

BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM ÁREAS DE CULTIVO DE SUBSISTÊNCIA NA FLORESTA OMBRÓFILA ABERTA COM BABAÇU (*Orbygnia phalerata* Mart.) NO MARANHÃO¹

Mário Luiz Ribeiro Mesquita², Leonaldo Alves Andrade³ e Walter Esfrain Pereira⁴

RESUMO – Os objetivos desta pesquisa foram identificar e avaliar a estrutura das comunidades e a diversidade das espécies herbáceas invasoras presentes no banco de sementes do solo, em áreas de cultivo de subsistência nos Municípios de Bacabal, Lago Verde, São Luís Gonzaga e Vitorino Freire, localizados em trechos da Floresta Ombrófila Aberta com Babaçu, no Maranhão. Em cada município foram alocadas 15 parcelas de 50 m², de onde foram retiradas 90 amostras de solo com um gabarito de metal vazado de 25 x 16 x 3 cm e colocadas em bandejas em casa telada. Foi avaliado o número de espécies e de indivíduos, bem como os valores relativos da densidade, frequência, abundância e o valor de importância de cada espécie. Os dados foram submetidos às Análises de Variância e de Coordenadas Principais. A diversidade foi calculada por meio do Índice de Diversidade de Shannon. O banco de sementes apresentou a maior riqueza florística em Bacabal, com 50 espécies de 34 gêneros e 17 famílias, bem como o maior número de indivíduos, 11.541. A maior similaridade florística foi observada entre Lago Verde e Vitorino Freire. As espécies predominantes, baseado no valor de importância, foram: *Ludwigia octovalvis* (VI = 34,8%) em Bacabal; *Scleria lithosperma* (VI = 37,0%), em Lago Verde; e *Boerhavia erecta* (VI = 40,4%), em São Luís Gonzaga; e (VI = 57,0%), em Vitorino Freire. A maior diversidade foi observada em Bacabal, com $H' = 2,66$ nats ind⁻¹. Os resultados podem ser aplicados na previsão de infestações de plantas invasoras nos municípios da região.

Palavras-chave: Plantas pioneiras; Plantas invasoras; Florística,.

SOIL SEED BANK IN SUBSISTENCE CROPPING AREAS IN THE OMBROPHILOUS OPEN FOREST WITH BABASSU (*Orbygnia phalerata* Mart.) IN MARANHÃO STATE, NORTHEASTERN BRAZIL

ABSTRACT – The objective of this research was to identify and assess community structure and diversity of herbaceous invasive species present in the soil seed bank in subsistence cropping areas in the municipalities of Bacabal, Lago Verde, São Luís Gonzaga and Vitorino Freire, located in parts of the Ombrophilous Open Forest with Babassu, in Maranhão State, northeastern Brazil. Fifteen 50 m² plots were laid out in each municipality from which 90 soil samples were taken with an open metal template of 25 x 16 x 3 cm and placed in trays in the greenhouse. Data assessed were individual and species number; relative values of density, frequency, abundance and the importance value of each species. Data were submitted to the Analysis of Variance and to the Principal Coordinate Analysis. The diversity was computed by the Shannon's Diversity Index. The highest floristic richness in the seed bank was observed in Bacabal with 50 species from 34 genera and 17 families, which also had the highest number of individuals, with 11.541. The highest floristic similarity was observed between Lago Verde and Vitorino Freire. The dominant species based in the importance value were: *Ludwigia octovalvis* (VI = 34,8%) in Bacabal, *Scleria lithosperma* (VI = 37,0%) in Lago Verde and *Boerhavia erecta* (VI = 40,4%), in São Luís Gonzaga and (VI = 57,0%) in Vitorino Freire. Diversity reached the highest value in Bacabal with $H' = 2.66$ nats ind⁻¹. The results may be used to forecast invasive species infestations in municipalities of the studied region.

Keywords: Pioneer species; Invasive species; Floristic.

¹ Recebido em 20.11.2012 aceito para publicação em 27.05.2014.

² Universidade Estadual do Maranhão, Centro de Estudos Superiores de Bacabal, Brasil. E-mail: <mario-mesquita51@hotmail.com>.

³ Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias - Campus II, Brasil. E-mail: <landrade@cca.ufpb.br>.

⁴ Departamento de Ciências Fundamentais e Sociais, Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Campus II, Brasil. E-mail: <wep@cca.ufpb.br>.

1. INTRODUÇÃO

A vegetação natural mais importante do Maranhão é reconhecida como Floresta Ombrófila Aberta com Babaçu, que se caracteriza pela concentração da palmeira do babaçu (*Orbygnia phalerata* Mart.). Essa *Arecaceae* é valiosa e está inserida na ecologia da região e nas relações etnobotânicas, haja vista a produção de amêndoas e carvão vegetal que proporciona renda a numerosas famílias. A exploração dos produtos do babaçu garante a subsistência de milhares de famílias de agricultores na estação seca.

No Maranhão, o babaçu é encontrado em aproximadamente 10 milhões de hectares, marcando fortemente a paisagem na zona de transição entre as florestas úmidas da Amazônia, a savana e a região semiárida do Nordeste (MUNIZ, 2004).

Segundo Anderson et al. (1991), a *Arecaceae* pode ocorrer isoladamente nos remanescentes da vegetação primária ou em áreas abertas, sendo mais frequentemente encontrada em áreas antropizadas na paisagem agrícola, principalmente nas áreas de agricultura itinerante, além de pastagens extensivas e na vegetação secundária que se desenvolve em campos agrícolas abandonados, onde é considerada espécie pioneira e dominante.

A dominância de uma única espécie, como é o caso do babaçu, é um caráter atípico das florestas tropicais e resulta da alta resistência dessa espécie ao fogo, além da grande capacidade de colonizar áreas abertas (MUNIZ, 2004).

Vários autores relataram que a densidade dos babaçuais acima de 10 anos é de 95 a 100 palmeiras por hectare, o que é compatível com o desenvolvimento de pastagens extensivas e, ou, com o manejo de campos agrícolas da agricultura itinerante (MAY, 1990; ANDERSON et al., 1991; MITJA; FERRAZ, 2001).

Nesse cenário, a agricultura familiar de subsistência no Maranhão ocupa mais de um milhão de hectares, dos quais 48% são cultivados com arroz, 32% com milho, 13% com mandioca e 7% com feijão-caupi (IBGE, 2010), com a participação de aproximadamente 300.000 famílias. A agricultura é praticada no sistema de corte e queima da vegetação, sem revolvimento do solo. O plantio é realizado manualmente, em covas, sem o uso de fertilizantes químicos ou orgânicos. Predominam os cultivos consorciados de arroz x milho e arroz x milho x mandioca (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2010).

Nas áreas de cultivo de subsistência no Maranhão, muitas espécies herbáceas invasoras ocorrem em associação com as culturas, e sua distribuição e intensidade de ocorrência são determinadas por um complexo de clima, solos, relevo e práticas de manejo. As espécies invasoras interferem no crescimento e produção das culturas, por meio de mecanismos de competição por nutrientes, água, luz e espaço, além do fato de que muitas espécies possuem mecanismos alelopáticos que impedem ou inibem o crescimento de outras espécies a elas associadas, resultando na diminuição da produção e da renda dos agricultores, o que pode atingir, em média, entre 30 e 40% da produção (LORENZI, 2008).

A capacidade de produzir número muito elevado de sementes pequenas é uma importante estratégia desenvolvida pelas espécies herbáceas invasoras para sobreviver aos estresses impostos pela atividade antrópica nos métodos de controle. Após atingirem o solo, as sementes podem permanecer na superfície ou ser enterradas por meio de vários agentes bióticos ou abióticos, formando, assim, expressivo banco de sementes, que se torna a principal fonte de plantas invasoras nos agroecossistemas.

O banco de sementes no solo é um sistema dinâmico com entradas e saídas. As entradas ocorrem via chuva de sementes, resultado de eficientes mecanismos de dispersão; e as saídas, por meio da germinação, predação e deterioração ou morte das sementes. Esses fatores determinam a quantidade de sementes no solo (GARWOOD, 1989). A diversidade de espécies pode variar, dependendo das práticas de manejo (IKEDA et al., 2008; RICCI et al., 2008).

Pesquisas sobre identificação e quantificação de espécies invasoras germinadas no banco de sementes no solo de áreas cultivadas com culturas anuais e pastagens foram realizadas por diversos autores (SILVA; DIAS-FILHO, 2001; LACERDA et al., 2005; BEGUM et al., 2006; LOPES et al., 2006; GASPARINO et al., 2006; IKEDA et al., 2008; ISAAC; GUIMARÃES, 2008; ANDRADE et al., 2009; COSTA et al., 2009; KAMOSHITA et al., 2010). Entretanto, a maioria das pesquisas foi direcionada para a agricultura comercial, visando ao agronegócio sem a preocupação de gerar conhecimento para a agricultura familiar de subsistência.

Apesar da sua importância ecológica e econômica, o banco de sementes do solo nas regiões tropicais, particularmente nas áreas de agricultura de subsistência da Floresta Ombrófila Aberta com Babaçu no Maranhão, ainda é pouco conhecido. Estudos sobre a ecologia do banco de sementes nos campos agrícolas dessa região são cruciais para subsidiar estratégias de controle.

Os objetivos desta pesquisa foram identificar e quantificar as espécies herbáceas invasoras, bem como avaliar a estrutura das comunidades e a diversidade florística do banco de sementes do solo, em quatro áreas de cultivo de subsistência, nos Municípios de Bacabal, Lago Verde, São Luís Gonzaga e Vitorino Freire, localizados em trechos da Floresta Ombrófila Aberta com Babaçu, no Maranhão, visando fornecer subsídios para programas de manejo integrado de plantas invasoras.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada em áreas representativas de produtores rurais da agricultura de subsistência, praticada em quatro áreas da Floresta Ombrófila Aberta com Babaçu, em sistema de corte e queima da vegetação, sem revolvimento do solo, nos povoados de Boa Esperança (04°12'42,7"S - 44°41'30,5"W), Jussaral (04°06'03,4"S - 44°56'42,9"W), Encruzilhada (04°23'34,8"S - 44°37'19,8"W) e Duas Irmãs (04°09'59,6"S - 45°20'05,4"W), localizados, respectivamente, nos Municípios de Bacabal, Lago Verde, São Luís Gonzaga e Vitorino Freire, no Maranhão.

O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, tropical quente e úmido, com duas estações bem definidas, uma chuvosa, que se estende de janeiro a junho; e outra seca, de julho a dezembro. A temperatura média é de 25 °C, e a precipitação pluvial, em torno de 1.800 mm anuais.

O relevo é plano e suave ondulado, e a altitude varia de 16 a 28 m. Notou-se a presença de morros residuais em alguns trechos. Essas formas foram modeladas nos siltitos, argilitos e, por vezes, arenitos argilosos e folhelhos, que são parte da litologia da Formação Itapecuru, que originaram os Plintossolos, Argissolos e Latossolos, que predominam na região (IBGE, 1997; EMBRAPA, 2008).

Em cada área foram demarcadas 15 parcelas de 50 m², com intervalo de 2 m entre si, perpendicularmente à declividade do solo, conforme metodologia descrita

por Muller-Dombois e Ellenberg (1974). Amostras de solo na profundidade de 0-20 cm foram enviadas para o Laboratório de Solos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Maranhão, para a realização de análises físicas e químicas, de acordo com a metodologia descrita pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2008).

Para o estudo do banco de sementes, foram coletadas seis amostras de solo em cada parcela, com um gabarito de ferro com as dimensões de 25 x 16 x 3 cm, no final da estação seca em 2008, quando já tinha terminado o período reprodutivo das espécies. O dispositivo foi introduzido no solo, sendo retirado todo o material delimitado pelo perímetro interno até a profundidade de 3 cm. O total de amostras foi de 360.

As amostras foram colocadas em sacos plásticos pretos, etiquetadas e transportadas para casa telada, com sombrite de polietileno com 50% de passagem de luz, localizada na Fazenda Escola do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Estadual do Maranhão, em São Luís, onde foram colocadas em bandejas de alumínio de 25 x 16 x 5 cm, no início da estação chuvosa, em 2009. As bandejas foram irrigadas diariamente e perfuradas para facilitar a drenagem.

A cada lote de 90 amostras, foram acrescentadas três bandejas com areia lavada, para servir de controle do ensaio. Isso foi feito devido à possibilidade de eventual contaminação por chuva de sementes de espécies locais. Não foi observada nenhuma contaminação durante o tempo de execução do experimento.

A análise do banco de sementes do solo foi feita pelo método de germinação, conforme metodologia preconizada por Forcella et al. (2003). A identificação das espécies, contagem e retirada de plântulas das bandejas foram feitas a cada 15 dias, durante um período de 130 dias. Aos 60 dias, a irrigação foi suspensa por um período de duas semanas e o solo, revirado com o objetivo de facilitar a germinação das sementes localizadas na parte inferior das bandejas. Foram feitas sete avaliações, sendo quatro antes e três depois do estresse hídrico.

A identificação botânica das espécies foi feita pela análise da morfologia externa das partes vegetativas e reprodutivas e da bibliografia especializada, por comparação com outras espécies já identificadas e também por consultas à especialista do Laboratório de Botânica do Herbário da EMBRAPA Amazônia Oriental.

As espécies que não puderam ser identificadas de imediato foram transplantadas para recipientes plásticos e cultivadas até que atingissem o período de floração. Utilizou-se o sistema de classificação do Angiosperm Phylogeny Group II (APG II, 2003).

Exemplares das espécies foram herborizados por técnicas usuais e incorporados ao acervo do Herbário Rosa Mochele, do Núcleo de Estudos Biológicos, da Universidade Estadual do Maranhão, em São Luís.

Para avaliação da estrutura das comunidades, foram calculados os valores relativos de frequência, densidade, abundância e valor de importância de cada espécie germinada no banco de sementes do solo (MULLER-DOMBOIS; ELLEMBERG, 1974). Utilizou-se o Programa Microsoft Excel, para cálculo dos parâmetros fitossociológicos.

A diversidade florística entre os locais foi calculada por meio do Índice de Diversidade de Shannon (H') (SHANNON; WEAVER, 1949), com base no logaritmo natural, que considera igual peso entre espécies raras e abundantes. Considera-se que, quanto maior o valor de H' , maior a diversidade florística.

Para efeito de análise estatística, foi usado o delineamento inteiramente casualizado. A quantidade de plântulas germinadas no banco de sementes em cada época avaliada de cada local foi analisada por meio da Análise de Variância, aplicando-se o teste F nos locais, cujas médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

Visando detectar os principais padrões de distribuição, similaridade florística e ocorrência das espécies no banco de sementes nas áreas pesquisadas, foi realizada a Análise de Coordenadas Principais, entre os locais e as espécies. A Análise de Coordenadas Principais foi realizada por meio do software MVSP 3.1[®] (KOVACH, 1999).

3. RESULTADOS

Os resultados da análise química do solo revelaram alto teor de matéria orgânica em Bacabal e São Luís Gonzaga e médio e baixo teores em Lago Verde e Vitorino Freire, respectivamente. A acidez do solo foi baixa em todos os locais, exceto em Vitorino Freire, onde o solo teve acidez média. Os níveis de P e K foram baixos em todos os locais, mas os níveis de Ca e Mg foram altos em todas as áreas (Tabela 1).

A germinação em todas as bandejas iniciou-se no quarto dia após o início do estudo na casa telada. Oitenta e cinco por cento das sementes, em média, germinaram antes do estresse hídrico aplicado ao banco de sementes do solo, com a suspensão da irrigação aos 60 dias após o início da avaliação.

O número de sementes germinadas de espécies herbáceas presentes no banco de sementes do solo foi significativamente superior em Bacabal. Esse comportamento ocorreu de forma sistemática durante todo o estudo (Tabela 2).

O pico de germinação em todos os locais avaliados ocorreu logo na primeira avaliação, aos 25 dias após a implantação do estudo de avaliação do banco de sementes na casa telada, exceto em São Luís Gonzaga, onde ocorreu aos 55 dias. A ocorrência dos maiores fluxos entre os primeiros 25 e 55 dias coincidiu com o início da precipitação pluvial na região, desencadeando maior germinação e emergência das herbáceas no banco de sementes do solo. A estabilização ocorreu a partir da quinta avaliação, aos 100 dias após o início do estudo, exceto em Bacabal, onde ainda houve fluxo de germinação nesse período.

No conjunto de amostragem, observaram-se 17.495 indivíduos, pertencentes a 66 espécies, 45 gêneros e 19 famílias (Tabela 3).

Tabela 1 – Resultado da análise química do solo nas áreas pesquisadas nos Municípios de Bacabal, Lago Verde, São Luís Gonzaga e Vitorino Freire, Maranhão.

Table 1 – Results of the soil chemical analysis from research sites in Bacabal, Lago Verde, São Luís Gonzaga and Vitorino Freire, Maranhão State, northeastern Brazil.

Local	M. O.	pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	Na	Al	C
	g dm ⁻³	Ca Cl ₂	mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³				%
Bacabal	26	5,8	5	5,6	40	27	20	9,5	0	1,48
Lago Verde	20	5,6	3	2,5	21	12	16	4,3	0	1,16
São Luís Gonzaga	26	5,7	4	4,5	74	36	19	7,7	0	1,48
Vitorino Freire	10	5,2	2	1,5	17	5	15	2,6	0	0,58

Tabela 2 – Quantidade de sementes germinadas no banco de sementes do solo em áreas de cultivo de subsistência de Bacabal, Lago Verde e São Luís Gonzaga, na Floresta Ombrófila Aberta com Babaçu, no Maranhão.

Table 2 – Amount of germinated seeds in the soil seed bank in subsistence cropping areas in Bacabal, Lago Verde and São Luís Gonzaga in the Ombrophilous Open Forest with Babassu, Maranhão State, Northeast Brazil.

Dias após a implantação do BSS	Locais		
	Bacabal	Lago Verde	São Luís Gonzaga
25	42,97 a	4,75 b	7,20 b
40	25,39 a	2,36 b	6,96 b
55	32,89 a	1,89 b	12,84 b
70	9,39 a	2,36 b	6,49 b
100	15,12 a	1,22 b	3,09 b
115	5,10 a	1,12 a	1,93 a
130	5,52 a	0,71 a	1,39 a

Médias com letras iguais nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Averages followed by the same letter horizontally did not differ significantly from each other, when compared by the tukey test at 5% probability.

As famílias Cyperaceae, Poaceae e Asteraceae tiveram maior riqueza florística com 17, 12 e 6 espécies, respectivamente. Essas famílias contribuíram com 53% das espécies presentes no banco de sementes do solo (Tabela 3).

Os gêneros que mais se destacaram foram *Cyperus*, com nove espécies, *Phyllanthus* com quatro e *Fimbristylis* e *Digitaria* com três espécies cada (Tabela 3).

O banco de sementes do solo apresentou maior riqueza florística em Bacabal com a ocorrência de 50 espécies pertencentes a 34 gêneros e 17 famílias. A maior densidade foi observada também em Bacabal, com 3.206 plantas m⁻²; seguida por São Luís Gonzaga, com 878; Vitorino Freire, com 404; e Lago Verde, com 372 plantas m⁻².

A Análise de Coordenadas Principais revelou forte distanciamento entre Bacabal e os demais locais (Figura 1a). Os menores valores da distância euclidiana foram observados entre Lago Verde e Vitorino Freire, indicando maior similaridade florística no banco de sementes entre esses locais (Figura 1a).

As espécies com os maiores escores no eixo 1 foram: *Lindernia crustacea* (6,57), *Boerhavia erecta* (6,38), *Schoenoplectus juncoides* (4,45), *Scleria lithosperma* (2,74), *Cyperus sphacelatus* (2,25) e *Cyperus iria* (2,31) (Figura 1b). Essas espécies são as que mais se distanciaram do ponto de origem dos eixos ortogonais, indicando que possuem os maiores tamanhos populacionais na comunidade presente no banco de sementes do solo. Isso possibilita fazer previsões sobre futuras infestações dessas espécies nas áreas estudadas.

A espécie mais importante germinada no banco de sementes em Bacabal foi *Ludwigia octovalvis* (VI = 34,8%), com maior contribuição da frequência, densidade e abundância relativas (Tabela 4). Segundo Lorenzi (2008), essa é uma espécie perene. De acordo com Erasmo et al. (2004), essa espécie é encontrada infestando áreas de arroz em cultivo contínuo ou em rotação com soja ou melancia em solos de várzea ou irrigados em Formoso do Araguaia, no Tocantins, onde são formadas altas infestações em forma de reboleira. Segundo Cruz et al. (2009), *Ludwigia octovalvis* é uma das espécies invasoras herbáceas mais importantes em áreas de rotação de arroz, milho e soja.

A espécie *Scleria lithosperma* (VI = 37,0%) foi a mais importante no banco de sementes em Lago Verde, com maior contribuição da densidade relativa. Segundo Amaral et al. (2008), *Scleria lithosperma* é encontrada também infestando áreas de restinga do litoral amazônico no Estados do Pará e do Amapá

Boerhavia erecta foi a espécie mais importante em São Luís Gonzaga e Vitorino Freire (VI = 40,4% e VI = 57,0%, respectivamente), com expressiva contribuição da densidade e frequência relativas. Segundo Lorenzi (2008), *Boerhavia erecta* é uma espécie bianual ou perene, encontrada em todo o território nacional.

A diversidade florística foi maior em Bacabal, com $H' = 2,66 \text{ nats ind}^{-1}$. A ocorrência do maior número de indivíduos e de espécies contribuiu para a maior diversidade florística no banco de sementes desse local.

Tabela 3 – Lista das famílias, espécies e números de indivíduos germinados no banco de sementes do solo em áreas de cultivo de subsistência em Bacabal, Lago Verde, São Luís Gonzaga e Vitorino Freire, Maranhão.

Table 3 – List of families, species and number of individuals germinated in the soil seed bank in subsistence cropping areas in Bacabal, Lago Verde, São Luís Gonzaga and Vitorino Freire, Maranhão State, northeastern Brazil.

Famílias/espécies	Número de indivíduos			
	Bacabal	Lago Verde	São Luís Gonzaga	Vitorino Freire
AMARANTHACEAE				
<i>Alternanthera tenella</i> Colla	-	5	1	2
ASTERACEAE				
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	-	5	-	-
<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk	1	-	-	-
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	-	1	-	-
<i>Emilia coccinea</i> (Sims) G. Don	18	42	53	-
<i>Erechtites hieracifolius</i> (L.) Raf. ex DC.	2	11	10	-
<i>Porophyllum ruderalis</i> (Jacq.) Cass.	-	6	-	-
COMMELINACEAE				
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	95	-	24	-
<i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Brennan	121	-	3	-
CONVOLVULACEAE				
<i>Ipomoea triloba</i> L.	-	-	3	-
CYPERACEAE				
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	19	-	-	-
<i>Cyperus compressus</i> L.	5	-	-	-
<i>Cyperus diffusus</i> L.	49	185	204	-
<i>Cyperus haspan</i> L.	72	-	-	-
<i>Cyperus iria</i> L.	775	40	165	159
<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Rottb. ex Retz.	63	-	-	-
<i>Cyperus meyenianus</i> Kunth	-	-	77	-
<i>Cyperus rotundus</i> L.	-	-	347	-
<i>Cyperus sphacelatus</i> Roth	1228	211	-	-
<i>Fimbristylis autumnalis</i> (L.) Roem. & Schult.	25	-	-	-
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	341	-	-	-
<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl	270	-	-	-
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	11	-	-	-
<i>Pycreus lanceolatus</i> (Poir.) C. B. Clarke	-	-	240	61
<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeck	279	-	-	-
<i>Schoenoplectus juncooides</i> (Roxb.) Palla	1825	183	116	159
<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	371	226	268	11
EUPHORBIACEAE				
<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.	56	6	4	2
FABACEAE				
<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.	10	-	14	-
<i>Crotalaria incana</i> L.	1	-	-	-
<i>Crotalaria retusa</i> L.	1	-	-	-
<i>Crotalaria spectabilis</i> Roth	6	-	24	-
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	15	-	21	-
LAMIACEAE				
<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	17	2	1	12
<i>Ocimum campechianum</i> Mill.	-	2	-	-
LOGANIACEAE				
<i>Spigelia anthelmia</i> L.	9	-	-	-
MALVACEAE				
<i>Sida rhombifolia</i> L.	421	-	42	2
<i>Sida santaremensis</i> H. Monteiro	-	-	2	91
<i>Urena lobata</i> L.	9	1	2	-

Continua ...
Continued ...

Tabela 3 – Cont.

Table 3 – Cont.

NYCTAGINACEAE				
<i>Boerhavia erecta</i> L.	452	14	677	458
ONAGRACEAE				
<i>Ludwigia leptocarpa</i> (Nutt.) H. Hara	103	-	7	-
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P. H. Raven	2159	5	26	19
PHYLLANTHACEAE				
<i>Phyllanthus corcovadensis</i> Muell	23	-	-	1
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	75	1	17	83
<i>Phyllanthus orbicularis</i> Kunth	-	-	3	-
<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	12	-	-	-
<i>Phyllanthus urinaria</i> L.	1	5	-	-
PLANTAGINACEAE				
<i>Lindernia crustacea</i> (L.) F. Muell	1823	147	498	261
<i>Scoparia dulcis</i> L.	-	-	3	4
POACEAE				
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	-	-	14	7
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	2	-	14	6
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	6	-	-	-
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler	47	12	66	15
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	-	-	1	-
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	2	-	-	-
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	-	-	16	1
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	9	2	7	-
<i>Eragrostis ciliaris</i> (Retz.) Koeler	46	4	21	4
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	-	-	1	-
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	281	47	50	6
<i>Panicum trichoides</i> Sw.	16	3	20	38
PORTULACACEAE				
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Willd.	4	69	69	4
RUBIACEAE				
<i>Oldenlandia corymbosa</i> L.	309	96	15	40
<i>Spermacoce verticillata</i> L.	3	3	5	4
SOLANACEAE				
<i>Physalis angulata</i> L.	1	-	1	1
TURNERACEAE				
<i>Turnera subulata</i> Sm.	52	5	9	3
TOTAL	11541	1339	3161	1454

4. DISCUSSÃO

O banco de sementes foi largamente dominado por espécies das famílias Cyperaceae, Poaceae e Asteraceae. Para Holm et al. (1991), essas três famílias são aquelas que têm as espécies herbáceas invasoras mais agressivas e competitivas de áreas cultivadas do mundo. A predominância dessas famílias também foi observada em levantamento fitossociológico realizado em áreas de cultivo de arroz em Formoso do Araguaia, no Tocantins (ERASMO et al., 2004). A formação de banco de sementes representa importante componente de regeneração para muitas espécies da família Cyperaceae (LECK; SCHÜTZ, 2005).

Das 66 espécies registradas, apenas 17 (25,8%), incluindo *Cyperus iria*, *Schoenoplectus juncooides*, *Scleria lithosperma*, *Chamaesyce hirta*, *Hyptis suaveolens*, *Boerhavia erecta*, *Ludwigia octovalvis*, *Phyllanthus niruri*, *Lindernia crustacea*, *Digitaria ciliaris*, *Eragrostis ciliaris*, *Panicum maximum*, *Panicum trichoides*, *Talinum paniculatum*, *Oldenlandia corymbosa*, *Spermacoce verticillata* e *Turnera subulata*, ocorreram em todos os locais, demonstrando grande plasticidade, com capacidade de adaptação a todos os locais pesquisados (Tabela 3).

Segundo Araújo et al. (2005), o padrão de ocorrência de espécies herbáceas no espaço é heterogêneo e

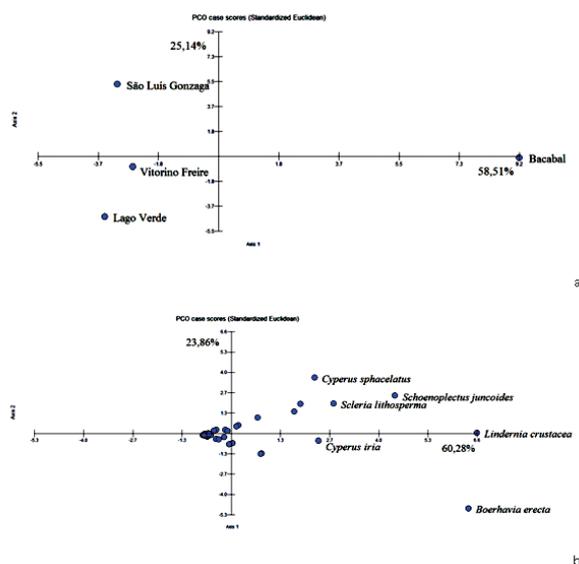


Figura 1 – Diagrama de ordenação da Análise das Coordenadas Principais realizada com o banco de sementes em quatro locais e 66 espécies, usando a distância euclidiana como medida de semelhança. a) Dispersão dos locais. b) Dispersão das espécies. As espécies indicadas estão localizadas, segundo seus escores, nos eixos de ordenação.

Figure 1 – Ordination diagram of the Principal Coordinates Analysis carried out with the seed bank from four places and 66 species using the Euclidean distance as similarity measurement. a) Places dispersion. b) Species dispersion. The species indicated are located according to their scores in the ordination axes.

complexo. Para esses autores, fatores climáticos associados a variações na fertilidade e a existência de micro-habitats no solo podem influenciar o tamanho das populações, chegando até favorecer o surgimento de espécies exclusivas em determinado habitat. Munhoz e Felfili (2006) observaram que algumas espécies podem ter estratégias diferenciadas de estabelecimento no tempo e no espaço. Além disso, nas áreas cultivadas diferenças na ocorrência das espécies invasoras herbáceas podem estar relacionadas ao histórico das áreas e às práticas de manejo das culturas nos locais pesquisados.

Comparando a amplitude dos valores da densidade no banco de sementes entre Bacabal, com 3.206 plantas m^{-2} ; e Lago Verde, com 372 plantas m^{-2} , observou-se que a densidade em Lago Verde foi 8,6 vezes menor que em Bacabal. Isso se deve, provavelmente, às práticas de manejo que o produtor de Lago Verde vem utilizando

nos últimos anos. Ao contrário dos demais, o produtor eliminou a prática de corte e queima da vegetação e mantém os restos culturais como cobertura do solo. Além disso, ele também pratica sucessão de culturas, plantando caupi [*Vigna unguiculata* L. (Walp.)] (Fabaceae) após o arroz (*Oryza sativa* L.) (Poaceae) e também o feijão-guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] (Fabaceae), no início da estação seca, de forma que o solo permanece coberto durante mais da metade do ano, resultando na supressão das espécies herbáceas invasoras, além de promover outros benefícios nas propriedades químicas e físicas do solo.

O maior valor da densidade observado em Bacabal se deve, provavelmente, ao maior teor de umidade presente no solo desse local, pois o estudo foi realizado em uma área de várzea, onde a umidade fica preservada por um período maior do que nos demais locais. Isso pode ter contribuído para manter a viabilidade das sementes por mais tempo. Maia et al. (2004), estudando banco de sementes em campos naturais, também observaram que o teor de umidade do solo foi um dos fatores abióticos mais importantes na determinação do padrão de variação da vegetação. Outros autores também consideraram o teor de água no solo como fator determinante da germinação no banco de sementes de espécies invasoras (MUNHOZ; FELFILI, 2006; VIVIAN et al., 2008).

Em campos agrícolas onde o solo não é revolvido nas operações de preparo para o plantio, como é o caso deste estudo, e também onde o aporte de novas sementes é minimizado, a taxa de declínio dos bancos de sementes pode variar com o tempo e o clima, ocorrendo com maior rapidez nas condições tropicais (GARCIA, 1995).

Nas regiões de clima temperado, segundo Roberts e Feast (1973), a taxa de declínio no banco de sementes é de 32% ao ano. Em contraste, nas regiões tropicais o banco de sementes geralmente é menor e o declínio tende a ser maior, porque ocorre alta taxa de recrutamento de plântulas, devido às condições climáticas favoráveis para germinação por períodos maiores do que nas regiões temperadas; alta mortalidade de sementes pela ação de patógenos e predadores devido às condições de alta umidade e temperatura mais elevada; mortalidade de plântulas devido à germinação em períodos secos e quentes, que podem ocorrer dentro da estação chuvosa (veranicos) e da duração mais curta do período de dormência nas sementes que ocorrem nas regiões tropicais (GARCIA, 1995).

Tabela 4 – Parâmetros fitossociológicos das principais plantas invasoras no banco de sementes do solo em áreas de cultivo de subsistência em Bacabal, Lago Verde e São Luís Gonzaga, Maranhão. FR, DR e AR = Frequência, Densidade e Abundância Relativas; e VI = Valor de Importância.

Table 4 – *Phytosociological parameters of the main invasive species in the soil seed bank in subsistence cropping areas in Bacabal, Lago Verde, and São Luís Gonzaga, Maranhão State, northeastern Brazil. FR, DR, and AR = Relative Frequency, Density and Abundance; and VI = Importance Value.*

Espécie	Bacabal-MA.			
	FR%	DR%	AR%	VI%
<i>Ludwigia octovalvis</i>	7,0	18,7	9,1	34,8
<i>Schoenoplectus juncooides</i>	7,0	15,8	7,7	30,5
<i>Lindernia crustacea</i>	7,0	15,8	7,7	30,5
<i>Cyperus sphaclatus</i>	7,0	10,6	5,2	22,8
<i>Cyperus iria</i>	6,2	6,7	3,7	16,6
<i>Fimbristylis dichotoma</i>	1,2	3,0	8,6	12,8
Espécie	Lago Verde-MA.			
	FR%	DR%	AR%	VI%
<i>Scleria lithosperma</i>	11,6	17,8	7,6	37,0
<i>Cyperus sphaclatus</i>	14,0	16,6	5,9	36,5
<i>Cyperus diffusus</i>	11,0	14,6	6,5	32,1
<i>Schoenoplectus juncooides</i>	6,3	14,4	11,4	32,1
<i>Lindernia crustacea</i>	15,2	11,6	3,8	30,6
<i>Panicum maximum</i>	0,9	3,7	20,5	25,1
Espécie	São Luís Gonzaga-MA.			
	FR%	DR%	AR%	VI%
<i>Boerhavia erecta</i>	13,1	21,4	5,9	40,4
<i>Lindernia crustacea</i>	13,1	15,8	4,3	33,2
<i>Cyperus sphaclatus</i>	6,1	11,0	6,5	23,6
<i>Pycnus lanceolatus</i>	2,0	7,6	13,5	23,1
<i>Scleria lithosperma</i>	8,6	8,5	3,6	20,7
<i>Cyperus diffusus</i>	8,6	6,5	2,7	17,8
Espécie	Vitorino Freire-MA.			
	FR%	DR%	AR%	VI%
<i>Boerhavia erecta</i>	19,0	31,4	6,6	57,0
<i>Lindernia crustacea</i>	19,0	17,9	3,7	40,6
<i>Cyperus iria</i>	9,7	10,9	4,5	25,1
<i>Schoenoplectus juncooides</i>	5,5	10,9	7,9	24,3
<i>Sida santaremensis</i>	12,6	6,2	2,0	20,8
<i>Phyllanthus niruri</i>	9,7	5,7	2,3	17,7

O maior valor de densidade observada neste estudo (3.206 sementes viáveis m⁻² em Bacabal) é pequeno quando comparado com 22.313 sementes m⁻² em áreas de várzea e 6.768 sementes m⁻² em áreas de rotação de cultura (soja, pousio, feijão) encontradas por Carmona (1995), 6.188 sementes m⁻² em cultivo convencional em São Paulo (LACERDA et al., 2005), 48.821 sementes m⁻² na África (BUAH et al., 1996) e 5.313 sementes m⁻² em campos de mandioca no Amazonas (COSTA et al., 2009), mas é maior que a densidade de 451 sementes m⁻² relatadas por Gasparino et al. (2006), em áreas agrícolas no Paraná e de 2.028

sementes m⁻² registradas em áreas de semeadura direta em Mato Grosso, por Isaac e Guimarães (2008).

As diferenças na densidade no banco de sementes do solo podem ser explicadas por diversos fatores, incluindo clima, posição do relevo, teor de umidade do solo, profundidade das amostragens, histórico das áreas e práticas de manejo usadas pelos produtores (MAIA, 2004).

Todas as espécies citadas como predominantes na Tabela 3 são de ocorrência pantropical, o que demonstra grande plasticidade, isto é, a capacidade

de adaptação às condições ambientais adversas, diversos tipos de culturas e sistemas de cultivo, além de tolerância ao estresse imposto por diferentes métodos de controle.

A predominância das espécies no banco de sementes deve estar relacionada não somente às práticas culturais e ao histórico das áreas, mas também à forma e capacidade de reprodução. Todas se propagam por sementes, e *Fimbristylis dichotoma* e *Scleria lithosperma* (Cyperaceae) propagam-se, além de via sementes, por rizomas (LORENZI, 2008).

De acordo com o IRRI (2010), uma única planta de *Ludwigia octovalvis* (Onagraceae) é capaz de produzir 250.000 sementes. Entre as ciperáceas, *Schoenoplectus juncooides* é capaz de produzir, em média, 82.098 sementes m⁻² (LECK; SCHÜTZ, 2005), enquanto *Fimbristylis dichotoma* e *Cyperus iria* podem produzir 6.500 e 5.000 sementes por planta, respectivamente (LORENZI, 2008; IRRI, 2010).

5. CONCLUSÕES

O banco de sementes nos locais estudados apresentava elevado número de plantas germinadas, com 17.495 indivíduos, pertencentes a 66 espécies, 45 gêneros e 19 famílias. As famílias Cyperaceae, Poaceae e Asteraceae são as que apresentaram a maior riqueza florística, com o maior número de espécies.

A composição da comunidade herbácea invasora varia com os locais, sendo a maior densidade de sementes viáveis e a maior diversidade de espécies observadas em Bacabal. A similaridade florística é maior entre Lago Verde e Vitorino Freire do que entre os outros locais.

As espécies mais importantes do banco de sementes do solo nos locais pesquisados são *Ludwigia octovalvis* em Bacabal, *Scleria lithosperma* em Lago Verde e *Boerhavia erecta* em São Luís Gonzaga e Vitorino Freire em razão, provavelmente, da eficiência reprodutiva dessas espécies, por meio de prolífica produção de sementes.

O valor de importância indica que há diferenças na comunidade herbácea invasora do banco de sementes nos locais avaliados, o que indica que técnicas de manejo diferenciado deverão ser consideradas.

Os resultados podem ser utilizados para fazer previsão de infestações de plantas invasoras na região estudada.

Práticas de manejo que dificultem ou evitem a germinação e previnam novos depósitos de sementes no banco, isto é, que evitem a chuva de sementes, deverão ser priorizadas em programas de manejo integrado de espécies invasoras nas áreas de cultivo de subsistência na Floresta Ombrófila Aberta com Babaçu, no Maranhão.

7. REFERÊNCIAS

- AMARAL, D. D. et al. Restingas do litoral amazônico, estados do Pará e Amapá, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v.1, n.3, p.35-67, 2008.
- ANDERSON, A. B.; MAY, P. H.; BALICK, M. J. **The subsidy from nature: palm forests, peasantry, and development on an Amazon frontier**. New York: Columbia University Press, 1991. 230p.
- ANDRADE, M. V. M. et al. Levantamento florístico e estrutura fitossociológica do estrato herbáceo e subarbustivo em áreas de caatinga no Cariri paraibano. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p.229-237, 2009.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP- APG II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.141, n.4, p.399-436, 2003.
- ARAÚJO, E. L. et al. Diversidade de herbáceas em microhabitats rochoso, plano e ciliar em uma área de caatinga, Caruaru, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.19, n.2, p.285-294, 2005.
- BEGUM, M. et al. Seedbank and seedling emergence characteristics of weeds in ricefield soils of the muda granary area in north-west peninsular Malaysia. **Biotropia**, v.13, n.1, p.11-21, 2006.
- BUAH, J. N.; CARSON, A. G.; HAIZEL K. A. The problem of weeds under continuous cropping systems in the scrub and thicket vegetation belt of the Central Region, Ghana, **Ghana Journal of Agricultural Science**, v.29, n.2, p.81-90, 1996.
- CARMONA, R. Banco de sementes e estabelecimento de plantas invasoras em agroecossistemas. **Planta Daninha**, v.13, n.1, p.3-9, 1995.

COSTA, J. R.; MITJA, D.; FONTES, J. R. A. Bancos de sementes de plantas invasoras em cultivos de mandioca na Amazônia central. **Planta Daninha**, v.27, n.4, p.665-671, 2009.

CRUZ, D. L. S. et al. Levantamento de plantas daninhas em área rotacionada com as culturas da soja, milho, e arroz irrigado no cerrado de Roraima. **Revista Agroambiente**, v.3, n.1, p.58-63, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: 2008. 306p.

ERASMO, E. A. L.; PINHEIRO, L. L. A.; COSTA, N. V. Levantamento fitossociológico de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.195-201, 2004.

FORCELLA, F. T.; WEBSTER, T.; CARDINA J. Protocols for weed seed bank determination in agro-ecosystems. In: LABRADA, I. R. (Ed.). **Weed management for developing countries, Addendum I**. FAO – Rome. **FAO Plant Production and Protection Paper**, v.120, p.3-18, 2003.

GARCIA, M. A. Relationship between weed community and soil seed bank in a tropical agro ecosystem, **Agriculture, Ecosystem and Environment**, v.55, n.2, p.139-146, 1995.

GARWOOD, N. C. Tropical soil seed banks: a review. In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. (Ed.) **Ecology of soil seed banks**. San Diego: Academic Press, 1989. p.149-209.

GASPARINO, D. et al. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. **Revista Árvore**, v.30, n.1, p.1-9, 2006.

HOLM, L. G. et al. **The world's worst weeds: distribution and ecology**. Hawaii: University Hawaii Press, 1991. 609p.

IKEDA, F. S. et al. Banco de sementes em cerrado *sensu stricto* sob queimada e sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.6, p.667-673, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA e ESTATÍSTICA – IBGE. **Zoneamento geoambiental do Estado do Maranhão, diretrizes gerais para ordenamento territorial**. Salvador: 1997. 44p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA e ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. SIDRA. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=PA&z=t&o=11>> Acesso em 06 de jun. 2010.

INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE - IRRI. **Rice knowledge bank**. Disponível em: <<http://www.knowledgebank.irri.org/ipm/index.php/weeds-crop-health-2743>> Acesso em: 25 de jan. 2010.

ISAAC, R. A.; GUIMARÃES, S. C. Banco de sementes e flora emergente de plantas daninhas, **Planta Daninha**, v.26, n.3, p.521-530, 2008.

KAMOSHITA, A. et al. Ecophysiological study on weed seed bank and weeds in Cambodian paddy fields with contrasting water availability. **Weed Biology and Management**, v.10, n.4, p.261-272, 2010.

KOVACH, W. L. **MVSP – A multivariate statistical package for Windows**, ver. 3.1. Pentraeth: Kovach Computing Services, 1999. 133p.

LACERDA, A. L. S.; VICTORIA FILHO, R.; MENDONÇA, C. G. Levantamento do banco de sementes em dois sistemas de manejo do solo irrigados por Pivô Central. **Planta Daninha**, v.23, n.1, p.1-7, 2005.

LECK, M. A.; SCHÜTZ, W. Regeneration of Cyperaceae, with particular reference to seed ecology and seed banks **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v.7, n.2, p.95-133, 2005.

LOPES, K. P. et al. Estudo de bancos de sementes em povoamentos florestais puros e em uma capoeira de floresta ombrófila aberta, no município de Areia, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.20, n.1, p.105-113, 2006.



- LORENZI, H. **Plantas invasoras do Brasil: terrestres aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 640p.
- MAIA, F. C. et al. Soil seed bank variation patterns according to environmental factors in a natural grassland. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.2, p.126-137, 2004.
- MAY, P. H. **Palmeiras em chamas – Transformação agrária e justiça social na Zona do Babaçu**. São Luis: EMAPA/FINEP/Fundação Ford, 1990. 328p.
- MITJA, P. H.; FERRAZ, I. D. K. Establishment of babaçu in pastures in Pará, Brazil. **Palms**, v.45, n.3, p.138-147, 2001.
- MULLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**, New York: John Wiley & Sons, 1974. 547p.
- MUNHOZ, C. B. R.; FELFILI, J. M. Fitossociologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma área de campo sujo no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.20, n.3, p.671-685, 2006.
- MUNIZ, F. H. A vegetação da região de transição entre a Amazônia e o nordeste, diversidade e estrutura. In: MOURA, E G., (Ed.) **Agroambientes de transição entre o trópico úmido e o semi-árido do Brasil**. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual de Maranhão. São Luis: UEMA, 2004. p.53-69,
- OLIVEIRA JUNIOR, J. O. L. et al. **Sistema agrícola consorciado para a agricultura familiar do norte do Maranhão**. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/CPAMN/19838/1/CircularTec41.pdf>> Acesso em: 23 de maio de 2010.
- RICCI, M. S. F.; VIRGÍNIO FILHO, E. M.; COSTA, J. R. Diversidade da comunidade de plantas invasoras em sistemas agroflorestais com café em Turrialba, Costa Rica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, 825-834, 2008.
- ROBERTS, H. A.; FEAST, P. M. Changes in the number of viable seeds in the soil under different regimes, **Weed Research**, v.13. n.3, p.298-303, 1973.
- SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1949. 117p.
- SILVA, D. S. M.; DIAS FILHO, M. B. Banco de sementes de plantas invasoras em solo cultivado com pastagens de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola* de diferentes idades, **Planta Daninha**, v.19, n.2, p.179-185, 2001.
- VIVIAN, R. et al. Efeito da luz e da temperatura na germinação de *Alternanthera tenella*, *Conyza bonariensis* e *Digitaria ciliaris*. **Planta Daninha**, v.26, n.3, p.507-513, 2008.