

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

LÍGIA GOMES FERREIRA DE SOUZA

**Efeito de ações antrópicas e sazonalidade sobre o banco de
sementes de uma mata ciliar em Floresta Tropical Sazonal
Seca (Caatinga)**

Recife, PE

2016

LÍGIA GOMES FERREIRA DE SOUZA

Efeito de ações antrópicas e sazonalidade sobre o banco de sementes de uma mata ciliar em Floresta Tropical Sazonal Seca (Caatinga)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Biologia Vegetal.

Orientador: Prof^a Dr^a. Jarcilene Silva de Almeida-Cortez

Recife, PE

2016

Catálogo na fonte

Elaine Barroso

CRB 1728

Souza, Lígia Gomes Ferreira de

Efeito de ações antrópicas sobre o banco de sementes de uma mata ciliar em floresta tropical sazonal seca (Caatinga) / Lígia Gomes Ferreira de Souza – Recife: O Autor, 2016.

52 folhas: fig., tab.

Orientadora: Jarcilene Silva de Almeida-Cortez

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Biologia vegetal, 2016.

Inclui referências

- 1. Fitogeografia 2. Plantas da caatinga 3. Banco de sementes
I. Almeida-Cortez, Jarcilene Silva de (orientadora) II. Título**

581.9

CDD (22.ed.)

UFPE/CCB-2016-328

LÍGIA GOMES FERREIRA DE SOUZA

**Efeito de ações antrópicas e sazonalidade sobre o banco de
sementes de uma mata ciliar em Floresta Tropical Sazonal
Seca (Caatinga)**

APROVADA EM 25/02/2016

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Jarcilene Silva de Almeida-Cortez (Orientadora) – UFPE

Prof. Dr. Kleber Andrade da Silva – UFPE-CAV

Dr. Marcos Gabriel Figueiredo Mendes – UFPE

SUPLENTE:

Dr. Marciel Teixeira de Oliveira – UFPE

Dra. Júlia Caram Sfair - UFPE

Recife, PE

2016

Aos meus pais, Fátima e Souza, por todo esforço
dispensado a mim e ao meu irmão, Júnior, pelo
exemplo de força e amor à família

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por iluminar meus caminhos e decisões durante toda minha vida.

Aos meus pais, Fátima e Souza, por todo amor. Por esse amor tão grande, que nunca vou vivenciar maior. Amor que como consequência resultou em tanto apoio durante toda minha vida, em especial nesses dois últimos anos. Foram anos de poucas alegrias, muita luta e muita tristeza. Grande tristeza. Sem esse amor, eu não estaria em pé e com certeza não teria sido capaz de concluir este trabalho. Meus pais, vocês são pessoas maravilhosas, em suas diferentes maneiras e gestos, mas gigantemente maravilhosas. Tenho a certeza que devo tudo a vocês e serei eternamente agradecida.

À minha irmã Cecília, pela amizade, apoio e cumplicidade. Apesar dos pesares, sempre podemos contar uma com outra e superar tudo. Faço tudo por você.

À toda minha família, minhas irmãs, sobrinhas, tias, primos e primas e também aos amigos mais próximos. Passamos por um grande baque e aos poucos vamos melhorar, porque estamos juntos, sempre nos apoiando. Sempre amei muito cada um e sempre soube que família é tudo de mais importante na vida. Mas nesses últimos anos, vocês minha família, se superaram. Amo tanto cada um e preciso ainda mais de cada um. Não tenho palavras para expressar os meus sentimentos, mas um muito obrigada a vocês.

À Rodrigo, pessoa que chegou na minha vida e transformou tudo. Meu amigo, meu companheiro, meu amor e meu gordinho. Muito obrigada por simplesmente existir na minha vida e de ser tão importante pra você me fazer/ver feliz.

À minha orientadora, Jarcilene Silva de Almeida Cortez, pela oportunidade de desenvolver este trabalho. Obrigada pela orientação, ajuda e confiança.

Aos colegas de laboratório, mais do que um simples obrigado. Com certeza vocês me ajudaram a passar pelas dificuldades de uma forma menos sofrível. Obrigada por toda ajuda no desenvolvimento do trabalho, debatendo sobre questões e tirando dúvidas; pela descontração, conversas e brincadeiras no laboratório, tão importantes para a minha sanidade mental. Muito obrigada a todos!!

Um obrigada que acredito não ser suficiente, não importa quantas vezes eu diga. Fernanda, o que seria de mim sem você?! Sempre disposta a ajudar, me acompanhou em todas coletas. No trabalho pesado, nunca reclamou, pelo contrário, sempre com bom

humor e tonando os dias de campo menos pesados. Obrigada por me socorrer nas horas mais difíceis e pela amizade.

À Gyslainne, a IC sênior do lab. Um anjo que caiu do céu e veio direto para a casa de vegetação me ajudar. Ganhei não só um IC, ganhei uma amiga. Gy, muito obrigada por estar ao meu lado todo esse tempo. Obrigada pela ajuda, que foi tamanha que é impossível de descrever aqui. Obrigada pelas conversas, pelas brincadeiras, pelos brigadeiros. Você é sensacional e sou muito grata por ter tido você comigo ao longo desse trabalho.

À Hiram, colega de laboratório sempre às ordens. Obrigada pela ajuda durante todo o trabalho e também pelas brincadeiras e palhaçadas que sempre suavizava o dia.

Aos meus antigos e novos colegas de turma. Vocês são pessoas incríveis! Ter vocês como companheiros foi uma delícia. Muito obrigada Bruno, Fernando, Sil, Silvia, Lucas, Camila, Robson e Dani pela amizade e apoio. Estaremos sempre juntos na luta contra as falsianes.

Às minhas princesas do Elas por Elas, melhores amigas da vida. Vocês são tudo! Obrigada pelo amor e pelas fotos de baixa qualidade. Amo muito vocês.

À Seu Adão, que salvou minha pele tantas vezes em campo. Que pessoa maravilhosa tive a chance de conhecer. Muito obrigada pelas conversas, risadas, almoços, jantares e até mesmo um teto para dormir.

À Seu Acássio, Aldenora e Jô. Obrigada pela oportunidade de poder trabalhar com vocês.

Ao projeto suporte: Interplay between the multiple use of water reservoirs via innovative coupling of substance cycles in aquatic and terrestrial ecosystems (INNOVATE), pela oportunidade de trabalhar com um tema tão interessante para mim e ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) pelo auxílio financeiro para a execução do trabalho.

Aos órgãos de fomento. Ao CNPq pela bolsa concebida e a FACEPE (APQ – 0842-2.05/12) pelo suporte financeiro ao projeto.

Por fim, gostaria de agradecer a todos os meus amigos, familiares e àqueles que direta ou indiretamente me ajudaram na realização desse trabalho.

RESUMO

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

Palavras-chave: Sucessão secundária, composição florística, diversidade de espécies, herbáceas, mata ripária, semiárido.

ABSTRACT

The presence of rivers has always been one of the primary conditions for the establishment of human groups, and the activities of these groups have caused major environmental impoverishment. In the Caatinga, where the meteorological characteristics are considered extreme and rainfall patterns are very irregular, the vegetation along the riverbanks finds itself in a situation of loss of biodiversity. Thus, the objective of this study was to generate information which could contribute in future recovery projects of riparian forests in semi-arid regions by evaluating the soil seed bank of three locations (Preserved, Intermediate, Degraded) under different land uses in a caatinga region. Forty soil samples were collected randomly in each area at the end of the dry and rainy seasons and evaluated through the germination method. At the end of the experiments, 23,651 viable seeds were observed and 80.5% of these germinated during the first month. There were found 89 species, where 50 of them were of herbaceous found. Families who stood out were Poaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Fabaceae and Solanaceae. The highest density of seeds occurred at the end of the dry season, with the Preserved area featuring a density 3.7 times greater than the Intermediary. The Shannon diversity index showed decreasing behavior and significant for the areas, from the dry season to the rainy season. Thus, the seed bank primarily provides pioneer species and there is a limitation of species belonging to the most advanced stages.

Keywords: Secondary succession, floristic composition, species diversity, herbaceous, riparian forests, semi-arid.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	11
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
<i>Sucessão ecológica e Banco de sementes</i>	<i>13</i>
<i>Matas Ciliares</i>	<i>15</i>
<i>Recuperação das Matas Ciliares</i>	<i>17</i>
<i>Caatinga</i>	<i>18</i>
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
MANUSCRITO	26
ABSTRACT	27
INTRODUÇÃO	28
MATERIAIS E MÉTODOS	29
<i>Área de estudo</i>	<i>29</i>
<i>Banco de sementes</i>	<i>30</i>
<i>Amostragem do banco de sementes</i>	<i>30</i>
<i>Caracterização do banco de sementes</i>	<i>30</i>
<i>Identificação das plântulas</i>	<i>30</i>
<i>Dados complementares</i>	<i>30</i>
<i>Análises Estatísticas</i>	<i>31</i>
RESULTADOS	31
<i>Germinação e Densidade</i>	<i>31</i>
<i>Composição Florística</i>	<i>33</i>
<i>Diversidade e Similaridade Florística</i>	<i>39</i>
DISCUSSÃO	40
<i>Germinação e Densidade</i>	<i>40</i>
<i>Composição Florística</i>	<i>41</i>
<i>Diversidade e Similaridade Florística</i>	<i>43</i>
<i>Recuperação das Matas Ciliares</i>	<i>43</i>
AGRADECIMENTOS	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

APRESENTAÇÃO

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

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

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

A presença de cursos d’água sempre foi condição vital para o estabelecimento de grupos humanos e por isso estão fortemente sob o efeito das atividades antrópicas. Por serem áreas consideradas bastante produtivas, a vegetação é suprimida por diferentes

motivos, dentre eles, a instalação de atividades agrícolas e pecuárias (Price e Lovett, 2002), levando a perda da diversidade terrestre e aquática, e causando impactos sociais e econômicos (Barbosa, 2006). Isso ocorre porque estas atividades às margens de rios estão relacionadas a um retorno econômico rápido (Nascimento, 2001), o que em zonas rurais carentes e que ainda além, sofrem com a sazonalidade e irregularidade das chuvas, se torna única escolha. As matas ciliares foram intensivamente convertidas em culturas agrícolas e pastagens nos últimos 500 anos, afetando o regime de chuvas e causando o assoreamento de córregos e de grandes rios (Coimbra-Filho e Câmara, 1996).

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

Atividades humanas têm causado grande empobrecimento ambiental da Caatinga (Leal *et al.*, 2005), especialmente na vegetação ciliar que se encontra descaracterizada florística e estruturalmente (Araújo, 2009).

A caatinga é um domínio fitogeográfico caracterizado por uma vegetação arbóreo-arbustiva, com grande ocorrência de espinhos, microfilia e aspectos xerofíticos (Leal *et al.*, 2005); por um regime de chuvas bastante irregular, com 50% - 70% concentrada em três meses consecutivos; por temperatura média anual, níveis de radiação solar e evaporação elevados; e apresenta elevados níveis de endemismo de espécies vegetais (Prado, 2003; Leal *et al.*, 2005; Santos *et al.*, 2011).

A caracterização do banco de sementes é capaz de produzir conhecimento para a criação de políticas e estratégias para a restauração, aumentando as chances de sucesso na recuperação de áreas degradadas (Caldato *et al.*, 1996; Gomma, 2012; Yang e Li,

2013). Portanto, este trabalho teve por objetivo avaliar: (1) composição florística, (2) densidade, (3) riqueza de espécies, diversidade, equitabilidade e similaridade do banco de sementes do solo de três localidades de mata ciliar no semiárido pernambucano submetidas a diferentes históricos de usos da terra e gerar informações que auxiliem futuros projetos de recuperação de matas ciliares em regiões semiáridas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Sucessão ecológica e Banco de Sementes

Um ambiente que sofreu ações degradantes pode se regenerar a partir de um conjunto de espécies que são capazes de colonizar um habitat devido às suas características pioneiras. Perturbações numa comunidade vegetal despertam mudanças que levam à sucessão, e a forma como este processo se dá é fortemente influenciada pelo uso anterior da terra e é tida como sendo bastante peculiar e íntima do ambiente, e também particularmente estocástica (Espírito-santo *et al.*, 2006; Lebrija-Trejos *et al.*, 2010). As espécies pioneiras alteram o ambiente perturbado criando condições favoráveis para espécies com diferentes estratégias, desencadeando uma substituição por espécies de estágios mais tardios, visando assim, alcançar uma estrutura e composição semelhantes à comunidade original. A sucessão secundária depende do rebrotamento de árvores, da chuva de sementes e do banco de sementes presente no solo para a recolonização pela vegetação (Randriamalala *et al.*, 2015). De acordo com He *et al.* (2015), o banco de sementes do solo é considerado o meio mais efetivo em manter a biodiversidade inicial; assim o seu conhecimento se demonstra importante para a percepção da sucessão (Alvarenga *et al.*, 2006) e fornece informações para que técnicas adequadas de recuperação sejam aplicadas.

As sementes quando chegam ao solo podem germinar ou permanecer nele por variados intervalos de tempo. As sementes viáveis que se encontram no solo e associadas à serapilheira compõem o banco de sementes do solo (Caldato *et al.*, 1996). Assim, banco de sementes pode ser definido como o estoque de sementes viáveis encontradas no solo, desde a superfície até camadas mais profundas, em uma determinada área e em um determinado momento (Almeida-Cortez, 2004) e este conjunto de sementes que constituem o banco é formado por espécies que são representativas da vegetação atual da área, de espécies do passado (espécies de estágios sucessionais anteriores) e de espécies

que nunca estiveram presentes naquela área, ou seja, espécies de comunidades vizinhas e até mesmo de comunidades mais distantes (Sorreano, 2002; Schorn *et al.*, 2013).

O depósito de sementes do banco varia de acordo com o balanço de entradas e saídas, assim, controlando diretamente a densidade, a composição de espécies e a reserva genética do banco de sementes (Almeida-Cortez, 2004). As entradas de diásporos são decorrentes da chuva de sementes (dispersão), que podem ocorrer pelo vento, água, animais e por meios mecânicos (Leck *et al.*, 1989). As sementes geradas no local estimulam a autorregeneração da floresta, enquanto que as trazidas por agentes dispersores representam o avanço da regeneração de espécies externas à área (Martinez-Ramos e Soto-Castro, 1993). Já as saídas, podem ser devidas à morte, à perda da viabilidade, à predação e também ao recrutamento pelo banco de plântulas em função de respostas fisiológicas ligadas a estímulos ambientais (luz, temperatura, umidade etc.) (Gasparino *et al.*, 2006).

Expressam-se como um sistema bastante dinâmico que pode ser altamente variável em sua composição, tempo de vida e significado funcional (Caldato *et al.*, 1996; Adams *et al.*, 2005) apresentando características peculiares para cada formação florestal e para cada grau de perturbação sofrido (Jakovac, 2007). Variações espaciais podem ocorrer tanto no sentido horizontal como também no vertical, já que o banco de sementes pode variar entre locais dentro de uma mesma área e também sofrer alterações em relação à profundidade do solo (Alvarenga *et al.*, 2006). Variações temporais na distribuição da precipitação anual tem papel importante na dinâmica do banco de sementes, já que as chuvas estão diretamente relacionadas na produção de frutos e sementes pelas plantas, e estes eventos são especialmente significativos em ambientes de climas árido e semiárido onde as estações são sazonalmente bem definidas (Araújo *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2013). Silva *et al.* (2013) afirmam que parte da variação na densidade de sementes e riqueza de espécies nos bancos de sementes de ambientes de climas secos possa ser em virtude das chuvas do ano corrente e de anos anteriores.

Em floresta tropicais, os bancos de sementes desempenham funções no estabelecimento de populações, na manutenção da diversidade de espécies, no estabelecimento de grupos ecológicos e na regeneração da floresta após distúrbios naturais ou antrópicos (Baider *et al.*, 1999). O conhecimento da composição de espécies do banco pode contribuir para o entendimento da história e também da antecipação de uma comunidade de plantas, onde pode atuar como um indicador do tipo de comunidade

vegetal que poderá se desenvolver em consequência de uma perturbação e predizer a potencial contribuição do banco de sementes para a restauração (Leck *et al.*, 1989; Cui *et al.*, 2013).

Matas ciliares

Comunidades vegetais que ocorrem adjacentes a cursos d'água e nascentes são chamadas matas ciliares. Recebem este nome uma vez que a principal função que exercem ser a de proteção, semelhante aos cílios dos animais (Attanasio *et al.*, 2006a). Também são conhecidas como floresta ribeirinha, mata de galeria, mata de várzea e mata ripária, e englobam os componentes terrestres, aquáticos e a interface entre eles (Nascimento, 2001; Maruani, 2009).

Paisagens ribeirinhas formam os ambientes mais singulares e dinâmicos devido aos seus usos e lucros (benefícios), apresentando-se como importantes extensões para o fluxo de energia, de matéria e de organismos através da paisagem (Apan *et al.*, 2002; Clopés, 2009; Maruani, 2009). Formam habitats complexos, com riqueza maior que a média, com espécies vegetais, animais e de microorganismos, contribuindo assim para a biodiversidade global (Gregory *et al.*, 1991). Desta maneira, são consideradas recursos naturais valiosos, pois são capazes de fornecer grande variedade de funções produtivas, de proteção e estéticas (Apan *et al.*, 2002). Dentre seus principais serviços, e consequentemente os benefícios que proveem, estão:

- Protegem os recursos naturais bióticos, os vegetais e animais, e os abióticos, os recursos hídricos (nascentes e rios) e os solos, que com o aumento da serrapilheira trabalham absorvendo água das chuvas e desta forma evitando enxurradas;
- Proporcionam abrigo para as faunas terrestre e aquática e alimento como folhas, flores, frutos e sementes para mamíferos, aves e peixes (Attanasio *et al.*, 2006b);
- Formam corredores, que do ponto de vista ecológico são extremamente importantes para o movimento da fauna e também para a dispersão vegetal, criando condições para a manutenção do fluxo gênico (Cardoso-Leite *et al.*, 2004);
- Conferem resistência às margens dos cursos d'água. Os sistemas radiculares das plantas são capazes de “segurar” o solo e assim evitar o assoreamento do leito dos rios pela erosão do solo, causada pelas chuvas (Price e Lovett, 2002);

- Reduzem a contaminação dos cursos d'água por detritos, além de poluentes como os agroquímicos, mantendo a qualidade da água e a vida do ecossistema aquático, atuando como filtros. A vegetação ciliar pode absorver e utilizar os nutrientes que seriam lavados para os cursos d'água (Price e Lovett, 2002);
- Contribuem para a recarga de água para os lençóis freáticos através das chuvas;
- Atuam na retenção e absorção da radiação solar, contribuindo para a estabilidade térmica da água o que determina assim, as características físicas, químicas e biológicas dos cursos d'água (Cardoso-Leite *et al.*, 2004);
- Apresentam benefícios sociais, fornecendo saúde e lazer para a população humana (Price e Lovett, 2002).

O assentamento de grupos humanos sempre foi favorecido pela presença de fontes de água próximos, como os rios. Desde muito cedo, as matas ciliares tiveram que ceder espaço para as atividades antrópicas e estas, são as principais causas da supressão da vegetação ciliar (Ricardo, 2008). Além da degradação pela própria ocupação humana, a vegetação foi e ainda é removida para o uso da madeira como lenha, carvão e para moradia (Nascimento, 2001; Apan *et al.*, 2002). Podendo ainda ocorrer mineração às margens dos cursos d'água, a construção de indústrias e a abertura de estradas para o transporte (Apan *et al.*, 2002). Como são áreas geralmente de solos mais férteis, a vegetação também é retirada para a ocupação de atividades agrícolas e pecuárias (Price e Lovett, 2002). Em zonas rurais, as atividades humanas alteraram severamente a paisagem, principalmente pela conversão de grandes áreas para agricultura e pecuária (Souza *et al.*, 2013). Na Caatinga, a vegetação ciliar encontra-se descaracterizada florística e estruturalmente, especialmente devido às ações antrópicas citadas acima (Araújo, 2009).

Esta supressão da vegetação ciliar está diretamente relacionada à necessidade de um retorno econômico rápido pelas populações a partir das atividades citadas anteriormente (Nascimento, 2001). A retirada da vegetação e consequentemente dos habitats que elas proporcionam, é um dos fatores que levam a perda de diversidade terrestre e aquática, além de impactos sociais e econômicos (Barbosa, 2006; Ricardo, 2008).

As matas ciliares são frágeis por natureza (Price e Lovett, 2002) e um grave impacto ambiental pode causar a redução ou eliminação da vazão do curso d'água, e chegar a interferir na manutenção dos fluxos d'água, acarretando na morte de afluentes e com o tempo, do rio principal (Nascimento, 2001). Por estas e outras razões, estas matas são

consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP) pela Lei nº 4.771/65 do Código Florestal Brasileiro (Nascimento, 2001). São APPs áreas situadas nas nascentes, olhos d'água e a extensão do curso d'água, onde a largura da faixa vegetacional varia para nascentes e de acordo com a largura do corpo d'água. Quando não cumprida a lei, os infratores podem sofrer penalidade de detenção ou multa, ou os dois (SMA, 2009).

Recuperação das Matas ciliares

A atual realidade das matas ciliares é de perda da biodiversidade devido à grande parte desta vegetação encontrar-se alterada em diferentes graus. Sendo assim, se faz necessário recuperar o ambiente para que a sucessão natural e um aumento da resiliência ocorram, com o objetivo de que ele alcance uma estabilidade e integridade biológica dentro das circunstâncias da sua paisagem a partir de ações para que a restauração da natureza seja alcançada. Portanto, a restauração ecológica tem como objetivo restabelecer comunidades ecologicamente viáveis com ações que criem condições para uma alta biodiversidade e com estrutura semelhante à de comunidades naturais (Vieira, 2004; Tres *et al.*, 2007).

Um planejamento apropriado requer informações dos diferentes processos ecológicos da comunidade, incluindo tanto a flora quanto a fauna do local. Para iniciar projetos de recuperação, um dos dados necessários é o conhecimento do estoque de sementes viáveis do solo; Informações sobre o banco de sementes, sua composição, densidade, diversidade, e de sua dinâmica de uma maneira geral é de grande importância para a criação de políticas e estratégias para a restauração, aumentando as chances de sucesso na recuperação de áreas degradadas (Caldato *et al.*, 1996; Gomma, 2012; Yang e Li, 2013). O banco de sementes também demonstra grande influência na estrutura e consequentemente na morfologia e estabilidade das comunidades vegetais, apresentando-se como um importante componente para a criação de estratégias de gerenciamento para recuperação e manejo das áreas ribeirinhas (Goodson *et al.*, 2001).

A adoção de técnicas de manejo é influenciada pelo uso anterior da terra e a escolha da melhor técnica depende do grau de degradação da área; como por exemplo a regeneração natural, que é mais indicada para áreas pouco alteradas e se mostra uma técnica mais fácil e barata, mas o quesito tempo pode ser um fator limitante. Há também o plantio de mudas, que apresenta resultados em um tempo mais curto (Nascimento, 2001; Gasparino *et al.*, 2006).

Para que o trabalho aplicado tenha êxito, os projetos de recuperação também precisam incluir a participação das populações vizinhas às matas ciliares. As ações de educação ambiental através de palestras e oficinas com o objetivo de estimular a conscientização sobre conservação da natureza e assegurar a manutenção dos projetos (Nascimento, 2001; Ricardo, 2008).

Caatinga

As Floresta Tropicais Sazonais Secas (FTSS) são definidas como regiões que apresentam uma temperatura média anual maior que 25°C e precipitação média anual de 250-2000 mm, exibindo uma forte estação seca que dura pelo menos de três a quatro meses (Murphy e Lugo, 1986; Sánchez-Azofeifa *et al.*, 2005) e englobam desde florestas semidecíduas de grande porte até uma vegetação arbustiva dominada por cactos (Vieira e Scariot, 2006). Quando comparadas a outras formações vegetais, as florestas tropicais secas são as que mais apresentam perda de sua vegetação devido às atividades humanas. De acordo com Powers *et al.* (2011), já foi observado que metade da vegetação natural de quase 80% das florestas tropicais secas foi perdida por causas antrópicas. Aproximadamente, 42% das florestas tropicais de todo mundo são de florestas tropicais secas, onde mais da metade ocorrem nas Américas (Murphy & Lugo, 1986; Portillo-Quintero e Sánchez-Azofeifa, 2010); e no Brasil, a Caatinga é um importante representante.

A Caatinga é um mosaico de florestas arbustivo-arbóreas, muitos dos quais caracterizados pela presença de espinhos, microfilia e aspectos xerofíticos (Leal *et al.*, 2005). Seu nome tem origem tupi guarani que significa “mata branca” devido à aparência de sua vegetação na estação seca, quando muitas árvores perdem as folhas e os troncos se tornam esbranquiçados (Prado, 2003). É um domínio fitogeográfico muito heterogêneo, com uma área de aproximadamente 844,453 Km² representando cerca de 10% da biomassa vegetal brasileira e cobre os estados de Pernambuco, Paraíba, Alagoas, Sergipe, Bahia, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e parte de Minas Gerais (MMA, 2002; Leal *et al.*, 2005; Santos *et al.*, 2011). A Caatinga é caracterizada por um regime de chuvas bastante irregular, com precipitação média anual variando entre 240-900 mm, (Santos *et al.*, 2011). A maioria das chuvas está concentrada em três meses consecutivos (50%-70%), mas com significativas flutuações interanuais (Prado, 2003; Leal *et al.*, 2005). Também apresenta características meteorológicas extremas com temperatura média anual que varia entre 26-28°C, altos níveis de radiação solar intensa e evaporação elevada (200

mm ano⁻¹) (Prado, 2003). Os solos são rasos e pedregosos, a vegetação é principalmente caducifólia, devido à deficiência hídrica durante a maior parte do ano, com 932 espécies de plantas vasculares registradas e apresentando um elevado nível de endemismo destas espécies vegetais (Leal *et al.*, 2005; Rodal *et al.*, 2013).

De acordo com um monitoramento sobre o desmatamento da Caatinga realizado pelo Ministério do Meio Ambiente (2010), foi constatado que entre os anos de 2002 a 2008, a Caatinga perdeu 16.576 Km² de vegetação nativa e que 45,39% de toda a área da Caatinga encontra-se desmatada. Esta problemática encontra-se cada vez maior e gera uma incitação para a realização de estudos para a criação de estratégias eficazes de regeneração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, V. M.; Marsh, D. M.; Knox, J. S. Importance of the seed bank for population viability and population monitoring in a threatened wetland herb. **Biological Conservation**, v. 124, p. 425–436. 2005.
- Almeida-Cortez, J. S. Dispersão e banco de sementes. In: Ferreira, A.G.; Borghetti, F. (Orgs.). **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre, RS: Artmed, 2004. p. 225-236.
- Alvarenga, A. P.; Pereira, I. M.; Pereira, S. A. Avaliação do banco de sementes do solo, como subsídio para recomposição de mata ciliar, no entorno de duas nascentes na região de Lavras-MG. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 9. 2006.
- Apan, A. A.; Raine, S. R.; Paterson, M. S. Mapping and analysis of changes in the riparian landscape structure of the Lockyer Valley Catchment, Queensland, Australia. **Landscape and Urban Planning**, v. 59, n. 1, p. 43-57. 2002.
- Araújo, E. L.; Castro, C. C.; Albuquerque, U. P. Dynamics of Brazilian Caatinga –A Review Concerning the Plants, Environment and People. **Functional Ecosystems and Communities**, v. 1, n. 1, p. 15-28. 2007.
- Araújo, G. M. **Matas ciliares da caatinga: florística, processo de germinação e sua importância na restauração de áreas degradadas**. 2009. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.
- Attanasio, C. M.; Gandolfi, S.; Rodrigues, R. R. Manual de recuperação de matas ciliares para produtores rurais. **Governo do estado de São Paulo**. 2006^a.
- Attanasio, C. M.; Rodrigues, R. R.; Gandolfi, S.; Nave, A. G. Adequação Ambiental De Propriedades Rurais, Recuperação de Áreas Degradadas, Restauração de Matas Ciliares. **Universidade de São Paulo**. 2006b.
- Baider, C.; Tabarelli, M.; Mantovani, W. O banco de sementes de um trecho de Floresta Atlântica Montana (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 319-328. 1999.

Barbosa, L.M. coord. Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo: Matas ciliares do interior paulista. **Instituto de Botânica**, São Paulo. 2006.

Caldato, S. L.; Floss, P. A.; Croce, D. M.; Longhi, S. J. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na Reserva Genética Florestal de Caçado, SC. **Ciência Florestal**, v. 6, n.1, p.27-38. 1996.

Cardoso-Leite, E.; Covre, T. B.; Ometto, R. G.; Cavalcanti, D. C.; Pagani, M. I. Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de mata ciliar, em Rio Claro/SP, como subsídio à recuperação da área. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 31-41. 2004.

Clopés, J. M. P. Evolution of perception of riparian landscapes. **Boletín de la A.G.E**, n. 51, p. 429-433. 2009.

Coimbra-Filho, A.F. e Câmara, I. G. Os limites originais do bioma Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil. **Fundação Brasileira para Conservação da Natureza**, Rio de Janeiro. 1996.

Costa, R. C.; Araújo, F. S. Densidade, germinação e flora do banco de sementes no solo, no final da estação seco, em uma área de caatinga, Quixadá, CE. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n.2, p. 259-264. 2003.

Cui, N. Wu, J.; Xiang, D.; Cheng, S.; Zhou, Q. A field study on seed bank and its potential applications in vegetation restoration of a polluted urban river in China, **Ecological Engineering**, v. 60, p. 37–44. 2013.

Espírito-Santo, M. M.; Fagundes, M.; Nunes, Y. R. F., Fernandes, G. W.; Azofeifa, G. A. S.; Quesada, M. Bases para a conservação e uso sustentável das florestas estacionais decíduas brasileiras: A necessidade de estudos multidisciplinares. **Revista Unimontes Científica**, Montes Claros, v. 8, n.1, p. 13-22. 2006.

Gasparino, D.; Malavasi, U. C.; Malavasi, M. M.; Souza, I. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em áreas de domínio ciliar. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.1, p.1-9. 2006.

Gomaa, N. H. Soil seed bank in different habitats of the Eastern Desert of Egypt. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 19, p. 211–220. 2012.

Goodson, J. M.; Gurnell, A. M.; Angold, P. G.; Morrissey, I. P. Riparian seed banks: structure, process and implications for riparian management. **Progress in Physical Geography**, v. 25, p. 301-325. 2001.

Gregory, S. V.; Swanson, F. J.; McKee, W. A.; Cummins, K. W. An ecosystem perspective of riparian zones: Focus on links between land and water. **Bioscience Journal**. V. 41, v. 8, p. 540-551, Setembro. 1991.

He, M.; Li, H.; Mo, X. Optimization of application parameters of soil seed bank in vegetation recovery via response surface methodology. **Ecological Engineering**, v. 84, p. 362–369. 2015.

Jakovac, A. C. C. **O uso do banco de sementes florestal contido no topsoil como estratégia de recuperação de áreas degradadas**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, 2007.

Leal, I.R. ; Silva, J. M. C. ; Tabarelli, M.; Larcher Jr., T.E. 2005. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade** 1(1), p. 140-146.

Lebrija-Trejos, E.; Meave, J. A.; Poorter L.; Pérez-García, E. A.; Bongers, F. Pathways, mechanisms and predictability of vegetation change during tropical dry forest succession. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 12, p. 267-275. 2010.

Leck, M. A., Parker V. T.; Simpson R.L. **Ecology of soil seed banks**. San Diego, California: Academic Press, 1989.

Martínez-Ramos, M.; Soto-Castro, A. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain forest. **Vegetatio**, v.107, n. 1, p.299-318, Junho, 1993.

Maruani, T.; Amit-Cohen, I. The effectiveness of the protection of riparian landscapes in Israel. **Land Use Policy**, v. 26, p. 911–918. 2009.

Ministério do Meio Ambiente – MMA. Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite: Monitoramento do bioma Caatinga 2002 a 2008. Brasília: Centro de Sensoriamento Remoto – CSR/IBAMA, 2010.

MMA - **Ministério do Meio Ambiente**. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=203>>. Acesso em: 10 maio 2014.

Murphy, P. G.; Lugo, A. E. Ecology of Tropical Dry Forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 17, p. 67-88, 1986.

Nascimento, C. E. S. A importância das matas ciliares do rio São Francisco. Embrapa Semi-Árido. Documentos 179, 2001.

Portillo-Quintero, C.A.; Sánchez-Azofeifa, G.A. Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. **Biological Conservation** v. 143, p. 144–155, 2010.

Powers, J.S., Corre, M.D., Twine, T.E., Veldkamp, E. Geographic bias of field observations of soil carbon stocks with tropical land-use changes precludes spatial extrapolation. **Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America**, v. 108, n. 15, p. 6318–6322, Abril, 2011

Prado, D. As caatingas da América do Sul. In: I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva (eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária, 2003. Cap. 1, p. 3-73.

Price, P.; Lovett, S. Managing riparian land. Fact sheet 1, Land & Water. Australia, Canaberra, 2002

Randriamalala, J. R.; Hervé, D.; Letourmy, P.; Carrière, S. M. Effects of slash-and-burn practices on soil seed banks in secondary forest successions in Madagascar. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 199, p. 312–319, 2015.

Ricardo, V. P. **Projeto de recuperação das matas ciliares**. 2008. Monografia (Curso de Administração) - Faculdade Centro Paulista de Ibitinga, Ibitinga, 2008.

Rodal, M. J. N.; Sampaio, E. V. S. B.; Figueiredo, M. A. **Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico**: Ecossistema caatinga. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 2013.

Sánchez-Azofeifa, G. A.; Quesada, M.; Rodríguez, J. P.; Nassar, J. M.; Stoner, K. E.; Castillo, A.; Garvin, T.; Zent, E.L.; Calvo-Alvarado, J. C.; Kalacska, M. E. R.; Fajardo, L.; Gamon, J.A.; Cuevas-Reyes, P. Research Priorities for Neotropical Dry Forests. **Biotropica**, v. 37, n. 4, p. 477-485, 2005.

Santos, J. C.; Leal, I. R.; Almeida-Cortez, J. S.; Fernandes, G. W.; Tabarelli, M. Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest. **Tropical Conservation Science**, v. .4, n. 3, p. 276-286, 2011.

Santos, D. M.; Silva, K. A.; Albuquerque, U. P.; Santos, J. M. F. F.; Lopes, C. G. R.; Araújo, E. L. Can spatial variation and inter-annual variation in precipitation explain the seed density and species richness of the germinable soil seed bank in a tropical dry forest in north-eastern Brazil? **Flora**, v. 208, p. 445-452, 2013.

Schorn, L. A.; Fenilli, T. A. B.; Krüger, A.; Pellens, G. C.; Budag, J. J.; Nadolny, M. C. Composição do banco de sementes no solo em áreas de preservação permanente sob diferentes tipos de cobertura. **Revista Floresta**, v. 43, n. 1, p. 49 – 58, 2013.

Silva, K. A.; Santos, D. M.; Santos, J. M. F.F.; Albuquerque, U. P.; Ferraz, E. M. N.; Araújo, E. L. Spatio-temporal variation in a seed bank of a semi-arid region in northeastern Brazil. **Acta Oecologica**, v. 46, p. 25-32, 2013.

SMA. **Cadernos da Mata Ciliar 1**: Preservação e recuperação das nascentes de água e vida. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA), Departamento de Proteção da Biodiversidade, 2009.

Sorreano, M. C. M. **Avaliação de aspectos da dinâmica de florestas restauradas, com diferentes idades**. 2002. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

Souza, A. L. T.; Fonseca, D. G.; Libório, R. A.; Tanaka, M. O. Influence of riparian vegetation and forest structure on the water quality of rural low-order streams in SE Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 298; p. 12–18, 2013.

Tres, D. R.; Sant'Anna, C. S.; Basso, S.; Langa, R.; Jr., U. R.; Reis, A. Banco e Chuva de Sementes como Indicadores para a Restauração Ecológica de Matas Ciliares. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 1, p. 309-311, 2007.

Vieira, N. K. **O papel do banco de sementes na restauração de restinga bob talhão de *Pinus elliottii* Engelm.** 2004. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

Vieira, D. L. M.; Scariot, A. Principles of natural regeneration of Tropical Dry Forests for restoration. **Restoration Ecology**, v. 14, n. 1, p. 11–20, 2005.

Yang, D.; Li, W. Soil seed bank and aboveground vegetation along a successional gradient on the shores of an oxbow. **Aquatic Botany**, v. 110, p. 67– 77, 2013.

Manuscrito a ser enviado ao periódico Journal of Arid Environments como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

Efeito de ações antrópicas e sazonalidade sobre o banco de sementes de uma mata ciliar em Floresta Tropical Sazonal Seca (Caatinga)

L. G. F. de Souza^a, G. V. da Paz^a, H. M. Falcão^a, J. S. de Almeida-Cortez^{a*}

^a Departamento de Botânica, Centro de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife 50670-901, PE, Brasil

*Autor para correspondência: Tel.: +55 81 2126 8844; Email: jacortez@ufpe.br

Abstract

The presence of rivers has always been one of the primary conditions for the establishment of human groups, and the activities of these groups have caused major environmental impoverishment. In the Caatinga, where the meteorological characteristics are considered extreme and rainfall patterns are very irregular, the vegetation along the riverbanks finds itself in a situation of loss of biodiversity. Thus, the objective of this study was to generate information which could contribute in future recovery projects of riparian forests in semi-arid regions by evaluating the soil seed bank of three locations under different land uses in a caatinga region. Forty soil samples were collected randomly in each area at the end of the dry and rainy seasons and evaluated through the germination method. At the end of the experiments, 23,651 viable seeds were observed and 80.5% of these germinated during the first month. There were found 89 species, where 50 of them were of herbaceous found. Families who stood out were Poaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Fabaceae and Solanaceae. The highest density of seeds occurred at the end of the dry season, with the Preserved area featuring a density 3.7 times greater than the Intermediary. The Shannon diversity index showed decreasing behavior and significant for the areas, from the dry season to the rainy season. Thus, the seed bank primarily provides pioneer species and there is a limitation of species belonging to the most advanced stages.

Keywords: Secondary succession, floristic composition, species diversity, herbaceous, riparian forests, semi-arid.

1. Introdução

A chuva e o banco de sementes, bem como o banco de plântulas caracterizam-se como os meios mais importantes para a regeneração (Garwood, 1989). Em um ambiente perturbado, a recolonização pela vegetação ocorre especialmente a partir dos bancos de sementes (Schmitz, 1992). Por definição, os bancos de sementes são o estoque de sementes viáveis, com potencial de germinar e substituir plantas adultas e que se encontram tanto nas camadas mais superficiais do solo, como em camadas mais profundas, em uma determinada área, num dado momento (Almeida-Cortez 2004; Calegari *et al.*, 2013; Schorn *et al.*, 2013). As sementes chegam ao banco durante a dispersão, com a chuva de sementes, e saem através da quebra da dormência e posterior germinação, ou pela ação de patógenos e predação animal, que resultam na inviabilidade da semente e ou também pela morte natural (Meiado, 2014).

Os bancos de sementes que ocorrem nos diferentes tipos de habitat interagem com diversos processos, contudo, àqueles que ocorrem em áreas ciliares também estão passíveis aos processos fluviais, como a inundação. Estes fatores influenciam nas características do banco de sementes, como sua formação e estabelecimento (Goodson *et al.*, 2001).

As áreas de mata ciliar, que são as faixas de vegetação que ocorrem ao longo de cursos d'água, sejam eles intermitentes ou temporários, apresentam um histórico de supressão causadas pelas atividades antrópicas, visto que são tidas como férteis e produtivas, e que além de tudo, por serem próximas de cursos d'água, torna-as ideais para a implementação de práticas agropecuárias (Araújo, 2009). Apesar de extremamente importantes em termos ecológicos devido às funções que exerce, as matas ciliares encontram-se seriamente degradadas como resultado das ações antrópicas. Como consequência, enfrentamos a erosão dos solos, perda de habitat para fauna, contaminação dos cursos d'água, o assoreamento e até mesmo a morte de rios (Price e Lovett, 2002; Lacerda *et al.*, 2005; Attanasio *et al.*, 2006; Trovão *et al.*, 2010).

No Brasil, a Caatinga é um domínio fitogeográfico bastante heterogêneo, com uma população regional que exerce forte pressão nos recursos florestais como a extração da madeira para lenha, bem como a retirada da vegetação para a instalação da agricultura e pecuária. Estas práticas causam danos severos à biodiversidade e geram graves implicações aos processos ecológicos que a mantém (MMA, 2002). Além disso, esta

região é caracterizada por um clima semiárido, com medidas meteorológicas consideradas extremas e regimes de chuvas bastante irregulares; características estas, que regem a produtividade primária do ambiente e onde as chuvas afetam diretamente a produção de frutos e sementes pelas plantas (Prado, 2003; Santos *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2013).

O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos das ações antrópicas e da sazonalidade nos bancos de sementes do solo de três áreas de mata ciliar na caatinga, onde foram avaliados a composição florística, a densidade, riqueza de espécies, diversidade, equitabilidade e similaridade.

2. Materiais e métodos

2.1 Área de estudo

O trabalho foi desenvolvido em áreas ciliares da caatinga no município de Floresta, que está inserido na mesorregião do Sertão do São Francisco e microrregião de Itaparica, em Pernambuco – Brasil. O clima do município é classificado como BSs'h' pela sistemática de Köppen, que o caracteriza como uma região de clima semi-árido e muito quente (Araújo Filho *et al.*, 2001; CPRM, 2005), com chuvas irregulares que se distribuem nos meses de janeiro e maio, e estão sujeitos a anomalias atmosféricas que podem provocar longos períodos de estiagem cíclica, configurando as secas (Matallo Jr, 2000; Araújo Filho *et al.*, 2001).

A temperatura e precipitação média anual é de 25,8°C e 505 mm, respectivamente, apresenta uma elevada irradiação e uma evapotranspiração média anual de 2042 mm, que gera um déficit hídrico no solo que afeta negativamente as práticas agrícolas (Araújo Filho *et al.*, 2001)

O banco de sementes foi coletado em três áreas que margeiam afluentes do rio Pajeú e que foram selecionadas de acordo com o nível de antropização. A primeira localidade caracteriza-se por ser uma área ciliar bastante degradada, com histórico de corte da vegetação arbustiva e arbórea para instalação de agricultura e pastagem. A segunda localidade é caracterizada por uma baixa pressão de pastagem e considerada como intermediária entre a primeira e a terceira localidade. A terceira localidade, não apresenta histórico de corte ou grandes perturbações, nos últimos setenta anos de acordo com o proprietário, e foi considerada como preservada, configurando a área controle.

2.2 Banco de sementes

2.2.1 Amostragem do banco de sementes

As coletas das amostras de solo foram realizadas de maneira aleatória, a partir de uma distância de pelo menos 10 metros da margem do curso d'água. Ao todo, foram coletadas 40 amostras de solo por localidade, com auxílio de um quadrante de área de 0,25 m², a uma profundidade de aproximadamente 2,5 cm. O material coletado foi armazenado em sacos plásticos devidamente identificados e então transportados para o laboratório na Universidade Federal de Pernambuco, onde o experimento de análise do banco de sementes teve início em casa de vegetação. Foram realizadas duas coletas, uma no final da estação seca (Janeiro de 2015) e outra no final da estação chuvosa (Julho de 2015) com a intenção de verificar a influência da sazonalidade na composição e na dinâmica do banco de sementes (Silva *et al.*, 2013).

2.2.2 Caracterização do banco de sementes

A análise do banco de sementes foi realizada através do método de germinação (Brown, 1992). O solo coletado foi acondicionado em bandejas de isopor (29x29x5cm), devidamente identificadas. Pelo período de três meses, as plântulas emergentes foram contadas, etiquetadas e regadas diariamente. Quando não ocorreram germinações por uma semana, o solo foi revirado.

2.2.3 Identificação das plântulas

A identificação taxonômica dos espécimes foi realizada com o auxílio de bibliografias especializadas, comparações com materiais depositados no Herbário Dárdano de Andrade-Lima (IPA – Instituto Agrônomo de Pernambuco) e consultas a especialistas. O material foi identificado até o menor nível taxonômico possível e a lista de espécies seguiu o sistema de classificação da APG III (2009).

2.2.4 Dados complementares

As espécies foram classificadas quanto ao seu hábito e síndrome de dispersão (Richter e Stromberg, 2005; Martins *et al.*, 2008;). A frequência e abundância relativas das espécies mais relevantes (Lara *et al.*, 2003) foram calculadas, bem como a densidade média de sementes, expressa em sementes por metro quadrado (sem.m⁻²) (Baskin e Baskin, 1989). Para informações sobre diversidade, foi calculado: riqueza de espécies (S),

Índice de diversidade de Shannon (H'), Índice de equitabilidade de Pielou (J') e Índice de similaridade de Sorensen (S_s) (Gorresio-Roizman, 1993).

2.3 Análises Estatísticas

Os dados de densidade média de sementes, Índice de diversidade de Shannon e de equitabilidade de Pielou foram submetidos a uma análise de variância pelo programa Statistica 8.0 (StartSoft, Inc., Tulsa, OK, USA), sendo estes parâmetros, as variáveis dependentes e as localidades e estações, as variáveis independentes. As médias foram contrastadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade sempre que foi detectada alguma diferença significativa.

3. Resultados

3.1 Germinação e Densidade

Um total de 23.651 sementes germinaram dos bancos de sementes das três áreas coletados nas duas estações. Foi observado que 53% do total das sementes germinadas pertenciam ao banco de sementes da área Preservada, 26,2% da área Degradada, e 20,8% da área Intermediária. A análise do banco de sementes ao final da estação seca apresentou um total de 14.315 sementes, com 10.285 germinadas nas primeiras quatro semanas de observação. Enquanto 9.336 sementes germinaram, das quais 8.753 só no primeiro mês, do banco de sementes do final da estação chuvosa (Figura 1).

Quanto à densidade de sementes por parcela, ao final da estação seca a área Preservada diferiu significativamente das outras áreas, com valor 3,7 vezes maior que o encontrado na área Intermediária e 2,5 vezes que na área Degradada. Ao final da estação chuvosa, a densidade não diferiu significativamente entre as três áreas. Contudo, analisando entre estações, a densidade da área Preservada ao final da estação seca foi significativamente maior que na estação chuvosa, comportamento este que também foi observado para a área Degradada, enquanto que a densidade de sementes na área Intermediária não diferiu significativamente (Tabela. 1).

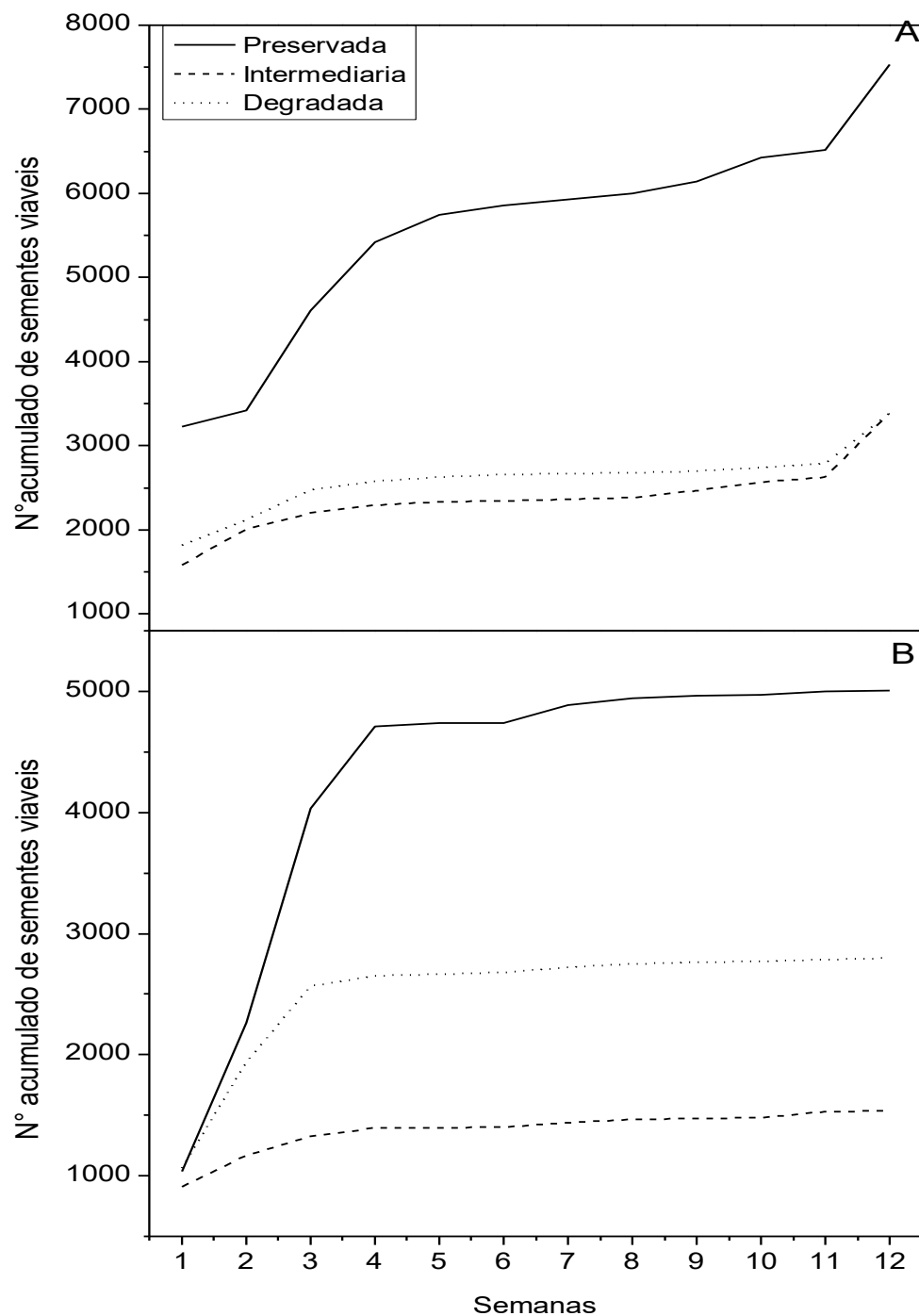


Figura 1

Número acumulado de sementes viáveis do banco de sementes de três áreas ciliares do Rio Pajeú em uma região da caatinga do município de Floresta, PE ao (A) final da estação seca e (B) final da estação chuvosa, no ano de 2015. Linha contínua representa área Preservada; Linha tracejada representa área Intermediária; Linha pontilhada representa área Degradada.

Tabela 1

Densidade média de sementes viáveis por parcela e densidade total de sementes/m² do banco de sementes de três áreas ciliares do Rio Pajeú em uma região da caatinga do município de Floresta, PE ao final da estação seca e chuvosa. Valores de Densidade de sem./parc. representam a média de 40 repetições $\pm$ E.P. Letras diferentes significam diferença estatística entre as áreas e estações.

	Área	Densidade de sem./parc.	Densidade Total (sem m ⁻²)
Est. Seca	Preservada	181,46 $\pm$ 18,42a	726
	Intermediária	49,23 $\pm$ 3,45bc	197
	Degradada	70,52 $\pm$ 3,05b	282
Est. Chuvosa	Preservada	49,94 $\pm$ 4,58bc	200
	Intermediária	28,8 $\pm$ 2,11c	115
	Degradada	37,2 $\pm$ 1,48c	149

3.2 Composição Florística

No banco de sementes foram encontradas 89 espécies pertencentes a 31 famílias (Tabela 2), sendo 74,1% pertencentes ao estrato herbáceo, enquanto que os 25,9% restantes foram formados por arbóreas, arbustos/subarbustos e lianas. Compreendendo as duas coletas realizadas (estação seca e chuvosa), a área Preservada apresentou uma riqueza de 64 espécies, a Intermediária de 53 e a Degradada de 39 espécies.

Em ambas estações, as famílias mais representativas em riqueza de espécies da área Preservada foram Poaceae (Nseca=8; Nchuva=4), seguida por Cyperaceae (Nseca=4; Nchuva=3). Fabaceae (n=4), Euphorbiaceae (N=3) e Malvaceae (N=3) também se destacaram na estação seca. Enquanto que na estação chuvosa, Rubiaceae (N=3), Portulacaceae (N=2), Asteraceae (N=2), Lamiaceae (N=2), Amaranthaceae (N=2) e Cactaceae (N=2) deram sequência às famílias mais representativas em espécies. Na estação seca, as espécies que mais se destacaram em termos de abundância, foram a *Stemodia marítima* (Plantaginaceae; 16,56%), seguida pela *Ludwigia octovalvis* (Jacq.) P. H. Raven (Onagraceae; 12,11%) e *Prosopis juliflora* (Sw.) DC (Fabaceae; 11,15%). Na estação chuvosa, a mais abundante foi *Mitracarpus longicalyx* E. B. Souza & M. F. Sales (Rubiaceae; 19,19%), seguida pela *Hyptis suaveolens* (L.) Poit (Lamiaceae; 10,23) e *Eclipta prostrata* (L.) L. (Asteraceae), *Rotala ramosior* (L.) Koene (Lythraceae) e *Achetaria erecta* (Spreng.) Wettst (Schrophulariaceae) apresentaram o mesmo valor de abundância de 5,76%. Foram observadas 50 morfoespécies no banco de sementes

coletado na estação seca, enquanto que apenas 39 foram observados na estação chuvosa e que 25 ocorreram em ambas estações.

Tabela 2

Composição florística do banco de sementes de três áreas ciliares do Rio Pajeú em uma região da caatinga do município de Floresta, PE, com seus respectivos hábitos (Arb.=Arbusto; Arv.=Árvore; Herb.= Herbácea; Liana/Vol.= Liana/Volúvel; Subarb= Subarbusto), síndromes de dispersão (Ane.= Anemocórica; Aut.= Autocórica; Zoo.= Zoocórica), origem (Exot.= Exótica; Nat.= Nativa; Natzd.= Naturalizada) e ocorrência (P= Preservada; I= Intermediária; D= Degradada).

Espécies	Hábito	S. dispersão	Origem	Ocorrência	
				Estação seca	Estação chuvosa
Amaranthaceae					
<i>Alternanthera tenella</i>					
Colla.	Subarb.	Ane.	Nat.	P; I; D	P;D
<i>Amaranthus lividus</i> L.	Herb.	Bar.	Nat.	P; I; D	P;I;D
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Herb.	Ane.	Nat.	D	-
Apocynaceae					
Apocynaceae sp. 1	-	-	-	I	-
Asteraceae					
<i>Centratherum punctatum</i>					
Cass.	Herb.	Ane.	Nat.	P; I; D	P;D
<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	Herb.	Ane.	Nat.	P; I	P
<i>Emilia</i> sp. 1	-	-	-	P	
Boraginaceae					
<i>Euploca procumbens</i>					
(Mill.) Diane & Hilger	Herb.	Zoo.	Nat.	P; I; D	P;D
Cactaceae					
Cactaceae sp.1	-	-	-	I	-
Cactaceae sp.2	-	-	-	-	P
Cactaceae sp. 3	-	-	-	-	P
Cleomaceae					
<i>Cleome spinosa</i> Jacq.					
	Subarb.	Zoo.	Nat.	P	-
Commelinaceae					
<i>Callisia filiformis</i>					
(M.Martens & Galeotti)	Herb.	Zoo.	Nat.	P	P
D.R.Hunt					

Convolvulaceae

<i>Evolvulus filipes</i> Mart.	Herb.	Ane.	Nat.	P; I	-
<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.)	Liana; Vol.	Aut.	Nat.	P	-
<i>Ipomoea cf. bahiensis</i> Willd. ex Roem.&Schult.	Liana; Vol.	-	Nat.	-	P
<i>Merremia cf. aegyptia</i> (L.) Urb.	Liana; Vol.	-	Nat.	I	-

Cucurbitaceae

<i>Cucumis anguria</i> L.	Liana; Vol.	Zoo.	Nat.	D	D
---------------------------	-------------	------	------	---	---

Cyperaceae

<i>Cyperus odoratus</i> L.	Herb.	-	Nat.	P; I; D P; I;	-
<i>Cyperus pelophilus</i> Ridl.	Herb.	-	Nat.	D	P;I;D
<i>Cyperus uncinulatus</i> Schrader ex Nees	Herb.			-	P
<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. et Schult.	Herb.	-	-	P;I	-
<i>Fimbristylis cymosa</i> R.Br.	Herb.	-	-	I; D	-
<i>Lipocarpha micrantha</i> (Vahl) G. Tucker	Herb.	-	Nat.	P	P

Euphorbiaceae

<i>Acalypha poiretii</i> Spreng.	Herb.	-	Nat.	P; D	P
<i>Astraea lobata</i> (L.) Klotzsch	Herb.	-	Nat.	D	-
<i>Cnidoscolus urens</i> L.	Arb.	Auto.	Nat.	I	-
<i>Croton</i> sp. 1	-	-	-	P	-
<i>Croton</i> sp. 2	-	-	-	P	-

Fabaceae

<i>Chamaecrista</i> sp. 1	-	-	-	I	-
<i>Chamaecrista</i> sp. 2	-	-	-	P	-
<i>Desmodium scorpiurus</i> (Sw.) Desv.	Subarb.	Zoo.	Nat.	P	-
<i>Indigofera</i> <i>suffruticosa</i> Mill.	Arb.	-	Nat.	P	-
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Arv.	Aut./Zoo	Exot.	I; D	-
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC	Arv.	Zoo.	Exot.	P; I; D	D

Lamiaceae

<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit	Herb.	-	-	P	P
<i>Marsypianthe chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	Subarb.	Auto.	Nat.	P; I; D	P;I
<i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer	Herb		Nat.	I	P;I

Loasaceae

<i>Mentzelia aspera</i> L.	Herb.	-	Nat.	P	P
----------------------------	-------	---	------	---	---

Loganiaceae

<i>Spigelia anthelmia</i> L.	Herb.	-	Nat.	P	P
------------------------------	-------	---	------	---	---

Lythraceae

<i>Rotala ramosior</i> (L.) Koene	Herb.	-	-	-	P
-----------------------------------	-------	---	---	---	---

Malvaceae

<i>Herissantia tiubae</i> (K.Schum.) Brizicky	Arb.	-	Nat.	P	-
<i>Waltheria macropoda</i> Turcz.	Herb.	-	-	P	-
<i>Waltheria rotundifolia</i> Schrank	Subarb.	-	Nat.	P; D	-

Molluginaceae

<i>Mollugo verticillata</i> L.	Herb.	-	Nat.	P; I; D	P;I
--------------------------------	-------	---	------	---------	-----

Nyctaginaceae

<i>Boerhavia diffusa</i> L.	Herb.			-	P;I;D
-----------------------------	-------	--	--	---	-------

Onagraceae

<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P. H. Raven	Herb.	Auto.	Nat.	P; I	P
--	-------	-------	------	------	---

Passifloraceae

<i>Passiflora foetida</i> L.	Liana; Vol.	Zoo.	Nat.	I	-
------------------------------	-------------	------	------	---	---

Phyllanthaceae

<i>Phyllanthus amarus</i> Shumach.	Herb.	-	Nat.	P; I	I
------------------------------------	-------	---	------	------	---

Phytollaccaceae

<i>Microtea paniculata</i> Moq.	Herb.	-	Nat.	P	P
Phytollaccaceae sp. 1	-	-	-	I; D	-

Plantaginaceae

<i>Scoparia dulcis</i> L.	Herb.	-	Nat.	P	-
<i>Stemodia maritima</i> L.	Herb.	-	Nat.	P; I	P

Poaceae

<i>Chloris</i> sp. 1	Herb.	-	-	-	I
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Herb.	Ane.	Natzd.	P; I; D	I;D
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler	Herb.			P; I; D	I;D
<i>Digitaria</i> sp. 1	Herb.	-	-	I; D	I;D
<i>Digitaria</i> sp. 2	Herb.	-		-	I; D
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Herb.	-	Natzd.	D	I
<i>Enteropogon mollis</i> (Nees) Clayton	Herb.	-		P	-
<i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) Vignolo ex Janch.	Herb.	-	Exot.	D	-
<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R.Br	Herb.	Ane.	Natzd.	P; I; D	P
<i>Eragrostis</i> sp. 1	Herb.	-	-	P; I; D	P;I;D
<i>Eragrostis</i> sp. 2	Herb.	-	-	-	P; I; D
<i>Leptochloa panicea</i> (Retz.) Ohwi	Herb.	-		P	-
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Herb.	Ane.	Natzd.	I; D	-
<i>Panicum trichoides</i> Sw.	Herb.	-	Nat	P;I;D	P;I

Portulacaceae

<i>Portulaca elatior</i> Mart.	Herb.	Ane.	Nat.	P; I; D	P;I;D
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Herb.	Ane.	Nat.	P; I	P;I;D

Rubiaceae

<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	Herb.	Zoo.	Nat.	P; D	-
<i>Diodella teres</i> (Walter) Small	Herb.	-	Nat.	P; I	P;I
<i>Mitracarpus longicalyx</i> E. B. Souza & M. F. Sales	Herb.	-	Nat.	I; D	P
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham.& Schltdl.) Steud.	Herb.	Auto.	Nat.	P; I; D	P;I;D

Schrophulariaceae

<i>Achetaria erecta</i> (Spreng.) Wettst	Herb.	-	-	-	P
--	-------	---	---	---	---

Solanaceae

<i>Physalis pubescens</i> L.	Herb.	Ane.	Nat.	P; I	P
<i>Solanum americanum</i> Mill.	Herb.	Zoo.	Nat.	I	I;D
<i>Solanum</i> sp. 1	-	-	-	P; I	-

Turneraceae

Turneraceae sp. 1	-	-	-	I; D	-
-------------------	---	---	---	------	---

Zygophyllaceae

<i>Kallstroemia tribuloides</i> (Mart.) Steud.	Arb.	-	Nat.	P; I; D	I;D
Morfoespécie 1	-	-	-	P	-
Morfoespécie 2	-	-	-	I	-
Morfoespécie 3	-	-	-	I; D	P; I
Morfoespécie 4	-	-	-	I	-
Morfoespécie 5	-	-	-	I	-
Morfoespécie 6	-	-	-	-	I
Morfoespécie 7	-	-	-	-	I
Morfoespécie 8	-	-	-	-	P
Morfoespécie 9	-	-	-	-	P

O banco de sementes da área Intermediária apresentou 46 espécies pertencentes a 22 famílias na estação seca e 25 (11 famílias) na estação chuvosa, com 18 espécies em comum às duas estações. A família Poaceae também foi a mais representativa em número de espécies no banco de sementes em ambas estações, com 7 espécies ocorrendo na estação seca e 8 na chuvosa. Seguida pela família Cyperaceae com 4 e Solanaceae e Rubiaceae com 3 espécies cada uma na estação seca e pelas famílias Portulacaceae e Rubiaceae com 2 espécies cada na estação chuvosa. A espécie *Eragrostis* sp., da família Poaceae, foi a mais abundante da área nas duas estações (Abseca=18,44% e Abchuva=15,76%) com as espécies *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltdl.) Steud. (Rubiaceae; 11,11%) e *Panicum trichoides* Sw (Poaceae; 6,28%) também apresentando ocorrência significativa na estação seca; enquanto que na estação chuvosa as espécies que se destacaram foram *Portulaca elatior* Mart. (Portulacaceae; 6,81%) e *Rhaphiodon echinus* Schauer (Lamiaceae; 6,39%).

A família Poaceae também foi a mais rica em espécies para a área Degradada na coleta das duas estações (Nseca= 8; Nchuva= 6), seguida por Amaranthaceae, Cyperaceae e Rubiaceae (N=3) na estação seca; e Amaranthaceae (N=2) na estação chuvosa. Na

germinação da estação seca, as espécies que mais se destacaram foram *Alternanthera tenella* Colla (Amaranthaceae; 12,81%), *Mollugo verticillata* L. (Molluginaceae; 9,87%) e *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae; 8,91%). Na estação chuvosa, a gramínea *Eragrostis* sp. (Poaceae; 22,37%) apresentou dominância na área; *A. tenella* Colla (10,24%) permaneceu com uma abundância representativa e as espécies *R. grandiflora* e *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler (Poaceae) apresentaram 9,04% cada uma. Na análise do banco de sementes desta área, foram identificadas 34 espécies na coleta da estação seca e 20 na estação chuvosa, sendo 15 encontradas em ambas.

3.3 Diversidade e Similaridade Florística

O índice de Diversidade de Shannon (H') calculado para as áreas Preservada, Intermediária e Degradada, ao final da estação seca, foram 1,54, 1,30 e 1,42, respectivamente e não houve diferença significativa entre as áreas estudadas. Ao final da estação chuvosa, Preservada e Degradada apresentaram valores de H' de 1,17 e 1, respectivamente, e também não diferiram; Intermediária apresentou valor de diversidade de 0,85 e diferiu de ambas as áreas. Contudo, analisando a diversidade entre estações, foram observados valores decrescentes e significativos de H' . Para o Índice de Equitabilidade de Pielou (J'), o teste não mostrou diferenças entre áreas nem entre as estações (Tabela. 3).

A similaridade entre as áreas em relação à composição de espécies foi avaliada através do índice de similaridade de Sorensen. Na estação seca, a maior similaridade ocorreu entre as áreas Intermediária e Degradada, com um índice de 0,63. Preservada e Intermediária apresentaram similaridade de 0,56 e para Preservada e Degradada foi observada um valor de índice de 0,48. Após a estação chuvosa, a similaridade diminuiu entre as áreas, mas o comportamento dos valores permaneceu, com similaridades de 0,53, 0,44 e 0,41 respectivamente. Confrontando as áreas entre estações, a composição de espécies da Preservada na estação seca e chuvosa apresentou 57% de similaridade, Intermediária 48%, enquanto que Degradada exibiu 56% de similaridade.

Tabela 3

Índice de Diversidade de Shannon (H') e de Equitabilidade de Pielou (J') do banco de sementes para três áreas ciliares do Rio Pajeú em uma região da caatinga do município de Floresta, PE, ao final da estação seca e chuvosa. Valores de H' e J' representam a média de 40 repetições $\pm$ E.P. Letras diferentes significam diferença estatística entre as áreas e estações.

	Área	H'	J'
Est. Seca	Preservada	1,54 $\pm$ 0,06 a	0,74 $\pm$ 0,02
	Intermediária	1,30 $\pm$ 0,06 ab	0,79 $\pm$ 0,03
	Degradada	1,42 $\pm$ 0,07 ab	0,74 $\pm$ 0,02
Est. Chuvosa	Preservada	1,17 $\pm$ 0,06 bc	0,77 $\pm$ 0,03
	Intermediária	0,85 $\pm$ 0,05 d	0,78 $\pm$ 0,03
	Degradada	1,00 $\pm$ 0,06 c	0,82 $\pm$ 0,04

4. Discussão

4.1 Germinação e Densidade

Após o primeiro mês em casa de vegetação foi observado que 71,8% e 93,7% das sementes provenientes do banco de sementes coletados na estação seca e estação chuvosa respectivamente, germinaram. Este percentual alto de germinação no primeiro mês pode indicar uma rápida resposta das sementes presentes no banco ao início da rega, simulando as chuvas. A predominância de indivíduos pertencentes ao estrato herbáceo explica esse tipo de resposta, pois por apresentarem um ciclo de vida mais curto, precisam germinar logo ao início das chuvas, para assegurar uma nova geração de sementes e manter populações viáveis (Costa e Araújo, 2003). Assim, estes indivíduos ganham vantagem em ambientes como o da caatinga, onde a precipitação anual é baixa e bastante irregular (Mamede e Araújo, 2008; Santos *et al.*, 2011). Este padrão de germinação foi visto por Costa e Araújo, 2003 e Mamede e Araújo, 2008, ambos trabalhando com banco de sementes em área de caatinga e também por Araújo *et al.*, 2004) em uma área de Floresta estacional decidual ripária com influência sazonal, no Rio Grande do Sul.

Os valores de densidade de sementes observados neste estudo, com exceção da área Preservada ao final da estação seca, que apresentou valores maiores, estão dentro das estimativas para florestas tropicais, que de acordo com Garwood (1989) é de menos de

500 sementes/m². Os valores encontrados para Preservada e Degradada ao final da estação seca foram maiores que os observados por Santos *et al.* (2010), que trabalhando em uma região de caatinga encontraram uma densidade total de 219 e 291 sem.m² nas estações seca e chuvosa, respectivamente. Também foram maiores do que visto por Mamede e Araújo (2008), também em uma área de caatinga, após fogo para práticas agrícolas. Contudo, de uma forma geral, as densidades observadas neste trabalho foram menores do que o constatado em outros trabalhos em ambientes áridos e semiáridos (Costa e Araújo, 2003; Kassahun *et al.*, 2009; Scott *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2013). Na estação seca, foi visto uma redução da densidade nas áreas que sofrem com as ações antrópicas mostrando que o impacto sofrido gera uma diminuição no número de sementes do solo, e este número tende a diminuir com o aumento da degradação, que está relacionada não somente com o tipo de impacto mais também com o nível de intensidade dele (Kassahun *et al.* 2009; Araújo *et al.*, 2014). Ao final da estação chuvosa, a densidade apresentou valores menores em relação à estação seca, isto pode ser devido ao recrutamento destas sementes para o banco de plântulas, pois na caatinga a emergência de plântulas ocorre na estação chuvosa (Silva *et al.*, 2013), ou até pela morte de diásporos. Santos *et al.* (2010) levanta a questão de que essa diminuição no total de sementes possa ter sido causada pelos regimes irregulares das chuvas, que afetam a floração e frutificação e consequentemente o a produção de sementes que podem alcançar o solo e afirma que o total de sementes que alcançam o solo é diretamente proporcional ao total de chuvas. Silva *et al.* (2013) também afirma que precipitação total do ano atinge diretamente a produção de sementes, mas sugere que são necessários anos consecutivos de boa precipitação para que o estoque de sementes no solo seja mantido.

4.2 Composição Florística

A riqueza total de espécies registrada neste trabalho foi maior do que as encontradas em outros trabalhos de banco de sementes em florestas secas (Costa e Araújo, 2002; Mamede e Araújo, 2008; Kassahun *et al.* 2009; Scott *et al.*, 2010). Também foi maior do que outros trabalhos realizados em mata ciliar na caatinga (Santos *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2013).

As famílias com mais representantes nas três áreas e nas duas estações, foram representadas por espécies de plantas do estrato herbáceo. A de maior destaque foi a Poaceae, que apresentou um total de 14 espécies ao longo de todo estudo. Esta família é caracterizada por dominar diferentes ecossistemas vegetais e de se adaptam a eles, além

de se desenvolvem em locais com alta incidência luminosa (Poaceae). Outras famílias também tiveram notoriedade neste estudo devido ao elevado número de indivíduos que suas espécies apresentaram, como: *L. octovalvis*, *S. marítima*, *R. grandiflora*, *H. suaveolens*, *E. prostrata*, *A. tenella*, *M. verticillata*, *Marsypianthes chamaedrys* (Vahl) Kuntze (Lamiaceae), *Centratherum punctatum* Cass. (Asteraceae). Estas espécies de herbáceas, bem como a maioria das outras que foram observadas nos bancos de sementes ocorrem em áreas cultivadas, com atividades agropecuárias, ou em áreas abertas e locais perturbados (Moreira e Bragança, 2010; Moreira e Bragança, 2011; Maia-Silva *et al.*, 2012).

A família Fabaceae foi a única com representantes arbóreos neste trabalho: *P. juliflora* e *L. leucocephala*. A *P. juliflora*, é popularmente conhecida por Algaroba, e apresentou uma abundância significativa na área Preservada, e também ocorrendo nas outras duas áreas estudadas. Esta espécie exótica foi introduzida no semiárido brasileiro devido às suas variadas capacidades de uso, como seu potencial forrageiro, madeira, fonte de lenha e estaca (Pegado *et al.*, 2006; Andrade *et al.*, 2010). A algaroba se disseminou pela caatinga e se tornou uma invasora que é capaz de dominar o ambiente e afetar a composição, estrutura e a diversidade nativa da caatinga e dessa forma, interfere na resiliência do ambiente (Andrade *et al.*, 2010). A área Preservada, que foi descrita como uma área sem grandes perturbações, pode ter apresentado esta alta abundância de *P. juliflora* devido às áreas antropizadas do entorno servir como fonte de sementes e também à sua principal forma de dispersão ser através dos animais de pastoreio, que por mais que esta área não tenha sido transformada em pasto para os animais, eles são muitas vezes criados soltos e chegam a alcançar esta área. A outra espécie de arbórea, *L. leucocephala*, foi a terceira espécie mais abundante da área Degradada e se identifica com muito do que foi dito acima em relação à *P. juliflora*, como suas capacidades de uso e o caráter invasor. De acordo com Lowe *et al.* (2000), esta espécie participa da lista das 100 espécies invasoras mais agressivas do planeta e tais espécies invasoras são consideradas uma das causas da perda de biodiversidade nos diferentes ambientes (Costa e Durigan, 2010).

O predomínio de sementes de herbáceas no banco pode estar relacionado com ciclo de vida destas espécies, à elevada produção de sementes e também pelas suas características de suportar condições adversas, como elevadas temperaturas e ambientes secos como o da caatinga (Christoffoleti e Caetano, 1993; Alvarenga *et al.*, 2006). Outro fator que também pode ter colaborado para o grande número de herbáceas é de que as três

áreas em que ocorreram as coletas do banco de sementes não são circundadas por áreas que possam proporcionar sementes diferentes categorias ecológicas e sim por áreas de campo aberto para pastagem ou cultivo. De acordo com Braga *et al.* (2008), a expressiva quantidade de herbáceas demonstra um banco fornecedor de espécies prontas para iniciar o processo de sucessão de uma área perturbada.

Araújo *et al.* (2004) acreditam que o elevado número de sementes herbáceas no banco seja devido à produção contínua da maioria das espécies e que em contrapartida, a baixa porcentagem de sementes arbóreo-arbustivas é resultado de uma produção descontínua, além de outros fatores como uma menor viabilidade, por apresentarem sementes maiores, bem como uma predação intensa e maior fragilidade aos ataques por fungos (Orozco-Segovia *et al.*, 1993).

4.3 Diversidade e Similaridade Florística

Os valores de H' calculados para as áreas nas duas estações foram menores do que encontrados em outros trabalhos em banco de sementes realizados na caatinga (Mamede e Araújo, 2008; Parente *et al.*, 2011), mas foram maiores do que os observados em uma área ciliar recuperada do segundo maior delta na China (Bai *et al.*, 2014). Para a equitabilidade, os valores foram altos, considerando que este índice varia de 0 a 1. Assim, a redução da diversidade nas áreas entre elas e entre estações possa ser resultado de um menor número de espécies, já que o Índice de Diversidade de Shannon leva em conta a equitabilidade (a uniformidade de distribuição das espécies na comunidade) e o número de espécies (Barros, 2007; Braga *et al.*, 2008; Parente *et al.*, 2011).

As similaridades entre os pares de áreas também reduziram da estação seca para a chuvosa. De acordo com Mueller-Dombois e Ellenberg (1974) as comunidades podem ser consideradas similares floristicamente quando o índice de Sorensen for igual ou maior que 0,5. Quando as composições florísticas da mesma área (estação seca x estação chuvosa) foram confrontadas, Preservada e Degradada foram consideradas similares, enquanto que Intermediária apresentou um valor bastante próximo ao limiar de comunidades similares (0,48).

4.4 Recuperação das Matas Ciliares

Para a criação de estratégias de recuperação ou condução da regeneração natural devem-se conhecer os mecanismos de regeneração e os fatores limitantes de cada

ecossistema, pois extrapolar informações de uma região para outra de características diferentes, resultará em um projeto de recuperação ineficiente (Hardwick, *et al.*, 1997).

As herbáceas atuam no primeiro estágio do processo de sucessão, pois são capazes de ocupar os espaços abertos da comunidade e assim colonizar o ambiente alterado (Araújo *et al.*, 2004). Seguindo o fluxo do processo sucessional, aos poucos esta vegetação predominantemente herbácea será substituída por espécies de estágios mais avançados. Ao final da análise dos bancos de sementes deste trabalho, foi observado que 74% de todas as espécies encontradas pertenciam ao estrato herbáceo, contudo este resultado pode indicar que o processo sucessional está prejudicado pela falta de sementes de espécies de estágios mais avançados (Costalonga *et al.*, 2006; Neto *et al.*, 2010). Esta falta de sementes de espécies mais tardias do processo sucessional pode ser resultado da soma da perturbação sofrida nas áreas e pela falta de fontes de sementes na circunvizinhança. Sendo assim, existe a necessidade de adoção de medidas para acelerar ou até mesmo dar continuidade a este processo de sucessão. Primeiramente, as áreas devem ser isoladas dos fatores de perturbação, ou seja, as práticas agropastoris devem ser cessadas na extensão do rio. Como medidas mais intervencionistas, diferentes trabalhos de banco de sementes (Alvarenga *et al.*, 2006; Araújo *et al.*, 2004; Costalonga *et al.*, 2006; Braga *et al.*, 2008; Martins *et al.*, 2008; Neto *et al.*, 2010) sugerem práticas de enriquecimento do banco com sementes de espécies nativas da região, instalação de poleiros artificiais e a semeadura direta de espécies arbóreas nativas.

Agradecimentos

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

Referências bibliográficas

- Almeida-Cortez, J. S. Dispersão e banco de sementes. In: Ferreira, A.G.; Borghetti, F. (Orgs.). **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre, RS: Artmed, 2004. p. 225-236.
- Alvarenga, A. P.; Pereira, I. M.; Pereira, S. A. Avaliação do banco de sementes do solo, como subsídio para recomposição de mata ciliar, no entorno de duas nascentes na região de Lavras-MG. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 9. 2006.
- Andrade, L. A; Fabricante, J. R.; Oliveira, F. X. Impactos da invasão de *Prosopis juliflora* (sw.) DC. (Fabaceae) sobre o estrato arbustivo-arbóreo em áreas de Caatinga no Estado da Paraíba, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 32, n. 3, p. 249-255, 2010.
- APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, p. 105–121, 2009.
- Araújo, G. M. **Matas ciliares da caatinga: florística, processo de germinação e sua importância na restauração de áreas degradadas**. 2009. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.
- Araújo Filho, J. C.; Silva, A. B.; Silva, F. B. R.; Leite, A. P. **Diagnóstico ambiental do Município de Floresta, Pernambuco**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2001
- Araújo, M. M.; Longhi, S. J.; Barros, P. L. C.; Brena, D. A. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidua ripária Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 66, p. 128-141, 2004.
- Araújo, V. K. R.; Santos, D. M.; Santos, J. M. F. F.; Silva, K. A.; Souza, D. N. N.; Araújo, E. L. Influência do *status* da floresta e da variação sazonal sobre o banco de sementes no semiárido brasileiro. **Gaia Scientia**, v. 8, n. 1, p. 136-149, 2014.
- Attanasio, C. M.; Rodrigues, R. R.; Gandolfi, S.; Nave, A. G. **Adequação Ambiental De Propriedades Rurais, Recuperação de Áreas Degradadas, Restauração de Matas Ciliares**. Universidade de São Paulo, 2006.

Bai, J.; Huang, L.; Gao, Z.; Lu, Q.; Wang, J.; Zhao, Q. Soil seed banks and their germination responses to cadmium and salinity stresses in coastal wetlands affected by reclamation and urbanization based on indoor and outdoor experiments. **Journal of Hazardous Materials**, v. 280, p. 295–303, 2014.

Barros, R. M. Medidas de diversidade biológica. Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais – PGECOL. Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Juiz de Fora, MG, 2007.

Baskin, C.C.; Baskin, J.M. **Seeds, ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. New York: Academic Press, 1998, p. 230.

Braga, A. J. T.; Griffith, J. J.; Paiva, H. N. P; Neto, J. A. A. M. Composição do banco de sementes de uma floresta semidecidual secundária considerando o seu potencial de uso para recuperação ambiental. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.1089-1098, 2008.

Brown, D. Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. **Canadian Journal of Botany**, v. 70, p. 1603-1612, 1992.

Calegari, L; Martins, S. V., Campos, L. C.; Silva, E.; Gleriani, J. M. Avaliação do banco de sementes do solo para fins de restauração florestal em Carandaí, MG. **Revista Árvore**, v.37, n.5, p.871-880, 2013.

Christoffoleti, P. J.; Caetano, R.S.X. Soil seed banks. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 55, p.74-78, 1998.

Costa, R. C.; Araújo, F. S. Densidade, germinação e flora do banco de sementes no solo, no final da estação seco, em uma área de caatinga, Quixadá, CE. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 2, p. 259-264, 2003.

Costa, J. N. M. N.; Durigan, G. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae): Invasora ou ruderal? **Revista Árvore**, v.34, n.5, p. 825-833, 2010.

Costalonga, S. R.; Reis, G. G.; Reis, M. G. F.; Silva, A. F.; Borges, E. E. L.; Guimarães, F. P. Florística do banco de sementes do solo em áreas contíguas de pastagem degradada, plantio de eucalipto e floresta em Paula Cândido, MG. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 2, p. 239-250, 2006.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea: Diagnóstico do Município de Itacuruba. Recife, 2005.

Garwood, N. C. Tropical Soil Seed Banks: a Review. In: LECK, M. A.; PARKER, T. V.; SIMPSON, R. L. eds. **Ecology of soil seed banks**. New York: Academic Press. 1989. p. 49- 210.

Goodson, J. M.; Gurnell, A. M.; Angold, P. G.; Morrissey, I. P. Riparian seed banks: structure, process and implications for riparian management. **Progress in Physical Geography**, v. 25, p. 301-325, 2001.

Gorresio-Roizman, L. G. Fitossociologia e dinâmica do banco de sementes de populações arbóreas de floresta secundária em São Paulo, SP. 1993.Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

Hardwick, K., Healey, J., Elliott, S., Garwood, N., Anusarnsunthorn, V. Understanding and assisting natural regeneration processes in degraded seasonal evergreen forests in northern Thailand. **Forest Ecology and Management** v. 99, p. 203, 1997.

Kassahun A.; Snyman, H. A.; Smit, G. N. Soil seed bank evaluation along a degradation gradient in arid rangelands of the Somali region, eastern Etiopia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 129, p. 428-436, 2009.

Lacerda, A. V.; Nordi, N.; Barbosa, F. M.; Watanabe. T. Levantamento florístico do componente arbustivo-arbóreo da vegetação ciliar na bacia do rio Taperoá, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 3, p. 647-656, 2005.

Lara, J.F.R.; Macedo, J.F.; Brandão, M. Plantas daninhas em pastagens de várzeas no estado de Minas Gerais. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.21, n.1, p.11-20, 2003.

Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M. 100 of the world's worst invasive alien species: A selection from the global invasive species database. Publicado por The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 2000.

Maia-Silva, C.; Cláudia Inês da Silva, C. I.; Hrnacir, M.; Queiroz, R. T.; Imperatriz-Fonseca, V. L. Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga. 1. ed. Fortaleza: Fundação Brasil cidadão, 2012.

Mamede, M. A.; Araújo, F. S. Effects of slash and burn practices on a soil seed bank of caatinga vegetation in Northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 72, p. 458–470, 2008.

Martins, S. V.; Almeida, D. P.; Fernandes, L. V.; Ribeiro, T. M. Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de *Caulim* em Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG , v.32, n.6, p.1081-1088, 2008.

Matallo Júnior, H. A desertificação no Brasil. In: OLIVEIRA, T. S. et al. (Eds). **Agricultura, sustentabilidade e o Semi-Árido**. Fortaleza: UFC/SBCS, 2000, p.89-113.

Meiado, M. V. Banco de sementes no solo da Caatinga, uma Floresta Tropical Seca no Nordeste do Brasil. **Informativo Abrates**, v. .24, n. 3, p. 39-43, 2014.

MMA - **Ministério do Meio Ambiente**. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.montaEidEstrutura=203>>. Acesso em: 10 maio 2014.

Moreira, H. J. C.; Bragança, H. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes: arroz**. São Paulo: FMC Agricultural Products, 2010.

Moreira, H. J. C.; Bragança, H. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes: Hortifrúti**. São Paulo: FMC Agricultural Products, 2011.

Mueller-Dombois, D.; Ellenberg, H.A. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley, 547, 1974.

Neto, A. M.; Kunz, S. H.; Martins, S. V.; Kelly de Almeida Silva, K. A.; Silva, D. A. Transposição do banco de sementes do solo como metodologia de restauração florestal de pastagem abandonada em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 34, n. 6, p. 1035 -1043, 2010.

Orozco-Segovia, A.; Sanchez-Coronado, M. E.; Vázquez-Yanes, C., Light environment and phytochrome – controlled germination in *Piper auritum*. **Functional Ecology**, v. 7, p. 585-590, 1993.

Parente, R. G.; Barbosa, L. G.; Souza, O. C; Vilar, F. C. R. Composição florística do banco de sementes do solo da caatinga em perímetro irrigado de Petrolina - Pernambuco **Revista Semiárido De Visu**, v.1, n.1, p. 18-31, 2011.

Pegado, C. M. A.; Andrade, L. A.; Félix, L. P.; Pereira, I. M. Efeitos da invasão biológica de algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 4, p. 887-898, 2006.

Prado, D. As caatingas da América do Sul. In: I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva (eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, 2003, p. 3-73.

Price, P.; Lovett, S. Managing riparian land. Fact sheet 1, Land & Water. Australia, Canaberra, 2002

Richter, R.; Stromberg, T. C. Soil seed banks of two montane riparian areas: implications for restoration. **Biodiversity and Conservation**, v. 14, p. 993–1016, 2005.

Santos, J. C.; Leal, I. R.; Almeida-Cortez, J. S.; Fernandes, G. W.; Tabarelli, M. Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest. **Tropical Conservation Science**, v. 4, n. 3, p. 276-286, 2011.

Santos, D. M.; Silva, K. A.; Albuquerque, U. P.; Santos, J. M. F. F.; Lopes, C. G. R.; Araújo, E. L. Can spatial variation and inter-annual variation in precipitation explain the seed density and species richness of the germinable soil seed bank in a tropical dry forest in north-eastern Brazil? **Flora**, v. 208, p. 445-452, 2013.

Scott, K.; Setterfield, S.; Douglas, M.; Andersen, A. Soil seed banks confer resilience to savanna grass-layer plants during seasonal disturbance. **Acta Oecologica**, v. 36, p. 202-210, 2010.

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

Schorn, L. A.; Fenilli, T. A. B.; Krüger, A.; Pellens, G. C.; Budag, J. J.; Nadolny, M. C. Composição do banco de sementes no solo em áreas de preservação permanente sob diferentes tipos de cobertura. **Revista Floresta**, v. 43, n. 1, p. 49 – 58, 2013.

Silva, K. A.; Santos, D. M.; Santos, J. M. F.F.; Albuquerque, U. P.; Ferraz, E. M. N.; Araújo, E. L. Spatio-temporal variation in a seed bank of a semi-arid region in northeastern Brazil. **Acta Oecologica**, v. 46, p. 25-32, 2013.

Trovão, D. M. B. M.; Freire, A. M.; Melo, J. I. M. Florística e fitossociologia do componente lenhoso da mata ciliar do riacho de Bodocongó, semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 78-86, 2010.

Regras da revista

Link para as normas completas: <https://www.elsevier.com/journals/journal-of-arid-environments/0140-1963/guide-for-authors#25000>

Aims and Scope

The Journal of Arid Environments is an international journal publishing original scientific and technical research articles on physical, biological and cultural aspects of arid, semi-arid, and desert environments. As a forum of multi-disciplinary and interdisciplinary dialogue it addresses research on all aspects of arid environments and their past, present and future use.

Research Areas include:

- Paleoclimate and Paleoenvironments
- Climate and Climate Change
- Hydrological processes and systems
- Geomorphological processes and systems
- Soils (physical and biological aspects)
- Ecology (Plant and Animal Sciences)
- Anthropology and human ecology (archaeology, sociology, ethnobotany, human adaptations, etc. Agriculture Land use grazing, mining, tourism, etc)
- Land use (agronomy, grazing, mining, tourism, etc)
- Conservation (theory, policy, sustainability, economics, heritage)
- Land degradation (desertification) and rehabilitation
- Environmental monitoring and management

Types of paper

Research Articles: reporting original and previously unpublished work. Research papers have a reference limit of 50 cites

Short Communications: These are concise, but complete descriptions of a limited investigation, which will not be included in a later paper. Examples include descriptive research on seed-germination conditions, plant responses to salinity, animal feeding habits, etc. Short communications have a reference limit of 20 cites

Short communications should not exceed 2400 words (six printed pages), excluding references and legends. Submissions should include a short abstract not exceeding 10%

of the length of the communication and which summarizes briefly the main findings of the work to be reported. The bulk of the text should be in a continuous form that does not require numbered sections such as Introduction, Materials and methods, Results and Discussion. However, a Cover page, Abstract and a list of Keywords are required at the beginning of the communication and Acknowledgements and References at the end. These components are to be prepared in the same format as used for full-length research papers. Occasionally authors may use sub-titles of their own choice to highlight sections of the text. The overall number of tables and figures should be limited to a maximum of three (i.e. two figures and one table).

Review Articles: Critical evaluation of existing data, defined topics or emerging fields of investigation, critical issues of public concern, sometimes including the historical development of topics. Those wishing to prepare a review should first consult the Editors or Associate Editors concerning acceptability of topic and length.

Think Notes: Short, one page notes describing new developments, new ideas, comments on a controversial subject, or comments on recent conferences will also be considered for publication.

Letter to the Editor: A written discussion of papers published in the journal. Letters are accepted on the basis of new insights on the particular topic, relevance to the published paper and timeliness.

Contact details for submission

Authors may send queries concerning the submission process, manuscript status, or journal procedures to the Editorial Office at jae@elsevier.com.

Ethics in publishing

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <https://www.elsevier.com/publishingethics> and <https://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Human and animal rights

If the work involves the use of human subjects, the author should ensure that the work described has been carried out in accordance with The Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans, <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html>; Uniform Requirements for manuscripts submitted to Biomedical journals, <http://www.icmje.org>. Authors should include a statement in the manuscript that informed consent was obtained for experimentation with human subjects. The privacy rights of human subjects must always be observed.

All animal experiments should be carried out in accordance with the U.K. Animals (Scientific Procedures) Act, 1986 and associated guidelines, EU Directive 2010/63/EU for animal experiments, or the National Institutes of Health guide for the care and use of Laboratory animals (NIH Publications No. 8023, revised 1978) and the authors should clearly indicate in the manuscript that such guidelines have been followed. **All animal**

studies need to ensure they comply with the ARRIVE guidelines. More information can be found at <http://www.nc3rs.org.uk/page.asp?id=1357....>