

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

LUCIANA MARANHÃO PESSOA

**VARIAÇÃO ESPACIAL E SAZONAL DO BANCO DE SEMENTES DO
SOLO EM UMA ÁREA DE CAATINGA, SERRA TALHADA, PE**

RECIFE, PE

Fevereiro, 2007

LUCIANA MARANHÃO PESSOA

**VARIAÇÃO ESPACIAL E SAZONAL DO BANCO DE SEMENTES DO
SOLO EM UMA ÁREA DE CAATINGA, SERRA TALHADA, PE**

Dissertação da aluna Luciana Maranhão Pessoa apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco – PPGB/UFRPE, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Botânica.

Orientadora: Dr^a Maria Jesus Nogueira Rodal.

Co-orientador: Dr^o José Ramon Barros Cantalice

RECIFE, PE

Fevereiro, 2007

VARIAÇÃO ESPACIAL E SAZONAL DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM UMA ÁREA DE CAATINGA, SERRA TALHADA, PE

LUCIANA MARANHÃO PESSOA

ORIENTADORA: _____

PROF^ª DR^ª MARIA JESUS NOGUEIRA RODAL

(Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, PE)

CO-ORIENTADOR: _____

PROF^º DR^º JOSÉ RAMON BARROS CANTALICE

(Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, PE)

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora:

Dr^º Fábio Rúbio Scarano (UFRJ)

Dr^ª Elcida de Lima Araújo (UFRPE)

Dr^º Everardo V. S. B. Sampaio (UFPE)

Dr^ª Maria de Fátima de A. V. Santos (UFRPE)

RECIFE - PE

Fevereiro, 2007

À Deus, a minha família, pelo amor compreensão e
força, transformando-me numa vencedora.
Dedico.

“Deus é nosso refúgio e nossa força; mostrou-se amparo nas tribulações. Por isso a terra pode tremer, nada tememos: as próprias montanhas podem se afundar nos mares. Ainda que as águas tumultuem e estuem e venham abalar os montes, Esta conosco o Senhor dos exércitos, nosso protetor é o Deus de Jacó”. (Salmo 45, 2-4).

AGRADECIMENTOS

A força de nossa caminhada vem do Nosso Senhor, nosso Criador, por isso a Ele toda Glória e agradecimento.

Minha família é o grande tesouro que Deus me concedeu, todo que tenho vem do amor que Leobaldo, Marluce, Leandro, Gledson e todos os meus parentes têm por mim.

Na minha vida, aprendi muito com minha orientadora Maria Jesus Nogueira Rodal (Mari), minha “mãe científica” que sempre me apoio, ensinou, aconselhou e me deu força, tenho um grande carinho por você e que Deus te abençoe sempre.

Aos professores Ramon Cantalice e Isabelle Meunier e a aluna Daniele Oliveira, pelo ensinamento e amizade construída no decorrer deste trabalho.

Aos especialistas: Dr^a Bernadete Costa (Capparaceae e Poaceae), Dr. Luciano Paganucci (Fabaceae), Dr^a Rita Pereira (Asteraceae), André Laurênio e Ana (Euphorbiaceae), Elnatan Souza (Rubiaceae), Iranildo Melo (Boraginaceae).

Há pessoas que marcam nossa vida, devido ao seu companheirismo, carinho e amizade, Pedro é uma destas, que lutou junto comigo para a construção deste trabalho, por isso meu eterno e sincero agradecimento.

Aos professores Fábio Scarano (UFRJ), Everardo Sampaio (UFPE), Elcida Araújo (UFRPE) e Maria de Fátima Araújo (UFRPE), pelo enriquecimento deste trabalho na avaliação da pré-banca.

À turma do LAFIT, André Lima (Dé), Airton Cysneiros (de Deus), Jussara Souza, Carol Nunes e Vanessa Costa (Lafitianos) pelo prazer de trabalhar em um ambiente amigo e alegre, pessoas que jamais esquecerei.

Aos meus amigos da turma de Mestrado (UFRPE), André, Maria Carolina, Clarissa, Elifábia, Joabe, Pricila, João, Flávia, Luiza, Suelem e Viviane.

Aos professores Ângelo Giuseppe Chaves Alves e Ana Carolina Borges Lins e Silva (UFRPE) pela suas contribuições na fase inicial do projeto.

Aos funcionários da Rural em especial, Joana e Sr. Mano (Botânica), Gibson, João Paulo e Betânia (Secretaria de Biologia), Margarida (Secretaria de Pós-graduação).

Ao Sr. Jeová, Marinalva, Sr. Mário e Pinheiro (Funcionários da Rural de Serra Talhada) pela grande ajuda nos trabalhos de campo.

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABELAS.....	9
RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA SOBRE BANCO DE SEMENTES.....	12
2.1 Variação espacial e sazonal do banco de sementes.....	14
2.2 Escoamento superficial.....	14
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15
4. ARTIGO A SER ENVIADO A REVISTA ACTA BOTANICA BRASILICA.....	15
Resumo.....	18
Abstract.....	18
Introdução	19
Material e métodos.....	20
Área de estudo.....	20
Caracterização da flora da vegetação.....	20
Métodos de amostragem do banco de sementes do solo.....	21
Metodologia para caracterização do banco de sementes.....	21
Avaliação da erosão hídrica nos tipos de erosão em sulcos e em entressulcos.....	21
Tratamento estatístico.....	22
Resultado.....	22
Composição florística da vegetação local e do banco de sementes.....	22
Variação sazonal da densidade do banco de sementes.....	23
Variação sazonal do banco de sementes em função do tipo de erosão e da posição na encosta.....	23
Discussão.....	23
Composição florística da flora local e do banco de sementes.....	23
Variação sazonal na densidade do banco de sementes.....	24
Variação sazonal do banco de sementes em função do tipo de erosão e posição na encosta.....	25
Considerações finais.....	25
Agradecimentos.....	26
Referências.....	26
ANEXO.....	42
5.1. Normas gerais para publicação de artigos na revista Acta Botanica Brasilica.....	43

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 – Vista da área de estudo no período chuvoso (A) e seco (B), em uma encosta com caatinga, Serra Talhada, PE.....	19
Figura 2 – Esquema coleta do solo e colocação dos pinos de erosão em duas situações topográficas e tipos de escoamento em uma encosta com caatinga, Serra Talhada, PE.....	20
Figura 3 – Fotos da instalação dos pinos de erosão (A) e medição (B), em uma encosta com caatinga, Serra Talhada, PE.....	21
Figura 4 – Número de sementes germinadas por amostra retirada, período chuvoso, em áreas de deposição e remoção do solo pela erosão em entressulcos, em uma encosta com caatinga, Serra Talhada, PE.....	22
Figura 5 – Número de sementes germinadas por amostra retirada, período chuvoso, em áreas de deposição e remoção do solo pela erosão em sulcos, em uma encosta com caatinga, Serra Talhada, PE.....	23

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1 – Famílias e espécies encontradas no banco de sementes e na flora local (FL) de uma encosta em área de caatinga, Serra Talhada, PE. HAB – hábito, (A) arbustos, (Ar) árvores, (H) herbáceas, (S) subarbustos e (T) trepadeiras; PC e PS - números de indivíduos no período chuvoso e no período seco, respectivamente.....	24
Tabela 2 – Proporção dos hábitos das espécies da flora local e do banco de sementes do solo nos períodos chuvoso (PC) e seco (PS), de uma encosta em área de caatinga, Serra Talhada, PE.....	27
Tabela 3 – Número de sementes germinadas das amostras da coleta do solo, no período chuvoso, nos sulcos e entressulcos das partes superior e parte inferior de uma encosta em área de Caatinga, Serra Talhada, PE. Percentagens seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas nas linhas, não diferem significativamente, teste χ^2	28
Tabela 4 – Número de sementes germinadas das amostras da coleta do solo, no período seco, nos sulcos e entressulcos das partes superior e parte inferior de uma encosta em área de Caatinga, Serra Talhada, PE. Percentagens seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas nas linhas, não diferem significativamente, teste χ^2	29
Tabela 5 – Balanço líquido (remoção – deposição) da manutenção de camadas de solo (mm) e cálculo das taxas de erosão em sulcos e entressulcos nas partes superior e inferior de uma encosta, em área de caatinga, Serra Talhada, PE.....	30

RESUMO

Pessoa, Luciana Maranhão. Ms. Universidade Federal Rural de Pernambuco; Fevereiro/2007; **Variação espacial e sazonal do banco de sementes em uma área de Caatinga, Serra Talhada, PE**. Maria Jesus Nogueira Rodal; José Ramon Barros Cantalice.

Este trabalho objetivou compreender a variação sazonal e espacial do banco de sementes da caatinga em duas situações topográficas (encosta superior e inferior) e tipos de erosão (sulcos e entressulcos) em épocas seca e chuvosa. Foram realizadas 60 coletas de amostras de solo e instalados 60 vergalhões de ferro, próximos ao local de cada coleta do solo, no intuito de avaliar o nível de remoção e deposição do solo, nas duas estações climáticas e nos sulcos e entressulcos. A densidade do banco foi avaliada do método de emergência de plântulas. Cerca de 79% das sementes germinadas no banco são herbáceas anuais. A densidade de sementes viáveis germinadas foi maior na época de chuva (5.727,3 sementes/m²) que na época de seca (1.369,0 sementes/m²). A encosta superior apresentou maior número de indivíduos em ambas as épocas. Com relação aos tipos de erosão, houve apenas diferença significativa na época chuvosa, onde os entressulcos apresentaram maior número de sementes e maior remoção do solo. A variação sazonal do banco é registrada em outras áreas áridas e semi-áridas do mundo que também apontam predomínio de herbáceas de ciclo de vida curto e maior densidade no período chuvoso. Possíveis explicações para estes padrões apontam a necessidade de mais estudos sobre erosão de caatinga, uma vez que os resultados dos processos de remoção-deposição diferiram do relatado na literatura.

Palavras-chave: Banco de sementes do solo, caatinga, escoamento, sazonalidade.

ABSTRACT

This study aimed to contribute to the understanding of the seed bank seasonal and spatial variation in two different topographic situations (upper and lower slopes), two types of erosion (rills and interrills) and two periods (dry and rainy seasons) in an area of caatinga located in Serra Talhada municipality, state of Pernambuco (PE). Sixty soil samples were collected and 60 erosion pins were installed near each soil collection spot, in the intention of evaluating the removal level and deposition of the soil, in the two climatic seasons and in the rills and interrills. The bank's density was evaluated by the emerged plantules method. About 79% of the seeds germinated in the bank are herbaceous annual. The density of germinated viable seeds was greater during the rainy (5.727,3 seeds/m²) than in the dry season (1.369,0 seeds/m²), and the upper than in the lower slope in both period. With relationship to the erosion types, there was just at that significant difference rainy season, where the interrills presented greater number of seeds and larger removal of the soil. The seasonal variation of the bank is registered in other arid and semi-arid areas of the world that also point prevalence of herbaceous of short life cycle and larger density in the rainy period. Possible explanations for these patterns point the need of more studies on caatinga erosion, once the results of the removal-deposition processes differed of the told in the literature.

Keywords: Soil seed bank, *caatinga*, runoff, seasonality.

1. INTRODUÇÃO

As paisagens de regiões semi-áridas podem ser vistas como um mosaico de distintos tipos vegetacionais, em praticamente toda a escala de observação. Elas refletem a heterogeneidade de disponibilidade da água no solo, sofrendo influência de diversos fatores como: topografia, propriedades do solo, material de origem e efeitos microclimáticos e mesoclimáticos (Reid *et al.* 1999). Em ambientes com severa restrição hídrica, analisar a variação na distribuição e na concentração de água é importante para determinar os diferentes padrões da vegetação (Wilcox *et al.* 2003). Em uma escala mais detalhada, Berkamps (1998) acrescentou que a vegetação e topografia afetam o escoamento da água que, em última análise, levam a variação espacial e vertical na retenção e disponibilidade da água e de nutrientes no solo, aspectos fundamentais para o funcionamento de um ecossistema.

Neste contexto, pode-se considerar que os níveis de erosão influenciam na fisionomia e estrutura da vegetação, o que possivelmente, deve ser refletido na variação espacial e sazonal da densidade, composição e estrutura no banco de sementes do solo. Warr *et al.* (1993) destacaram a relação dos diferentes tipos de habitats de uma floresta no banco de sementes, ressaltando a importância de conhecê-lo, por sua atuação na estrutura, dinâmica e distribuição espacial e temporal das comunidades vegetais.

Thompson & Grime (1979) comentaram que a variação espacial e sazonal do banco de sementes é bastante significativa e que o banco representa um componente vital para a manutenção da diversidade de uma comunidade vegetal, principalmente das espécies herbáceas.

A compreensão da estrutura e da dinâmica do banco de sementes tem se tornado um grande desafio para os ecólogos vegetais, porque é necessária para determinar o funcionamento das comunidades em um ecossistema (Luzuriaga *et al.* 2005). Considerando uma área de caatinga, com vegetação marcadamente sazonal e diferentes situações topográficas, espera-se encontrar nos diferentes tipos de erosão, variação no banco de sementes, especialmente no período chuvoso.

2. REVISÃO DE LITERATURA SOBRE BANCO DE SEMENTES DO SOLO

Banco de sementes inclui todas as sementes viáveis não germinadas que estão enterradas ou na superfície do solo, capazes de substituir plantas adultas, podendo ser anuais ou perenes, estando susceptíveis a doenças ou serem consumidas por animais, incluindo o homem (Thompson & Grime 1979; Baker 1989; Garwood 1989). Quando a semente cai na superfície do solo, ela pode germinar imediatamente ou persistir no solo ou na sua superfície por curtos ou longos períodos (Thompson 2000). A permanência do banco de sementes no solo é variável podendo ser determinada por suas propriedades físicas e fisiológicas, como velocidade de germinação, dormência e viabilidade (Garwood 1989).

O banco de sementes apresenta duas estratégias para a sua permanência no solo, a temporária e a persistente (Thompson & Grime 1979; Garwood 1989). A temporária é aquela na qual nenhuma semente

apresenta dormência e não fica viável por mais de um ano, sendo composto por sementes de vida curta, principalmente de espécies herbáceas, dispersadas por curtos períodos durante o ano. A persistente é aquela na qual sementes dormentes permanecem viáveis por longos períodos, sendo dispersas em curtos ou longos períodos durante o ano.

Dormência é definida por Cardoso (2004) como a falha de uma semente intacta e viável em germinar sob condições aparentemente favoráveis (suprimento de água, oxigênio e temperatura adequada ao alongamento embrionário). Ela pode ser de três tipos: inata – presente desde a pré-dispersão da semente; induzida – que se instala na semente após a dispersão; ou imposta - quando a semente não germina devido a uma condição adversa do ambiente (Rees 1997; Cardoso 2004).

Simpson *et al.* (1989), estudando a dinâmica do banco de sementes em uma área de floresta tropical, verificaram que a entrada de sementes no banco pode ser determinada pela chuva de sementes e pelo transporte subsequente (dispersão secundária), ou seja, quando as sementes são liberadas pelo próprio fruto, pelo fogo, vento, água e por animais (os três últimos responsáveis por dispersão à longa distância). A saída das sementes pode ser intermediada pela germinação, predação, morte anual por senescência ou transferência para camadas mais profundas do solo, onde a germinação torna-se improvável.

Originalmente, os estudos de banco de sementes eram mais voltados a sua importância econômica, principalmente de espécies de ervas daninhas, já que essas espécies se aproveitam da preparação do solo pelo homem para desenvolver-se em condições ótimas (Thompson & Grime 1979). Entretanto, Warr *et al.* (1993) observaram uma tendência de aumento de estudos sobre o banco de sementes, em função de sua importância para compreensão da estrutura, dinâmica e distribuição espacial e temporal de comunidades.

Diferentes autores têm observado que a principal diferença entre os bancos de sementes de florestas úmidas e de vegetação de regiões áridas e semi-áridas é que os primeiros são compostos quase que exclusivamente por sementes grandes de espécies lenhosas enquanto as segundas são compostas por sementes pequenas de espécies herbáceas e arbustivas (Dupuy & Chazdon 1998; Thompson 2000; López 2003).

A importância do banco de sementes em florestas tropicais tem sido muito discutida, pois não se sabe efetivamente se a regeneração ocorre por meio de sementes dormentes, que estão acumuladas no solo por longo tempo, ou através das sementes que foram dispersas recentemente ou, até, por propagação vegetativa (Garwood 1989).

A revisão apresentada por Luzuriaga *et al.* (2005) mostrou a existência de diferentes estudos sobre o efeito de fatores ambientais na dinâmica do banco de sementes, distribuição espacial do banco de sementes no solo e persistência das sementes no solo. Todavia, os autores afirmaram que quase não existem estudos sobre o potencial regenerativo do banco de sementes.

O banco de sementes, em algumas comunidades, representa a memória de condições prévias, sendo um importante elemento para responder a condições no presente e no futuro de uma comunidade vegetal (Coffin & Lauenroth 1989).

2.1 Variação espacial e sazonal do banco de sementes

Estudando uma área semi-árida no Colorado, Estados Unidos, Coffin & Lauenroth (1989) observaram que o armazenamento de sementes varia no espaço e no tempo. Os autores notaram ainda que a interação entre o efeito da textura do solo e a baixa precipitação, conduz a variação espacial e temporal no banco.

Guo *et al.* (1998), analisando o banco de sementes em quatro áreas no deserto da América do Norte, notaram uma correlação entre o tamanho da semente e a profundidade do solo, mostrando que, na superfície do solo, o número de sementes pequenas foi mais abundante e que, em camadas mais profundas, foram encontradas sementes maiores.

Costa & Araújo (2003), estudando uma área de caatinga do Ceará, analisaram a relação entre o tamanho das sementes e a distribuição no solo. Avaliando a germinação das sementes oriundas de diferentes profundidades verificaram que a densidade do banco de sementes foi maior na camada superficial (serrapilheira), esta distribuição também foi confirmada por Mamede (2003).

2.2 Escoamento superficial

Wilcox *et al.* (2003) consideraram que processos ecológicos e hidrológicos estão especialmente relacionados em ambientes com severas restrições hídricas. Ressaltaram ainda, a importância de compreender a interação entre a água e a vegetação e como a água é distribuída pelo escoamento superficial e armazenada no solo. Para isso, argumentaram que é necessário entender a estrutura da vegetação, a qual por sua vez, modifica a natureza do escoamento.

Sabe-se, que o efeito do escoamento da água no solo acarreta consequências importantes no estabelecimento das plantas na sua fase inicial (García-Fayos & Cerdà 1997), entretanto, pouco se conhece sobre a relação entre a semente e o escoamento, mas o seu entendimento é relevante uma vez que, o escoamento pode influenciar no transporte das sementes depositadas no solo.

Estudo realizado por Berkamps (1998) em regiões semi-áridas, mostrou que a vegetação em moitas e a micro e mesotopografia têm um importante efeito sobre o escoamento. Um desses efeitos é o aumento na taxa infiltração na área entre a vegetação de moitas, o qual reduz o fluxo do escoamento superficial.

O escoamento é definido por Ponce (1989) como toda a água que escoar na superfície da terra, por escoamento laminar ou por escoamento concentrado em canais, córregos e rios. Trata-se de um processo

contínuo, na qual a água flui constantemente de altas para baixas elevações pela ação da gravidade. O autor reconhece três tipos de escoamento: o escoamento superficial - produzido pela chuva efetiva que tem a capacidade de produzir grandes concentrações de fluxos em um curto período de tempo; o interfluxo - fluxo subsuperficial que consiste de um movimento lateral da água no perfil de solo; e o fluxo subterrâneo - processo lento e contínuo, com movimento da água para camadas mais profundas, formando os aquíferos.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baker, H. G. 1989. Some aspects of the natural history of seed banks. Pp. 9-21. In: M. A. Leck; V. T. Parker & R. L. Simpson (eds.). **Ecology of Soil Seed Bank**. London: Academic Press.
- Bergkamp G. A. 1998. Hierarchical view of the interactions of runoff and infiltration with vegetation and microtopography in semiarid shrublands. **Catena** **33**: 201-220.
- Cardoso, V. J. M. 2004. Dormência: estabilidade do processo. Pp. 95-123. In: A. G. Ferreira & F. Borghett (eds.) **Germinação - do Básico ao Aplicado**. Porto Alegre: Artmed.
- Coffin, D. P. & Lauenroth, W. K. 1989. Spatial and temporal variation in the seed bank of a semiarid grassland. **American Journal of Botany** **79** (1): 53-58.
- Costa, R. C. da & Araújo, F. S. de. 2003. Densidade, germinação e flora do banco de sementes no solo, no final da estação seca, em uma área de Caatinga, Quixadá, CE. **Acta Botanica Brasilica** **17** (2): 259-264.
- Dupuy, J. M. & Chazdon, R. L. 1998. Long-term effects of forest regrowth and selective on the seed bank of tropical forests in NE Costa Rica. **Biotropica** **30** (2): 223-237.
- Garía-Fayos, P. & Cerdà, A. 1997. Seed losses by surface wash in degraded Mediterranean environments. **Catena** **29**: 73-83.
- Garwood, N. C. 1989. Tropical soil seed bank: a review. Pp. 149-202. In: M. A. Leck; V. T. Parker & R. L. Simpson (eds.). **Ecology of Soil Seed Banks**. London: Academic Press.
- Guo, Q.; Rundel, P. W. & Goodall, D. W. 1998. Horizontal and vertical distribution of desert seed banks: patterns, causes and implications. **Journal of Arid Environments** **38**: 465-478.
- López, R. P. 2003. Soil seed banks in the semi-arid Prepuna of Bolivia. **Plant Ecology** **168**: 85-92.
- Luzuriaga, A. L.; Escudero, A.; Olano, J. M. & Loidi, J. 2005. Regenerative role of seed banks following an intense soil disturbance. **Acta Oecologica** **27**: 57-66.
- 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**. 68p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Ceará.

Pessoa, L. M. Variação espacial e sazonal do banco...

- Ponce, V. M. 1989. **Engineering Hydrology – Principles and Practices**. Pp. 62-78. Editora Prentice – Hall do Brasil LTDA.
- Rees, M. 1997. Seed dormancy. Pp. 214-238. In: M. J. Crawley (ed.). **Plant Ecology**. Blackwell Science.
- Reid, K. D.; Wilcox, B. P.; Breshears, D. D. & Macdonald, L. 1999. Runoff and Erosion in a Pinon–Juniper Woodland: Influence of Vegetation Patches. **Soil Science Society of American Journal** **63**: 1869–1879.
- Simpson, R. L.; Leck, M. A. & Parker, V. T. 1989. Seed banks: general concepts and methodological issues. Pp. 3-7. In: M. A. Leck; V.T. Parker & R. L. Simpson. (eds.). **Ecology of Soil Seed Bank**, London: Academic Press.
- Thompson, K. & Grime, J. P. 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. **Journal of Ecology** **67**: 893 – 921.
- Thompson, K. 2000. The functional ecology of soil seed bank. Pp. 215-235. In: M. Fenner. (ed.). **Seeds: the Ecology of Regeneration in Plant Communities**, Wallingford: CAB International.
- Warr, S.; Thompson, K. & Kent, M. 1993. Seed bank as a neglected area of biogeographic research: a review of literature and sampling technique. **Progress in Physical Geography** **17** (3): 329-347.
- Wilcox, B. P.; Breshears, D. D. & Allen, C. D. 2003. Ecohydrology of a resource-consering semiarid woodland: effects of scale and disturbance. **Ecological Monographs** **73** (2): 223-239.

4. ARTIGO A SER ENVIADO A REVISTA ACTA BOTANICA BRASILICA

VARIAÇÃO ESPACIAL E SAZONAL DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM UMA ÁREA DE CAATINGA, SERRA TALHADA, PE

Luciana Maranhão Pessoa¹
Maria Jesus Nogueira Rodal²
José Ramon Barros Cantalice³
Isabelle Maria Jacqueline Meunier⁴

RESUMO - (Variação espacial e sazonal do banco de sementes do solo em uma área de caatinga, Serra Talhada, PE). Este trabalho objetivou compreender a variação sazonal e espacial do banco de sementes da caatinga em duas situações topográficas (encosta superior e inferior) e tipos de erosão (sulcos e entressulcos) em épocas seca e chuvosa. Foram realizadas 60 coletas de amostras de solo e instalados 60 vergalhões de ferro, próximos ao local de cada coleta do solo, no intuito de avaliar o nível de remoção e deposição do solo, nas duas estações climáticas e nos sulcos e entressulcos. A densidade do banco foi avaliada pelo método de emergência de plântulas. Cerca de 79% das sementes germinadas no banco são herbáceas anuais. A densidade de sementes viáveis germinadas foi maior na época de chuva (5.727,3 sementes/m²) que na época de seca (1.369,0 sementes/m²). A encosta superior apresentou maior número de indivíduos em ambas as épocas. Com relação aos tipos de erosão, houve apenas diferença significativa na época chuvosa, onde os entressulcos apresentaram maior número de sementes e maior remoção do solo. A variação sazonal do banco é registrada em outras áreas áridas e semi-áridas do mundo que também apontam predomínio de herbáceas de ciclo de vida curto e maior densidade no período chuvoso. Possíveis explicações para estes padrões apontam a necessidade de mais estudos sobre erosão de caatinga, uma vez que os resultados dos processos de remoção-deposição diferiram do relatado na literatura.

Palavras-chave: Banco de sementes do solo, caatinga, escoamento, sazonalidade.

ABSTRACT - (Spatial and sazonal variation of the soil seed bank in an area of caatinga, Serra Talhada, PE). This study aimed to contribute to the understanding of the seed bank seasonal and spatial variation in two different topographic situations (upper and lower slopes), two types of erosion (rills and interrills)

¹ Programa de Pós-graduação em Botânica, UFRPE, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil de Bolsista PPGb/CNPq/UFRPE (lmpbio@yahoo.com.br)

² Departamento de Biologia, UFRPE, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE (mrodal@terra.com.br)

³ Departamento de Agronomia/Solos, UFRPE, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE (cantalic@terra.com.br)

⁴ Departamento de Ciências Florestais, UFRPE, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE (meunier@hotmail.com.br)

and two periods (dry and rainy seasons) in an area of caatinga located in Serra Talhada municipality, state of Pernambuco (PE). Sixty soil samples were collected and 60 erosion pins were installed near each soil collection spot, in the intention of evaluating the removal level and deposition of the soil, in the two climatic seasons and in the rills and interrills. The bank's density was evaluated by the emerged plantules method. About 79% of the seeds germinated in the bank are herbaceous annual. The density of germinated viable seeds was greater during the rainy (5.727,3 seeds/m²) than in the dry season (1.369,0 seeds/m²), and the upper than in the lower slope in both period. With relationship to the erosion types, there was just at that significant difference rainy season, where the interrills presented greater number of seeds and larger removal of the soil. The seasonal variation of the bank is registered in other arid and semi-arid areas of the world that also point prevalence of herbaceous of short life cycle and larger density in the rainy period. Possible explanations for these patterns point the need of more studies on caatinga erosion, once the results of the removal-deposition processes differed of the told in the literature.

Keywords: Soil seed bank, *caatinga*, runoff, seasonality.

Introdução

O entendimento da estrutura e dinâmica do banco de sementes é importante na compreensão da distribuição espacial e sazonal da comunidade vegetal (Warr *et al.* 1993). Especificamente em regiões áridas e semi-áridas, o banco de sementes do solo constitui uma das principais estratégias de sobrevivência das comunidades vegetais, caracterizando-se por apresentar acentuada variação espacial e sazonal na densidade das sementes (Baskin & Baskin 1989; Coffin & Lauenroth 1989; Kemp 1989; López 2003; Facelli *et al.* 2005). Além disso, esses autores afirmaram que o banco de sementes no solo é fortemente influenciado pela precipitação, temperatura e fenologia das espécies.

Berkamps (1998) observou que para compreender em detalhe o funcionamento do banco de sementes em ecossistemas semi-áridos, é necessário avaliar ainda a influência da vegetação e da topografia na variação espacial do escoamento da água. A esse respeito, diferentes autores têm salientado que a variação na energia de transporte de sedimento em função do tipo de escoamento e do relevo influencia os tipos de erosão (Braidá & Cassol 1999; Cassol *et al.* 2004), os quais por sua vez afetam o banco de sementes do solo (García-Fayos & Cèrda 1997).

Estudos sobre escoamento da água no solo têm focalizado principalmente os processos envolvidos no transporte de sedimentos, com poucas pesquisas avaliando sua influência em processos biológicos (Cerdà & García-Fayos 2002). Estes autores observam ainda que pouco se sabe sobre a dinâmica do banco de sementes em função da erosão, apesar de sua importância no processo de colonização e recuperação após a perturbação da vegetação de uma determinada área.

Neste sentido, entender o papel do escoamento de água em processos biológicos como a dinâmica do banco de sementes na vegetação de caatinga no semi-árido do nordeste brasileiro, é de fundamental importância. Trata-se de um tipo vegetacional que ocorre em áreas com baixas precipitações (até 750 mm em 50% do território), irregulares no tempo e no espaço, e concentradas em três a quatro meses consecutivos (Nimer 1989).

Considerando que a vegetação é fortemente influenciada por esta sazonalidade, espera-se encontrar alteração no banco de sementes em função dos tipos de erosão e do relevo. Assim, este trabalho teve por objetivo compreender a variação espacial e sazonal do banco de sementes em uma área de caatinga do sertão pernambucano em duas situações topográficas, uma encosta superior e outra inferior de uma mesma vertente, e dois tipos de erosão, em sulcos e em entressulcos.

Material e métodos

Área de estudo - O estudo foi realizado em uma encosta com aproximadamente 28% de declividade a 500 m de altitude, dentro da estação experimental da Empresa Pernambucana de Pesquisa (IPA), no vale do Pajeú, em Serra Talhada, Pernambuco (38°11'W – 7°49'S). A precipitação média anual é de 679 mm com período seco entre junho e janeiro, chuvas irregulares, concentradas num período anual de quatro a cinco meses. A temperatura média anual é de 24,8°C. O solo da área de estudo foi classificado como eutrófico litólico (Jacomine *et al.* 1973), atualmente denominado NEOSSOLO LITÓLICO (EMBRAPA 1999).

A vegetação de Caatinga da estação (IPA) foi estudada por Ferraz *et al.* (2003), que observou a predominância de arbustos, com alturas de 3-4 m, e poucas árvores alcançando 15 m de altura. Na maioria dos indivíduos, o diâmetro do caule ao nível do solo está entre 2-6 cm, mas há algumas árvores com até 60 cm de diâmetro. O estrato herbáceo é espaçado e é composto na sua maioria por plantas anuais que crescem durante a estação chuvosa (Fig. 1 A e B).

Caracterização da flora da vegetação - Para caracterizar a flora da vegetação da área de estudo, foram realizadas coletas de plantas em outubro e novembro de 2005 e em abril, maio e junho de 2006. O material botânico coletado foi identificado seguindo os procedimentos usuais (Mori *et al.* 1989), adotando o sistema de Cronquist (1981). O material identificado foi incorporado ao acervo do herbário Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Houve ênfase particular nas espécies herbáceas, por ser um componente de maior densidade no banco de sementes (Costa & Araújo 2003; Mamede 2003).

Métodos de amostragem do banco de sementes do solo - Amostras de solo foram coletadas nas estações chuvosa (maio de 2005) e seca (novembro de 2005), em duas situações da encosta com sinais de erosão, uma na parte superior convexa e outra na parte inferior côncava. Em cada situação foram escolhidos sistematicamente três sulcos de escoamento superficial, isto é, incisões na superfície do solo ocasionadas pelo escoamento concentrado acarretado pelas chuvas locais, e três entressulcos (áreas entre os sulcos) onde predomina o escoamento laminar (Cantalice 2002), totalizando seis sítios de erosão em cada situação topográfica (Fig. 2). Em cada sítio de erosão foram coletadas cinco amostras de solo com o auxílio de um cilindro de aço de 12,5 cm de diâmetro e 5 cm de altura. As cinco amostras foram coletadas em uma linha reta no sentido da vertente com o ponto central da cada uma delas distanciando 1 m do outro ponto central imediatamente abaixo. Ao todo, considerando as duas estações, as duas situações, os dois tipos de erosão, os seis sítios e as cinco amostras, foram realizadas 120 coletas do solo. Cada amostra de solo foi acondicionada, individualmente, em saco plástico de 1000 ml.

Metodologia para caracterização do banco de sementes - As amostras de solo foram levadas para casa de vegetação e a montagem do experimento ocorreu após três dias da coleta do solo. Esta amostragem tem por finalidade acompanhar a emergência de plântulas (Dalling *et al.* 1994). Cada amostra foi distribuída em fina camada (aproximadamente 0,5 cm) sobre um leito de vermiculita fina em bandeja plástica (45 x 30 x 7 cm) e mantidas em casa de vegetação da UFRPE, que é coberta com telhas de fibras e protegida nas laterais com tela de nylon de malha de 1 mm, sob temperatura ambiente (em torno de 23°C), durante três meses. O solo contido nas bandejas foi irrigado diariamente, com água comum. A vermiculita serviu para manter a umidade do interior das bandejas e favorecer a germinação das sementes (Mamede 2003).

Durante os três meses de incubação das amostras, as plântulas emergentes das bandejas plásticas foram contadas diariamente, etiquetadas com números individuais, anotando-se o número do ponto (sítio) e a data de germinação, e classificadas em monocotiledôneas ou dicotiledôneas. Após dois ou três dias depois da germinação, as plântulas foram transplantadas para recipientes plásticos individuais de 200 ml, preenchidos com solo. Depois de transplantadas, as plântulas permaneceram nos recipientes durante alguns meses para acompanhamento do crescimento até floração/frutificação visando identificação taxonômica. O material identificado foi incorporado ao acervo do herbário PEUFR.

Avaliação da erosão hídrica nos tipos de erosão em sulcos e em entressulcos - A determinação das taxas de erosão hídrica nos 60 pontos de coleta foi feita pelo método dos pinos (Hudson 1995), que avalia a mudança de nível da superfície do solo, através de medidas periódicas do nível da superfície por um conjunto de pinos. Estas medidas consistem na avaliação da remoção dos sedimentos do solo (através da

ação de impacto da chuva e do escoamento) e da deposição dos sedimentos do solo (transportados pelo escoamento superficial).

Os pinos foram constituídos de vergalhões de ferro com 10 cm de comprimento, enterrados no solo até uma marca de 8 cm, ficando apenas 2 cm acima da superfície. O monitoramento consistiu em medição, com auxílio de paquímetro, da camada removida ou depositada de cada pino, 12 meses após sua instalação (Fig. 3 A e B).

O cálculo das taxas de erosão, obtido através da medição dos pinos, foi realizado a partir da espessura de solo removido e/ou depositado (**mm** transformada em **m**) multiplicada pela área total dos sítios ($0,7363 \text{ m}^2$) monitorada em processo de erosão em sulcos e em entressulcos. Estes valores resultaram no volume (**m³**) de solo erodido ou depositado, que multiplicado pela densidade do solo (**Kg/m³**) (ver EMBRAPA 1997), expressam o total de solo perdido por erosão hídrica. O solo perdido em **Kg** dividido pela área **m²**, representou as perdas de solo em **Kg/m²**, expressos também em **Mg/ha**.

Tratamento estatístico - A densidade de sementes do banco foi expressa em sementes germinadas por metro quadrado (**sem/m²**), conforme Baskin & Baskin (1989). A influência dos períodos (seco e chuvoso) na densidade do banco de sementes foi analisada pelo teste *t* de Student, no nível de 1% de significância, comparando as médias de número de sementes obtidas de amostras nos dois períodos coletados nos sulcos e entressulcos. Os efeitos da posição topográfica do terreno e do tipo de erosão na abundância do banco de sementes foram analisados pelo teste de χ^2 (qui-quadrado) com 5% de probabilidade.

Os dados de densidade de germinação dos sítios e os dados de erosão (remoção e deposição) foram plotados em diagramas de dispersão seguindo as recomendações de Hyams (2006).

Resultados

Composição florística da vegetação local e do banco de sementes - As coletas realizadas na vegetação da área de estudo e nas proximidades, compreenderam 16 famílias, 25 gêneros e 27 espécies (Tab. 1), sendo Capparaceae, Fabaceae e Mimosaceae as famílias com maior número de espécies (três espécies cada). Cerca de 30% das famílias apresentaram apenas uma espécie. Com relação aos hábitos, cerca de 85% das espécies foram classificadas lenhosas/sublenhosas, incluindo subarbustos, arbustos, árvores e trepadeiras lenhosas. A maior proporção (45%) ocorreu no hábito arbóreo e a menor (15%) no hábito herbáceo (Tab. 2).

Durante o período de incubação em casa de vegetação germinaram 5225 sementes, distribuídas em 22 famílias, 37 gêneros e 42 espécies, sendo Poaceae a família de maior riqueza com sete espécies (16,7%). Cerca de 79% das espécies foram classificadas como herbáceas, contra 21% de lenhosas/sublenhosas, incluindo subarbustos, arbustos, árvores e trepadeiras lenhosas (Tab. 2). Esta

predominância de espécies herbáceas ocorreu tanto no período chuvoso (83%) quanto no seco (72%). Apenas 7% das espécies foram comum entre o banco de sementes e a flora local.

Variação sazonal da densidade do banco de sementes - Dos 5225 sementes que germinaram nas amostras de solo, 4217 ocorreram no período chuvoso e 1008 no período seco, correspondendo a uma densidade de 5.727 ± 1.308 sem/m² e 1.369 ± 745 sem/m², respectivamente. As diferenças entre as médias de sementes obtidas de amostras nos dois períodos (seco e chuvoso) de coleta, nos sulcos e entressulcos, foram considerados significativos ($t = 6,74$ e $7,87$, respectivamente com $P < 0,01$). Tais diferenças se devem a questão no número de sementes germinadas no sulco e entressulcos como será apresentada mais adiante.

O número de espécies que apresentaram um ou duas sementes germinadas foi semelhantes entres os períodos. A variação na densidade nos dois períodos se deve basicamente a *Heliotropium procumbens*, uma vez que 78% das sementes que germinaram do período chuvoso pertenceram e esta espécie.

Variação sazonal do banco de sementes em função do tipo de erosão e da posição na encosta - O teste de χ^2 aplicado aos números de sementes germinadas no banco no período chuvoso indicou efeito significativo no tipo de erosão nos entressulcos ($\chi^2 = 128,8$ $P < 0,01$) (Tab. 3). Além disso, houve maior densidade do banco na parte superior da encosta ($\chi^2 = 53$, $P < 0,01$).

No período seco, a densidade de sementes que germinaram no banco foi significativamente inferior que no período chuvoso. O teste χ^2 aplicado os números de sementes nos dois tipos de erosão foram semelhantes ($\chi^2 = 3,81$ $p > 0,05$), mas a densidade foi maior na parte superior que na parte inferior ($\chi^2 = 7,68$ $p < 0,01$), como no período chuvoso (Tab. 4).

A Figura 4 e a Tabela 5 mostram uma maior remoção do solo nos entressulcos. Já nos sulcos, a remoção e deposição do solo ocorreram em proporções equivalentes (Fig. 5 e Tab. 5). Tais diferenças se devem a questão do transporte de sedimentos nos dois tipos de erosão, como será discutido mais adiante.

Discussão

Composição florística da flora local e do banco de sementes - A composição florística da flora local pode ser considerada típica de caatinga, com a presença de diversas espécies em comum com o trabalho apresentado por Ferraz *et al.* (2003) em outro ponto da estação do IPA. Apenas cinco espécies foram comuns ao banco de sementes do solo e a flora local. É possível que este baixo número esteja relacionado a fatores como o método de avaliação empregado ou esforço amostral. No método de emergência de plântulas, contaram-se apenas os indivíduos germinados o que difere do método de contagem direta das sementes. No caso do esforço amostral, deve-se salientar que a distribuição das coletas do solo estava

direcionada a responder a pergunta deste trabalho que é a influência do tipo de erosão no banco de sementes.

Assim como na área de estudo, Poaceae foi à família de maior riqueza de espécies no banco de sementes do solo no estudo de Costa & Araújo (2003) e a segunda mais rica no estudo de Mamede (2003), ambos estudos realizados em áreas de caatinga do Ceará. O número total de espécies no banco de sementes estudado por aqueles autores (40 e 52 espécies, respectivamente) foi próximo ao da área de estudo (42).

A predominância de espécies herbáceas, em ambos os períodos, e a reduzida contribuição de espécies lenhosas no banco de sementes também foram relatados por outros autores que trabalharam em regiões áridas (Henderson *et al.* 1988; Guo *et al.* 1998) e semi-áridas (Thompson & Grime 1979; Costa & Araújo 2003; Mamede 2003; Figueroa *et al.* 2004). Como a grande maioria das espécies nestas regiões é de anuais, esta maior riqueza pode ser justificada. Além disso, as herbáceas anuais, por completarem seu ciclo de vida em um curto período e posteriormente liberarem suas sementes, mantêm a renovação do estoque de suas sementes no solo, garantindo sua ocupação na área (Costa & Araújo 2003).

Variação sazonal na densidade do banco de sementes - A densidade do banco de sementes da área de estudo esteve abaixo do intervalo de 8.000 a 40.000 sem/m² relatado por para regiões áridas (Kemp 1989). Porém, outros estudos em regiões semi-áridas, empregando o método de emergência de plântulas, têm mostrado que a densidade de sementes varia em torno de 807 a 2.642 sem/m² (Coffin & Lauenroth, 1989; Costa & Araújo 2003; Mamede 2003). Estes resultados mostram que os valores da densidade do banco de sementes de caatinga (Costa & Araújo 2003; Mamede 2003), são relativamente semelhantes a este estudo. Além disso, é possível considerar que diferenças nos métodos de amostragem podem ocasionar diferenças acentuadas nos valores da densidade do banco, fato já mencionado por Warr *et al.* (1989).

A maior parte dos autores que estudaram banco de sementes em duas ou mais estações climáticas ao longo do ano, em regiões áridas e semi-áridas encontraram, assim como na área de estudo, maior densidade e riqueza na estação chuvosa (Kemp 1989; Ghermandi 1997; Facelli *et al.* 2005) enquanto apenas Coffin & Lauenroth (1989) relatam maiores valores na estação seca. Vale a pena ressaltar que este é o primeiro trabalho sobre variação sazonal de banco de sementes de caatinga.

Em regiões semi-áridas, no período favorável, grande parte das plantas brota, floresce e frutifica, liberando assim suas sementes para a formação do banco até a sua germinação (Costa & Araújo 2003). Sendo assim, esperava-se encontrar maior número de sementes depositadas no banco no período seco o que não ocorreu já o maior número de sementes foi registrado na estação chuvosa. Possíveis explicações podem estar relacionadas com a longevidade das sementes e/ou predação/herbivoria. No caso da

longevidade das sementes deve-se destacar que no banco de sementes predominaram herbáceas de ciclo anual as quais tende a apresentar longevidade curta. No caso da predação/herbivoria as sementes podem ter sido atacadas por animais como pássaros, pequenos roedores, insetos e organismos do solo. A questão da herbivoria no banco de sementes também foi observada na revisão apresentada por Kemp (1989) que relatou cerca de 70 a 95% das sementes e plantas são afetadas por herbívoros. Outro aspecto que deve ser investigado trata da longevidade das sementes.

Variação sazonal do banco de sementes em função do tipo de erosão e posição na encosta - Analisando a influência da topografia no escoamento da água, onde sedimentos são escoados pelo fluxo da água através da gravidade da encosta, espera-se encontrar mais sedimentos na parte inferior (Braidá & Cassol 1999; Cassol *et al.* 2004). Assim, se considerarmos que o fluxo de água transporta sedimentos e sementes, também haveria maior densidade na parte inferior. Todavia, este padrão não se revelou, uma vez que, houve maior densidade parte superior da encosta. Uma possível explicação pode estar associada à rugosidade hidráulica (*sensu* Braidá & Cassol 1999; Cassol *et al.* 2004), a qual retém o transporte de sedimento através de resíduos vegetais, fragmentos de rocha e outras partículas de maior tamanho. Assim, se a rugosidade fosse maior na encosta superior, haveria maior retenção de sementes. Todavia, a ausência de medidas de rugosidade dificulta conclusões mais afirmativas.

Analisando a influência do tipo de erosão (sulco e entressulcos) no transporte de sedimentos, esperou-se que nos entressulcos houvesse menor remoção, uma vez que, neste tipo de erosão há uma menor quantidade de energia disponível para o transporte (Cantalice 2002). Assim, se considerarmos que o fluxo de água transporta sedimentos do solo e também sementes, seria esperado maior densidade nos entressulcos. De fato a maior densidade dos entressulcos se justifica pelo fato da lâmina de escoamento deste tipo de erosão ser rasa e ter pouca capacidade de transporte (Gerits *et al.* 1990; Everaert 1991).

Ao contrário do esperado, houve maior remoção de sedimentos no entressulcos. É possível supor que o fato das taxas de erosão nos entressulcos serem maiores que no sulco pode decorrer do balanço líquido de erosão nos sulcos (remoção-deposição), isto é, a quantidade de energia disponível nos sulcos para transporte em parte foi dissipada pela deposição de solo oriundo dos entressulcos, resultando numa menor remoção de solo nos sulcos. Todavia, para conclusões mais definitivas sobre a questão da menor remoção nos sulcos seria necessário estudos hidráulica do solo.

Considerações finais

Os dados apresentados confirmaram que o banco de sementes do solo em áreas de caatinga é formado basicamente por espécies herbáceas e que no período seco a densidade de sementes esta em torno de 800 a 1.500 sem/m². Revelam ainda há uma acentuada variação sazonal, a qual pode estar

relacionada a diversos fatores como: longevidade da semente, predação/herbivoria, entre outros. Esta sazonalidade também é registrada em outras regiões áreas áridas e semi-áridas do mundo que também apontam predomínio de herbáceas de ciclo de vida curto e maior densidade no período chuvoso.

Este estudo mostrou que existe uma forte relação entre densidade do banco de sementes e o escoamento da água uma vez que, os entressulcos apresentaram densidade quatro vezes maior que os sulcos. Além disso, a topografia também teve influência na densidade com a encosta superior tendo valores estatisticamente distintos e maiores que a parte inferior da encosta. Possíveis explicações para estes padrões apontam para a necessidade de mais estudos sobre erosão de caatinga, uma vez que, os resultados encontrados para os processos de remoção-deposição algumas vezes diferiram do esperado.

Este trabalho mostra de forma clara que o banco de sementes da caatinga responde fortemente ao tipo de erosão. Todavia, deve-se considerar que para mostrar a importância desse banco, ter-se-ia que analisar sua influência em distintos processos ecológicos como fragmentação, sucessão, etc. Além disso, os dados apresentados e discutidos apontam ainda que à baixa relação na composição de espécies do banco de sementes e da flora local, pode esta relacionada a fatores metodológicos. Assim propõe-se que futuros trabalhos avaliem de forma crítica a questão metodológica.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos taxonomistas Luciano Paganucci (UEFS), Iranildo Melo (UFRPE), Maria de Fátima Lucena (UFPE), Elnatan Souza (UEFS), pelas identificações botânicas. Aos professores Ângelo Giuseppe Chaves Alves e Ana Carolina Borges Lins e Silva (ambos UFRPE) pela suas contribuições na fase inicial do projeto e a aluna de Pós-Graduação em Solos Maria Daniela Oliveira Silva.

Referências bibliográficas

- Baskin, J.M. & Baskin, C.C. 1989. Physiology of dormancy and germination in relation to seed bank ecology. Pp. 53-65. In: M.A. Leck; V.T. Parker & R.L. Simpson. (eds.). **Ecology of soil seed bank**. London: Academic Press.
- Bergkamp G.A. 1998. Hierarchical view of the interactions of runoff and infiltration with vegetation and microtopography in semiarid shrublands. **Catena** **33**: 201–220.
- Braida, J.A. & Cassol, E.A. 1999. Relações de erosão em entressulcos com o tipo e a quantidade de resíduo vegetal na superfície do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** **23**: 711-721.

Pessoa, L. M. Variação espacial e sazonal do banco...

- Cantalice, J.R.B. 2002. **Escoamento e erosão em sulcos e entressulcos em distintas condições superficiais do solo**. 141p. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Cassol, E.A.; Cantalice, J.R.B.; Reichert, J.M. & Mondardo, A. 2004. Escoamento superficial e desagregação o solo em entressulcos em solo franco-argilo-arenoso com resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **39**: 685-690.
- Cerda, A. & García-Fayos, P. 2002. The influence of seed size and shape on their renewal by water erosion. **Catena** **48**: 293-301.
- Coffin, D.P. & Lauenroth W.K. 1989. Spatial and temporal variation in the seed bank of a semiarid grassland. **American Journal of Botany** **76** (1): 53-58.
- Costa, R.C. da & Araújo, F.S. de. 2003. Densidade, germinação e flora do banco de sementes no solo, no final da estação seca, em uma área de Caatinga, Quixadá, CE. **Acta Botanica Brasílica** **17** (2): 259-264.
- Cronquist, A. 1981. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press. Pp. 1262.
- Dalling, J. W.; Swaine, M.D. & Garwoods, N.C. 1994. Effect of soil depth on seedling emergence in tropical soil seed bank investigations. **Functional Ecology** **9**: 119-121.
- EMBRAPA. 1997. **Manual de Métodos de Análise de solo**. Pp. 212. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa em Solos.
- EMBRAPA. 1999. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Pp. 412. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
- Everaert, W. 1991. Empirical relations for the sediment transport capacity of interrill flow. **Earth Surface and Landforms** **16**: 513-532.
- Facelli, J. M.; 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.
- Ferraz, E.M.N.; Rodal, M.J.N. & Sampaio, E.V.S.B. 2003. Physiognomy and structure of vegetation along an altitudinal gradient in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Phytocoenologia** **33** (1): 71-92.
- Figuroa, J.A.; Teillier, S. & Jaksic, F.M. 2004. Composition, size and dynamics of the seed bank in a mediterranean shrubland of Chile. **Austral Ecology** **29**: 574-584.
- García-Fayos, P. & Cerdà, A. 1997. Seed losses by surface wash in degraded Mediterranean environments. **Catena** **29**: 73-83.
- Gerits, J.J.P.; Lima, J.L.P.D & Broek, T.M.W.V.D. 1990. Overland flow and erosion. Pp. 173-214. In: M. G. Anderson & T. P. Burt. **Process studies in hillslope hydrology**. Chichester: John Wiley & Sons.

Pessoa, L. M. Variação espacial e sazonal do banco...

Ghermandi, L. 1997. Seasonal patterns in the seed bank of a grassland in north-western Patagonia. **Journal of Arid Environments** **35**: 215-224.

Guo, Q.; Rundel, P.W. & Goodall, D.W. 1998. Horizontal and vertical distribution of desert seed banks: patterns, causes and implications. **Journal of Arid Environments** **38**: 465-478.

Henderson, C.B.; Petersen, K.E. & Redak, R.A. 1988. Spatial and temporal patterns in the seed bank and vegetation of a desert grassland community. **Journal of Ecology** **76**: 717-728.

Hudson, N. 1995. **Soil Conservation**. 3ª ed. Ames: Iowa State University Press. Pp. 391.

Hyams, D. 2006. **A comprehensive curve fitting system for Windows**. Disponível em: <<http://curveexpert.webhop.biz/>>. Acesso em: 22 de agosto.

Jacomine, P.K.T.; Cavalcanti, A.C.; Burgos, N.; Pessoa, S.C.P. & Silveira, C.O. 1973. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. 2 v. Divisão de Pesquisa Pedológica, Recife: (Boletim Técnico, 26 – Pedologia, 14).

Kemp, P.R. 1989. Seed bank and vegetation processes in deserts. Pp. 257-280. In: M.A. Leck; V.T. Parker & R.L. Simpson. (eds.). **Ecology of soil seed bank**. London: Academic Press.

López, R.P. 2003. Soil seed banks in the semi-arid Prepuna of Bolivia. **Plant Ecology** **168**: 85-92.

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**. 68 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Ceará.

Mori, S.A.; Silva, L.A.M. & Lisboa, G. *et al.* 1989. **Manual de manejo do herbário fanerogâmico**. Ilhéus: Centro de Pesquisa do Cacau. Pp. 104.

Nimer, E. 1989. Climatologia do Brasil. IBGE – SUPREN, 2º ed. Rio de Janeiro.

Thompson, K. & Grime, J.P. 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. **Journal of Ecology** **67**: 893 – 921.

Warr, S.; Thompson, K. & Kent, M. 1993. Seed bank as a neglected area of biogeographic research: a review of literature and sampling technique. **Progress in Physical Geography** **17**(3): 329-347.

Lista de Figuras

Figura 1 – Vista da área de estudo no período chuvoso (A) e seco (B), em uma encosta com caatinga, Serra Talhada, PE.

Figura 2 – Esquema coleta do solo e colocação dos pinos de erosão em duas situações topográficas e tipos de escoamento em uma encosta com caatinga, Serra Talhada, PE.

Figura 3 – Fotos da instalação dos pinos de erosão (A) e medição (B), em uma encosta com caatinga, Serra Talhada, PE.

Figura 4 – Número de sementes germinadas por amostra retirada, período chuvoso, em áreas de deposição e remoção do solo pela erosão em entressulcos, em uma encosta com caatinga, Serra Talhada, PE.

Figura 5 – Número de sementes germinadas por amostra retirada, período chuvoso, em áreas de deposição e remoção do solo pela erosão em sulcos, em uma encosta com caatinga, Serra Talhada, PE.



Figura 1.

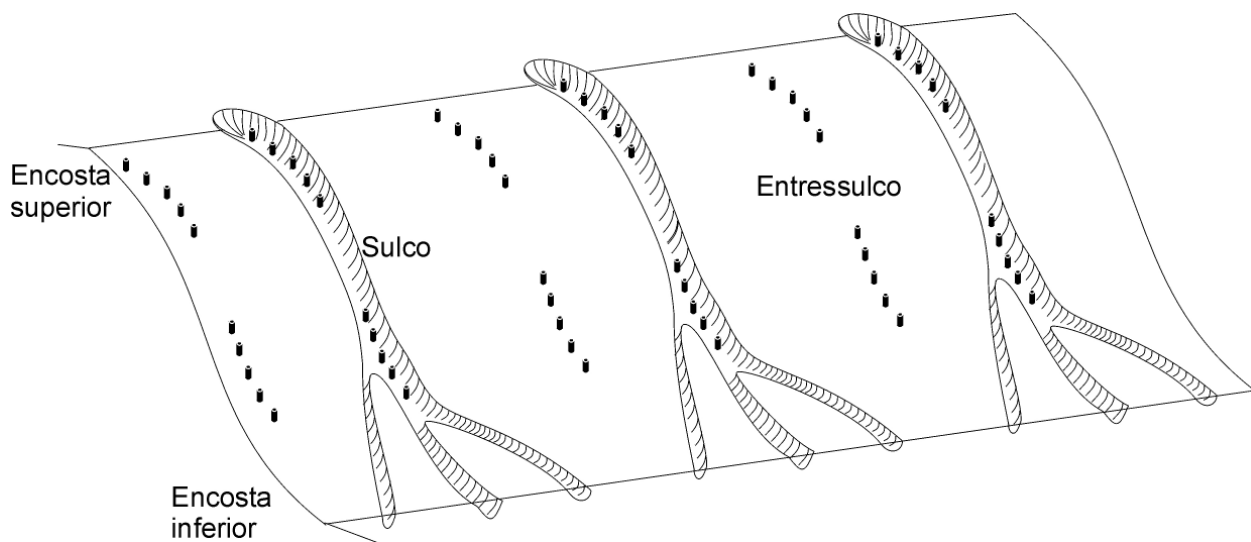


Figura 2.



Figura 3.

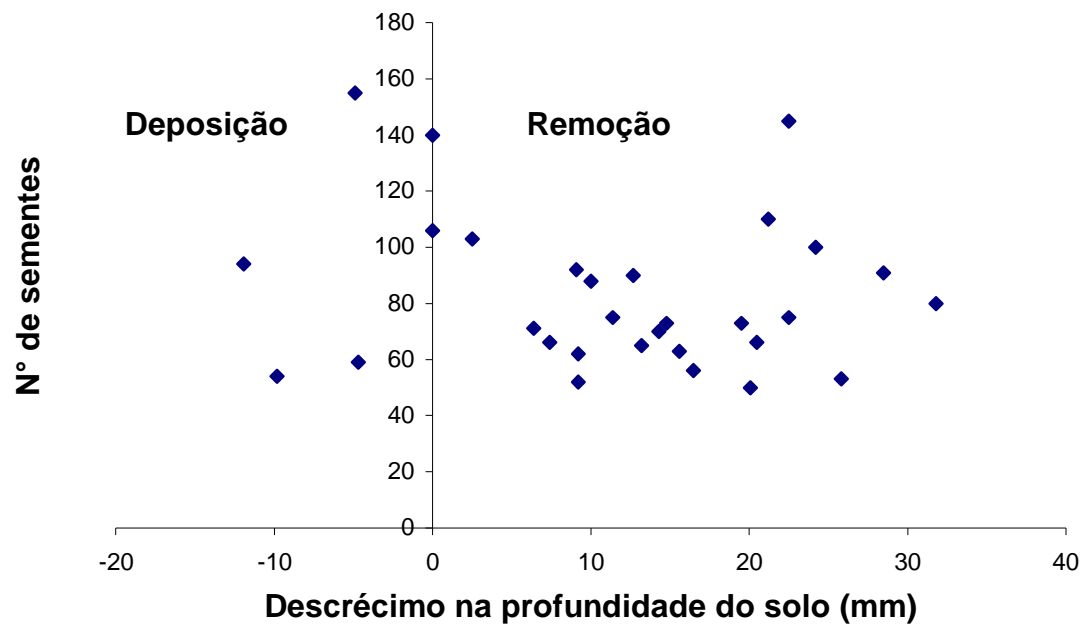


Figura 4.

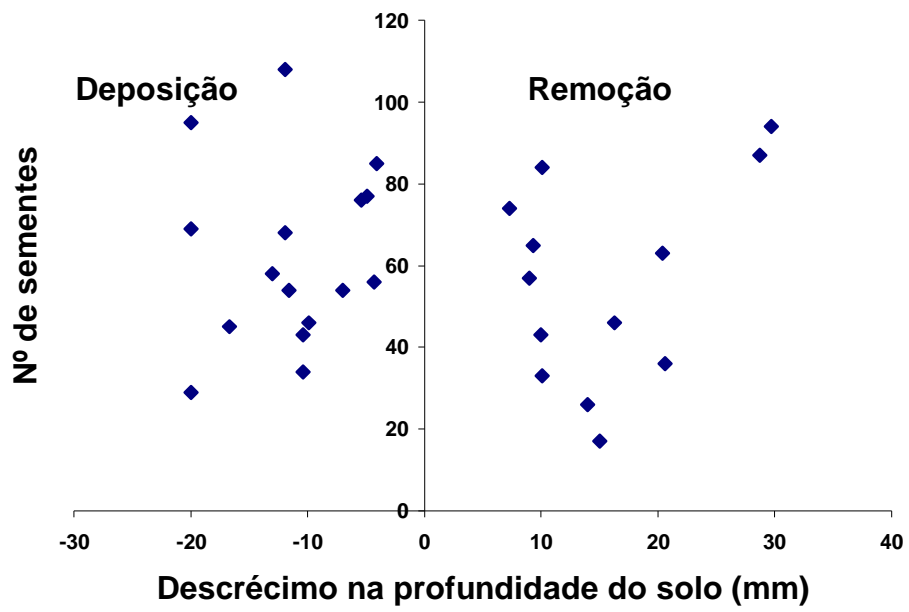


Figura 5.

Tabela 1 – Famílias e espécies encontradas no banco de sementes e na flora local (FL) de uma encosta em área de caatinga, Serra Talhada, PE. HAB – hábito, (A) arbustos, (Ar) árvores, (H) herbáceas, (S) subarbustos e (T) trepadeiras; PC e PS - números de indivíduos no período chuvoso e no período seco, respectivamente.

Famílias / Espécies	FL	HAB	PC	PS
Monocotiledônea				
Commelinaceae				
<i>Commelina</i> sp	X	H		
Cyperaceae				
<i>Cyperus eragrostis</i> Lam.		H	1	0
Poaceae				
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.		H	10	15
<i>Enteropogon mollis</i> (Nees.) Clayton		H	1	0
<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R. Br.		H	63	60
<i>Eragrostis glomerata</i> (Waater) L. H. Dewey		H	2	0
<i>Eragrostis pilosa</i> (L.) P. Beauv.		H	2	4
<i>Tragus berteronianus</i> Schult.		H	0	1
Poaceae A		H	0	9
Dicotiledônea				
Amaranthaceae				
<i>Amaranthus spinosus</i> L.		H	6	10
<i>Gomphrena demissa</i> Mart.		H	3	14
Anacardiaceae				
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	X	Ar		
Asteraceae				
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	X	H	31	19
<i>Gnaphalium indicum</i> L.		H	45	0
<i>Porophyllum lanceolatum</i> DC.	X	H		
Boraginaceae				
<i>Cordia leucocephala</i> Moric.	X	A		
<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray		H	10	1
<i>Heliotropium procumbens</i> Mill.		H	3330	158
Capparaceae				
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	X	Ar		
<i>Capparis hastata</i> Jacq.	X	Ar		
<i>Capparis jacobinae</i> Moric. ex Eichler	X	A		
Convolvulaceae				
<i>Jacquemontia</i> cf. <i>ferruginea</i> Choisy	X	T		
<i>Merremia</i> sp		H	1	0
Euphorbiaceae				
<i>Acalypha poiretii</i> Spreng.		H	0	2
<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.		H	2	5
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	X	A		
<i>Manihot</i> sp	X	Ar		
Fabaceae				
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	X	Ar	0	2

Continuação Tabela 1

<i>Pithecellobium dulce</i> Benth.	X	Ar	1	2
<i>Senna rizzini</i> H.S. Irwin & Barneby	X	Ar		
Fabaceae A		T	1	1
Indeterminada 1				
Indeterminada 1		0	98	136
Convolvulaceae Indeterminada 2				
Indeterminada 2		T	0	59
Lamiaceae				
<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Port.		H	2	0
Malpighiaceae				
<i>Ptilochaeta</i> sp	X	A		
Malpighiaceae A	X	S		
Malvaceae				
<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky	X	S		
<i>Herissantia</i> sp		S	0	1
Malvaceae B		S	3	0
<i>Sida</i> sp	X	S	0	2
Molluginaceae				
<i>Mollugo verticilata</i> L.		H	243	91
Mimosaceae				
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	X	Ar		
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	X	Ar		
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	X	Ar		
Nyctaginaceae				
<i>Boerhavia diffusa</i> L.		H	3	1
<i>Guapira laxa</i> (Netto) Furlan.	X	Ar		
Onagraceae				
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven		H	6	1
Polygalaceae				
<i>Polygala paniculata</i> L.	X	H		
Portulacaceae				
<i>Portulaca elatior</i> Mart. ex Rohrb.		H	7	76
<i>Portulaca umbraticola</i> H. B. K.		H	11	87
Rhamnaceae				
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	X	Ar		
Rubiaceae				
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham & Schltldl.) Stlud.		H	19	9
Rubiaceae A		H	1	0
Sapindaceae				
<i>Cardiospermum corindum</i> L.	X	T		
Schrophulariaceae				
<i>Angelonia</i> cf. <i>salicariaefolia</i> Bonph.		H	2	0
<i>Scoporia dulcis</i> L.		H	224	29
<i>Stemodia maritima</i> L.		H	18	0
<i>Stemodia pratensis</i> (Aubl.) C. P. Cowan		H	1	0
Solanaceae				
<i>Solanum americanum</i> Mill.		H	5	0

Continuação Tabela 1

Sterculiaceae

Melochia tomentosa L. X A 2 2

Waltheria rotundifolia Schrank X A

Tiliaceae

Corchorus hirtus L. H 0 2

Verbenaceae

Lantana sp. A 11 3

Zygophyllaceae

Kallstroemia tribuloides Wight & Arn. H 4 8

Tabela 2 – Proporção dos hábitos das espécies da flora local e do banco de sementes do solo nos períodos chuvoso (PC) e seco (PS), de uma encosta em área de caatinga, Serra Talhada, PE.

Proporção dos hábitos		Herbáceas	Trepadeiras	Subarbusto	Arbusto	Árvore
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Flora Local		15	7	11	22	45
Banco de sementes	PC	83	5,5	3	5,5	3
	PS	72,4	7	7	6,8	6,8
	PS e PC	79	4,7	6,9	4,7	4,7

Tabela 3 – Número de sementes germinadas das amostras da coleta do solo, no período chuvoso, nos sulcos e entressulcos das partes superior e parte inferior de uma encosta em área de Caatinga, Serra Talhada, PE. Percentagens seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas nas linhas, não diferem significativamente, teste χ^2 .

Posição	Entressulcos	sulco	Total	%
Inferior	1117	754	1871	44,4 a
Superior	1360	986	2346	55,6 b
Total	2477	1740	4217	
%	58,7 A	41,3 B		

Tabela 4 – Número de sementes germinadas das amostras da coleta do solo, no período seco, nos sulcos e entressulcos das partes superior e parte inferior de uma encosta em área de Caatinga, Serra Talhada, PE. Percentagens seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas nas linhas, não diferem significativamente, teste χ^2 .

Posição	Entressulcos	Sulcos	Total	%
Inferior	236	224	460	45,6 a
Superior	299	249	548	54,4 b
Total	535	473	1008	
%	53,1 A	46,9 A		

Tabela 5 – Balanço líquido (remoção – deposição) da manutenção de camadas de solo (mm) e cálculo das taxas de erosão em sulcos e entressulcos nas partes superior e inferior de uma encosta, em área de caatinga, Serra Talhada, PE.

Posição de Encosta	Número de sementes (Sem/amostra)	Camada (mm)	Erosão (Mg/ha)
Erosão em entressulcos			
Parte superior	90.667	9.493	126.038
Parte inferior	74.467	11.743	157.666
média	82.567	10.618	141.852
Erosão em sulcos			
Parte superior	67.533	8.253	117.398
Parte inferior	50.267	5.479	79.970
média	58.900	6.866	98.684

ANEXO

5. Normas gerais para publicação de artigos na Acta Botanica Brasilica

1. A **Acta Botanica Brasilica** (**Acta bot. bras.**) publica artigos originais em Português, Espanhol e Inglês.
2. Os artigos devem ser concisos, **em quatro vias, com até 25 laudas**, seqüencialmente numeradas, incluindo ilustrações e tabelas (usar fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço entre linhas 1,5; imprimir em papel tamanho A4, margens ajustadas em 1,5cm). A critério da Comissão Editorial, mediante entendimentos prévios, artigos mais extensos poderão ser aceitos, sendo o excedente custeado pelo(s) autor(es).
3. Palavras em latim no título ou no texto, como por exemplo: *in vivo*, *in vitro*, *in loco*, *et al.* devem estar em itálico.
4. O título deve ser escrito em caixa alta e baixa, centralizado, e deve ser citado da mesma maneira no Resumo e Abstract da mesma maneira que o título do trabalho. Se no título houver nome específico, este deve vir acompanhado dos nomes dos autores do táxon, assim como do grupo taxonômico do material tratado (ex.: Gesneriaceae, Hepaticae, etc.).
5. O(s) nome(s) do(s) autor(es) deve(m) ser escrito(s) em caixa alta e baixa, todos em seguida, com números sobrescritos que indicarão, em rodapé, a filiação Institucional e/ou fonte financiadora do trabalho (bolsas, auxílios etc.). Créditos de financiamentos devem vir em **Agradecimentos**, assim como vinculações do artigo a programas de pesquisa mais amplos, e não no rodapé. Autores devem fornecer os endereços completos, evitando abreviações, elegendo apenas um deles como Autor para correspondência. Se desejarem, todos os autores poderão fornecer e-mail.
6. A estrutura do trabalho deve, sempre que possível, obedecer à seguinte seqüência:

RESUMO e **ABSTRACT** (em caixa alta e negrito) - texto corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo e com cerca de 200 palavras. Deve ser precedido pelo título do artigo em Português, entre parênteses. Ao final do resumo, citar até cinco palavras-chave à escolha do autor, em ordem de importância. A mesma regra se aplica ao Abstract em Inglês ou Resúmen em Espanhol.

Introdução (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): deve conter uma visão clara e concisa de: a) conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado; b) problemas científicos que levou(aram) o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho; c) objetivos.

Material e métodos (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): deve conter descrições breves, suficientes à repetição do trabalho; técnicas já publicadas devem ser apenas citadas e não descritas. Indicar o nome da(s) espécie(s) completo, inclusive com o autor. Mapas - podem ser incluídos

se forem de extrema relevância e devem apresentar qualidade adequada para impressão. Todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para a análise de dados em **Resultados** deve, obrigatoriamente, estar descrito no item **Material e métodos**.

Resultados e discussão (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): podem conter tabelas e figuras (gráficos, fotografias, desenhos, mapas e pranchas) estritamente necessárias à compreensão do texto. Dependendo da estrutura do trabalho, resultados e discussão poderão ser apresentados em um mesmo item ou em itens separados.

As figuras devem ser todas numeradas seqüencialmente, com algarismos arábicos, colocados no lado inferior direito; as escalas, sempre que possível, devem se situar à esquerda da figura. As tabelas devem ser seqüencialmente numeradas, em arábico com numeração independente das figuras.

Tanto as figuras como as tabelas devem ser apresentadas em folhas separadas (uma para cada figura e/ou tabela) ao final do texto (originais e 3 cópias). Para garantir a boa qualidade de impressão, as figuras não devem ultrapassar duas vezes a área útil da revista que é de 17,5 x 23,5 cm. Tabelas - Nomes das espécies dos táxons devem ser mencionados acompanhados dos respectivos autores. Devem constar na legenda informações da área de estudo ou do grupo taxonômico. Itens da tabela, que estejam abreviados, devem ter suas explicações na legenda.

As ilustrações devem respeitar a área útil da revista, devendo ser inseridas em coluna simples ou dupla, sem prejuízo da qualidade gráfica. Devem ser apresentadas em tinta nanquim, sobre papel vegetal ou cartolina ou em versão eletrônica, gravadas em .TIF, com resolução de pelo menos 300 dpi (ideal em 600 dpi). Para pranchas ou fotografias - usar números arábicos, do lado direito das figuras ou fotos. Para gráficos - usar letras maiúsculas do lado direito.

As fotografias devem estar em papel brilhante e em branco e preto. **Fotografias coloridas poderão ser aceitas a critério da Comissão Editorial, que deverá ser previamente consultada, e se o(s) autor(es) arcar(em) com os custos de impressão.**

As figuras e as tabelas devem ser referidas no texto em caixa alta e baixa, de forma abreviada e sem plural (Fig. e Tab.). Todas as figuras e tabelas apresentadas devem, obrigatoriamente, ter chamada no texto.

Legendas de pranchas necessitam conter nomes dos táxons com respectivos autores. Todos os nomes dos gêneros precisam estar por extenso nas figuras e tabelas. Gráficos - enviar os arquivos em Excel. Se não estiverem em Excel, enviar cópia em papel, com boa qualidade, para reprodução.

As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, devem ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Usar unidades de medida de modo abreviado (Ex.: 11 cm; 2,4 µm), o número separado da unidade, com exceção de porcentagem (Ex.: 90%).

Escrever por extenso os números de um a dez (não os maiores), a menos que seja medida. Ex.: quatro árvores; 6,0 mm; 1,0 4,0 mm; 125 exsicatas.

Em trabalhos taxonômicos o material botânico examinado deve ser selecionado de maneira a citarem-se apenas aqueles representativos do táxon em questão e na seguinte ordem: **PAÍS. Estado:** Município, data, fenologia, coletor(es) número do(s) coletor(es) (sigla do Herbário).

Ex.: **BRASIL. São Paulo:** Santo André, 3/XI/1997, fl. fr., Milanez 435 (SP).

No caso de mais de três coletores, citar o primeiro seguido de *et al.* Ex.: Silva *et al.* (atentar para o que deve ser grafado em CAIXA ALTA, Caixa Alta e Baixa, caixa baixa, **negrito**, *itálico*). Chaves de identificação devem ser, preferencialmente, indentadas. Nomes de autores de táxons não devem aparecer. Os táxons da chave, se tratados no texto, devem ser numerados seguindo a ordem alfabética. Ex.:

1. Plantas terrestres

2. Folhas orbiculares, mais de 10 cm diâm.2. *S. orbicularis*

2. Folhas sagitadas, menos de 8 cm compr.4. *S. sagittalis*

1. Plantas aquáticas

3. Flores brancas 1. *S. albicans*

3. Flores vermelhas 3. *S. purpurea*

O tratamento taxonômico no texto deve reservar o itálico e o negrito simultâneos apenas para os nomes de táxons válidos. Basiônimo e sinonímia aparecem apenas em itálico. Autores de nomes científicos devem ser citados de forma abreviada, de acordo com índice taxonômico do grupo em pauta (Brummit & Powell 1992 para Fanerógamas). Ex.:

1. *Sepulveda albicans* L., Sp. pl. 2: 25. 1753.

Pertencia albicans Sw., Fl. bras. 4: 37, t. 23, f. 5. 1870.

Fig. 1-12.

Subdivisões dentro de Material e métodos ou de Resultados e/ou discussão devem ser escritas em caixa alta e baixa, seguida de um traço e o texto segue a mesma linha. Ex.: Área de estudo - localiza se ... Resultados e discussão devem estar incluídos em conclusões.

Agradecimentos (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): devem ser sucintos; nomes de pessoas e Instituições devem ser por extenso, explicitando o porquê dos agradecimentos.

Referências bibliográficas

- Ao longo do texto: seguir esquema autor, data. Ex.:

Pessoa, L. M. Variação espacial e sazonal do banco...

Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva et al. (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997).

- Ao final do artigo: em caixa alta e baixa, deslocado para a esquerda; seguir ordem alfabética e cronológica de autor(es); **nomes dos periódicos e títulos de livros devem ser grafados por extenso e em negrito**. Exemplos:

Santos, J. 1995. Estudos anatômicos em Juncaceae. Pp. 5-22. In: **Anais do XXVIII Congresso Nacional de Botânica**. Aracaju 1992. São Paulo, HUCITEC Ed. v.I.

Santos, J.; Silva, A. & Oliveira, B. 1995. Notas palinológicas. Amaranthaceae. **Hoehnea** 33(2): 38-45.

Silva, A. & Santos, J. 1997. Rubiaceae. Pp. 27-55. In: F.C. Hoehne (ed.). **Flora Brasílica**. São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

Para maiores detalhes consulte os últimos fascículos rescentes da Revista, ou os links da mesma na internet: www.botanica.org.br. ou ainda artigos on line por intermédio de www.scielo.br/abb.

Não serão aceitas Referências bibliográficas de monografias de conclusão de curso de graduação, de citações de simples resumos simples de Congressos, Simpósios, Workshops e assemelhados. Citações de Dissertações e Teses devem ser evitadas ao máximo; se necessário, citar no corpo do texto. Ex.: J. Santos, dados não publicados ou J. Santos, comunicação pessoal.