eds.). *Ecology of soil seed banks*. San Diego. p. 149-209.
- GROSS, K.L.A. 1990. A comparison of methods for estimating seed numbers in the soil. *Journal of Ecology*, 78: 1079-1093.
- HALL, J.B. & SWAINE, M.B. 1988. Seed stocks in Ghanaian forest soil. *Biotropica*, 12: 256-263.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 1-9.
- LAWES, R.A. & GRICE, A.C. 2007. Controlling infestations of *Parkinsonia aculeata* in a riparian zone at the landscape scale. *Austral Ecology*, 32: 287-293.
- LITTLER, E.L.J. & WADSWORTH, F.H. 1964. *Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands*. Agriculture Handbook 249. Washington: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 548 p.
- LOPES, C.A., ABBOUD, A.C.S., TOZANI, R., PEREIRA, M.B. & COSTA, E.L. 2004. Comparação entre a composição florística da do banco de sementes do solo e da cobertura vegetal em área cultivada com mandioca e leguminosas consorciadas. *Agronomia*, 38: 45-51.
- LOPES, K.P., SOUZA, V.C., ANDRADE, L.A., DORNELAS, G.V., BRUNO, R.L.A. 2006. Estudo do banco de sementes em povoamentos

- florestais puros e em uma capoeira de Floresta Ombrófila Aberta, no município de Areia, PB, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 20(1): 105-113.
- MAGURRAN, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton. 179 p.
- MAMEDE, M.A. 2003. *Efeito do manejo agrícola tradicional sobre o banco de sementes do solo em uma área de caatinga, município de Sobral, CE*. 72 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal do Ceará, Ceará. 2003.
- MARTINS, C.C. & SILVA, W.R. 1994. Estudos de bancos de sementes do solo. *Informativo Abrates*, 4(1): 49-56.
- MASCARENHAS, J.C., BELTRÃO, B.A., SOUZA JUNIOR, L.C., MORAIS, F., MENDES, V.A., MIRANDA, J.L.F. 2005. *Diagnóstico do município de Sossego, estado da Paraíba*. Recife: CPRM/PRODEEM. 10 p.
- MELO, R.R., FERREIRA, A.G. & JUNIOR, F.R. 2005. Efeito de diferentes substratos na germinação de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) em condições de laboratório. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*, 5: 1678-3867.
- MÜELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley and Sons. 337 p.
- NOVAIS, R.F., ALVARES, V.H., BARROS, N. F., FONTES, R.L.F., CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. 2007. *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. 1017 p.
- PARKER, I.M., SIMBERLOFF, D., LONSDALE, W.M., GOODELL, K., WONHAM, M., KAREIVA, P.M., WILLIAMSON, M.H., VONHOLLE, B., MOYLE, P.B., BYRES, J.E. & GOLDWASSER, L. 1999. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. *Biological Invasions*, 1: 3-19.
- PEGADO, C.M.A., ANDRADE, L.A., FÉLIX, L. P. & PEREIRA, I.M. 2006. Efeito da invasão biológica de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. Sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro – PB, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, 20: 889-898.
- PELLISSIER, V., GALLET, S. & ROZE, F. 2004. Comparison of the vegetation and seed bank on hedge of different ages in Brittany, France. *Environmental Management*, 34: 52-61.
- SCHERER, C. & JARENKOW, J.A. 2006. Banco de sementes de espécies arbóreas em floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 29(1): 67-77.
- SILVA, A.C., BERG, E.V.D., HIGUCHI, P. & OLIVEIRA FILHO, A.T. 2007. Comparação florística de florestas inundáveis das regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Revista Brasileira Botânica*, 30: 257-269.
- TROPICOS.ORG. 2010. Missouri Botanical Garden. Disponível em: <<http://www.tropicos.org>> Acesso em: 04/novembro/2010.
- VILAR, F.C.R. 2006. *Impactos da invasão da algaroba [Prosopis juliflora (Sw.) DC.] sobre estrato herbáceo da caatinga: florística, fitossociologia e citogenética*. 94 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.
- WHITAKER, R.H. 1984. *Classification of plant communities*. Boston: Kluwer Academic Publishers Group. 408 p.
- ZILLER, S.R. 2001. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. *Ciência Hoje*, 20: 77-79.