



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E
MEIO AMBIENTE – PRODEMA

CURSO DE MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
Área de Concentração: Proteção ambiental e Gestão de recursos naturais

CARLA DANIELA DE SALES PESSOA

BANCO DE SEMENTES NO SOLO EM UMA ÁREA DE CAATINGA
EM REGENERAÇÃO, NÚCLEO DE DESERTIFICAÇÃO DE
IRAUÇUBA, CEARÁ

FORTALEZA, CEARÁ
2008

CARLA DANIELA DE SALES PESSOA

**BANCO DE SEMENTES NO SOLO EM UMA ÁREA DE CAATINGA
EM REGENERAÇÃO, NÚCLEO DE DESERTIFICAÇÃO DE
IRAUÇUBA, CEARÁ**

Dissertação submetida à coordenação do curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente sob orientação da Prf.^a Dr.^a Francisca Soares de Araújo.

FORTALEZA, CE
2008

P567b Pessoa, Carla Daniela de Sales
Banco de sementes no solo em uma área de caatinga em regeneração,
núcleo de desertificação de Irauçuba - Ceará / Carla Daniela de Sales
Pessoa, 2008.
45 f. ; il. color. enc.

Orientadora: Profa. Dra. Francisca Soares de Araújo
Área de concentração: Proteção ambiental e Gestão de recursos naturais
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de
Ciências, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Fortaleza, 2008.

1. Banco de sementes 2. Desertificação 3. Regeneração 4. Irauçuba
I. Araújo, Francisca Soares de (orient.) II. Universidade Federal do Ceará –
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente
III. Título

CDD 363.7

Esta dissertação foi apresentada como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca de Ciências e Tecnologia da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de acordo com as normas da ética científica.

**BANCO DE SEMENTES NO SOLO EM UMA ÁREA DE
CAATINGA EM REGENERAÇÃO, NÚCLEO DE DESERTIFICAÇÃO
DE IRAUÇUBA, CEARÁ**

Carla Daniela de Sales Pessoa

Dissertação APROVADA EM: 05/07/2008

Prof.^a Dr.^a Francisca Soares de Araújo

Depto. de Biologia – UFC

(Orientadora)

Prof.^a Dr.^a Maria de Jesus Nogueira Rodal

Dpto. de Biologia – UFRPE

(Conselheira)

Prof.^a Dr.^a Marta Celina Linhares Sales

Depto. de Geografia – UFC

(Conselheira)

Dedico à minha mãe **Francisca**, que através do amor e da coragem tornou possível cada etapa do meu crescimento pessoal e profissional.

Em lembrança ao meu pai, **Carlos Antonio**.

**Mestre não é quem sempre ensina,
mas quem de repente aprende.
(João Guimarães Rosa)**

Agradecimentos

À Prof.^a Dr.^a Francisca Soares de Araújo, por ter aceitado ser minha orientadora e pela confiança depositada;

Ao Prof.^o Dr.^o José Gerardo Beserra de Oliveira, por sua agradável receptividade e acolhida em seu laboratório, pelo apoio, orientação, por sua enorme cooperação e carinho no desenvolvimento de todas as etapas deste trabalho;

À Prof.^a Dr.^a Marta Celina Linhares Sales, por sua inestimável colaboração com sugestões para o encaminhamento e na defesa deste trabalho;

À Prof.^a Dr.^a Maria de Jesus Nogueira Rodal, por suas sugestões valiosas na defesa deste trabalho;

Ao taxonomista Luiz Wilson Lima-Verde pela colaboração com a identificação do material botânico;

À Prf.^a Dr.^a Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima, pela prestativa ajuda com as análises estatísticas e a Prof.^a Dr.^a Silvia Maria de Freitas;

Ao departamento de solo nas pessoas do Prof.^o Dr.^o Teógenes Senna de Oliveira e da Prof.^a Dr.^a Vânia Felipe Freire Gomes, pela casa de vegetação cedida;

Às colegas Kelanne e Rebeca por toda a ajuda no desenvolvimento das etapas iniciais deste trabalho;

Ao colega Marcelo Teles pela preciosa ajuda na confecção do mapa da área;

Ao Sr. Joari que me ajudou a cuidar das plântulas;

Aos colegas de trabalho Ewerton e Ana Cristina que tornaram os dias mais curtos e alegres;

Aos meus colegas de turma (PRODEMA, 2006) que tantas vezes estiveram presentes na execução deste trabalho;

À minha grande amiga Janne Keila, por emprestar seus ouvidos tão carinhosamente nos momentos de angústia;

Ao amigo Pedro Manoel por me ajudar com as revisões de texto;

À minha segunda família Rita e José, meus sogros, pelo amor, carinho, atenção e apoio. Às minhas cunhadas, Dávila e Daniele, pelo carinho e amizade;

Especialmente à minha mãe (Francisca) e minha irmã (Adriely) pelo amor e carinho dedicado;

Aos demais que não foram citados, mas que com certeza contribuíram enormemente para execução deste trabalho;

*Ao meu companheiro **Draulio Costa**, que em tantos momentos esteve comigo e acima de tudo prestou sua ajuda incondicional em todas as etapas deste trabalho, com muito zelo, carinho e atenção, dedicados de forma muito amorosa. Muito obrigada por seu amor, por sua ajuda durante momentos tão difíceis, pelo carinho, pelo apoio e por me fazer acreditar que tudo iria dar certo;*

*E acima de tudo a **Deus** que me deu força, paciência e sabedoria para executar este trabalho da melhor forma possível.*

Este trabalho foi realizado com o apoio e a colaboração das seguintes instituições:

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), através do projeto **Estudo da Degradação/Desertificação e suas implicações com o uso da terra em Sistemas de Produção no Semi-árido cearense: O caso da Microrregião de Sobral.**

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), através do convênio com o Curso de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará e bolsa concedida.

Universidade Federal do Ceará, através do Departamento de Biologia e Agronomia que viabilizou a execução deste trabalho em seus laboratórios e anexos e contribuiu para a formação da autora.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo conhecer os atributos do banco de sementes no solo e verificar quais desses refletem melhor a regeneração da caatinga em áreas de desertificação. Para tanto, investigou-se o banco de sementes no final da estação seca, em uma área de caatinga em processo de degradação/desertificação, no município de Irauçuba, Ceará. Foram analisados os atributos densidade, composição, diversidade e riqueza de espécies e cinética de germinação. As coletas foram realizadas em três áreas, nas fazendas Formigueiro, Cacimba Salgada I e Cacimba Salgada II. Em cada área foi amostrado o banco de sementes no solo na parcela experimental (pousio) e na parcela em uso contínuo (controle). Cada parcela de cada área foi subdividida em dezesseis parcelas de 10x10m, das quais foram sorteadas cinco para estudo do banco de sementes no solo. No centro de cada uma das cinco parcelas de 100m² foi retirada amostra de solo de 0,25m² de área. A densidade e a composição do banco de sementes no solo foram analisadas através da técnica de emergência de plântulas em casa de vegetação. O banco foi composto prioritariamente por terófitos. As densidades encontradas foram 592, 1804, 2080 sem/m² para as parcelas experimentais 1, 2 e 3, respectivamente e 680, 1288 e 1408 sem/m², para as parcelas controle 1, 2 e 3, respectivamente. No parâmetro riqueza, foram encontrados iguais valores para as parcelas experimento e controle (8 e 2 para as áreas 1 e 2, respectivamente), a área 3 apresentou maior riqueza na parcela em pousio (15 e 10 para as parcelas controle e experimento, respectivamente). Os valores de equabilidade nas parcelas experimento foram de 0,751, 0,041 e 0,740 para as áreas 1, 2 e 3, respectivamente, e de 0,613, 0,054 e 0,603 para as áreas 1, 2 e 3 das parcelas controle. Em relação à diversidade, os valores para as parcelas experimentais 1, 2 e 3 foram 1,562, 0,028, 2,004, respectivamente, e 1274, 0,038 e 1,388 para as parcelas controle, 1, 2 e 3, respectivamente, o que revela uma maior diversidade nas áreas em pousio, com exceção da área 2. Os aumentos da diversidade e da densidade demonstram a ocorrência de regeneração do componente herbáceo nas áreas em pousio.

ABSTRACT

The objective of this study is to gather knowledge about the attributes of a seed bank at soil level and to verify which of these attributes reflect the best regeneration of the caatinga in areas of desertification. In order to do that, we investigated the seed bank at the end of the dry season in a area of caatinga suffering the process of degradation/desertification, at the municipality of Irauçuba, Ceará. We analysed the attributes of density, composition, diversity and richness of species as well as germination dynamics. The collections were realized in three areas, at Formigueiro, Cacimba Salgada I and Cacimba Salgada II farms. In each area, we sampled a seed bank at soil level in the experimental portion (fallow) and at the continuous use portion (control). Each portion of each area was divided in sixteen portions of 10 x 10 m, from which were drawn five portions for the study of the seed bank at soil level. In the center of each one of the five portions of 100 m², a soil sample of 0,25 m² was removed. The density and the composition of the seed bank at the soil level were analysed using the plantule outgrowth in greenhouse. The bank was composed primarily by therophytes. The densities found were 592, 1804, 2080 seeds/m² for the experimental portions 1, 2 and 3, respectively, and 680, 1288 and 1408 seeds/m² for the control portions 1, 2 and 3, respectively. Regarding the richness parameter, we found equal values for both the experimental and control portions (8 and 2 for areas 1 and 2, respectively); area 3 presented greater richness in the fallow portion (15 and 10 for the control and experimental portions, respectively). The equability values of the experimental portions were equal to 0,751, 0,041 and 0,740 for areas 1,2 and 3 respectively and of 0,613, 0,054 and 0,603 for areas 1,2 and 3 of the control portions. Regarding diversity, the values for the experimental portions 1, 2 and 3 were 1,562, 0,028 and 2,004, respectively, and 1274, 0,038 and 1,388 for the control portions 1,2 and 3, respectively, which reveals a major diversity for the areas of fallow, with exception of area 2. The raising diversity and density demonstrate the occurrence of regeneration of the herbaceous component in the fallow areas.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS UTILIZADAS

UNCCD	Comunited United Nations Convention to Combat Desertification
IUCN	The World Conservation Union
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
UNEP	United Nations Environment Programme
IA	Índice de Aridez
MDA	Ministério de Desenvolvimento Agrário
MIN	Ministério da Integração Nacional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
mm	Milímetros
cm	Centímetros
km²	Quilômetros quadrados
m²	Metros quadrados
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
CDB	Convenção sobre a Diversidade Biológica
IBGE	Instituto brasileiro de Geografia e Estatística
IPLANCE	Fundação Instituto de Pesquisa e Informação do Ceará
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
°C	Graus centígrados
atm	Atmosfera
EAC	Herbário Prisco Bezerra
UFC	Universidade Federal do Ceará
S	Sul
W	Oeste
Sem/m²	Sementes por metro quadrado
NO	Número de sementes
H'	Índice de Shannon
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 Terras áridas e semi-áridas do mundo	19
2.2 Uso e ocupação do semi-árido brasileiro	21
2.3 O município de Irauçuba	24
2.4 Importância da biodiversidade do semi-árido	26
2.5 Impactos sobre a biodiversidade	27
2.6 Regeneração de áreas degradada	29
2.7 Banco de sementes no solo	31
3. MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1. Localização e caracterização ambiental da área de estudo	34
3.2. Delimitação das áreas de estudo	34
3.3. Coleta das amostras do banco de sementes no solo	39
3.4. Experimento de germinação do banco de sementes	39
3.5. Análise do banco de sementes	41
4. RESULTADOS	43
4.1. Tamanho do banco de sementes	43
4.2. Cinética de germinação do banco de sementes	44
4.3. Composição florística, riqueza e diversidade do banco de sementes no solo	45
5. DISCUSSÃO	49
5.1. Tamanho do banco de sementes	49
5.2. Composição florística e cinética de germinação das espécies do banco de sementes no solo	49
5.3. Diversidade do banco de sementes no solo	50
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Delimitação da área de clima semi-árido no Brasil.	23
Figura 2 – Esquema demonstrativo do desenho experimental em cada uma das três áreas deste estudo, Irauçuba, CE.	36
Figura 3 – Localização das parcelas experimento e controle e mapa de cobertura vegetal da área, município de Irauçuba, CE.	37
Figura 4 – Vista geral das parcelas em pousio, município de Irauçuba, CE	38
Figura 5 – Cilindro de aço usado para delimitar a parcela circular na amostragem do banco de sementes no solo.	39
Figura 6 – Experimento em casa de vegetação	40
Figura 7 – Células de germinação com plântulas transplantadas	41
Figura 8 – Cinética de germinação de monocotiledôneas e dicotiledôneas do banco de sementes no solo nas três áreas estudadas	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Localização geográfica, altitude e solo dos três experimentos, no município de Irauçuba, CE	35
Tabela 2 – Média da quantidade de sementes germinadas nas áreas 1, 2 e 3	43
Tabela 3 – Tamanho do banco de sementes das áreas amostradas no final da estação seca	43
Tabela 4 – Número de sementes monocotiledôneas e dicotiledôneas das áreas amostradas no final da estação seca	44
Tabela 5 – Espécies presentes no banco de sementes nas áreas estudadas e o respectivo número de indivíduos (n) e forma de vida (FV)	47
Tabela 6 – Índices de riqueza, diversidade e equabilidade determinados para as áreas de estudo	48
Tabela 7 – Densidade do banco de sementes no solo encontrados na literatura	49

1. INTRODUÇÃO

Resiliência é definida como a quantidade e intensidade de distúrbios que um ecossistema pode suportar sem perder a estrutura e os processos mantenedores do sistema original (HOLLING, 1973). Dependendo da frequência e da intensidade do distúrbio, podem ser afetadas as relações interespecíficas, a riqueza e a diversidade de espécies, ajustando-se a um modelo de sucessão ecológica (EL-SHEIKH, 2005). A capacidade de um ecossistema suportar distúrbio e retornar às condições iniciais reflete a resiliência (GUDERSON, 2000).

Estudos recentes demonstram que em ambientes de climas áridos e semi-áridos, a vegetação, exibe uma dinâmica de não-equilíbrio complexa, devido a processos não lineares e eventos estocásticos complexos (CHAPMAN, 1992). Por exemplo, a vegetação, muda rapidamente conforme a disponibilidade de água e pode sofrer alterações complexas conforme o aumento de distúrbios antrópicos ou naturais (HOFFMAN *et al.*, 1990; DARKOH, 1996). Desse modo, torna-se difícil avaliar se a mudança observada é consequência de um evento passageiro, como a seca, ou se é uma resposta ao uso inadequado da terra (VAN DEN BERG; KELLNER, 2005).

Campos abandonados são locais ideais como sistema modelo para o estudo da capacidade de recuperação do ecossistema, pois permite avaliar a resposta de plantas a perturbações de diferentes intensidades e frequências em um determinado tempo (EL-SHEIKH, 2005). Há muitos estudos sobre a capacidade de recuperação em campos abandonados de regiões temperadas e tropicais, exceto, em climas áridos e semi-áridos (EL-SHEIKH, 2005).

A degradação de terras devido a práticas humanas foi identificada como um problema mundial (BEAUMONT, 1989). A atividade antrópica em ambientes de climas áridos e semi-áridos foi intensificada nas últimas décadas devido à superutilização da terra, o que tem ocasionado o esgotamento do solo destas áreas com impactos às vezes irreversíveis na vegetação, especialmente, na diversidade (EVANS; GEERKEN, 2004).

O semi-árido brasileiro possui uma história de uso da terra marcada por atividades agropastoris intensivas, muitas vezes inadequadas, sem observar as potencialidades dos sistemas naturais e sem a preocupação com o tipo de sistema agropastoril implantado (SILVA-JUNIOR *et al.*, 2004; ANDRADE; OLIVEIRA, 2004; WEISBERG; BUGMAN, 2003).

As ações da atividade pecuarista e das práticas de agricultura inadequadas representam fatores impactantes no processo de degradação da biodiversidade, resultante da

modificação de paisagens, perda de tipos funcionais, além de exaurir os recursos naturais disponíveis (SIGWELA *et al.*, 2003; PEREIRA *et al.*, 2003; WEISBERG; BUGMANN, 2003; ZEIDLER *et al.*, 2002).

Sistemas agrícolas inadequados introduzidos na terra em substituição aos sistemas ecológicos naturais comprometem o rendimento do sistema original e desse modo, são responsáveis por parte da perda de biodiversidade em terras áridas e semi-áridas, pois geram a erosão do solo, apesar da reconhecida capacidade de resiliência da vegetação ao pastoreio (MCNEELY, 2003). Porém, a intensidade e a persistência de atividades degradantes podem dificultar o restabelecimento da vegetação nativa, visto que a estrutura do solo pode ser afetada, e impossibilitar ou retardar o tempo de recuperação (BRIGGS *et al.*, 2007).

A recolonização vegetal em um ambiente pós-distúrbio ocorre, principalmente, por meio dos bancos de sementes no solo, os quais mantêm um papel fundamental no equilíbrio dinâmico da vegetação (SCHMITZ, 1992). Em habitats com frequência de distúrbios, como áreas de pastagens, o principal meio de recompor a vegetação é pela composição do banco de sementes no solo e o sucesso depende da densidade de sementes aptas a germinar quando as condições ambientais são favoráveis (MARTINI, 2002; MARKS; MOHLER, 1985; LEVASSOR *et al.*, 1990; LAVOREL *et al.*, 1991; WARR *et al.*, 1993).

A recuperação de 90% da biomassa da caatinga original pode levar até 15 anos (SAMPAIO; SALCEDO, 1997). Porém, sabe-se que, dependendo do grau de degradação, a recuperação de vegetação de áreas severamente degradadas por meio de processos de sucessão naturais é lenta, se não impossível (EL-SHEIKH, 2005).

Neste contexto, este trabalho questiona se, em seis anos, é possível evidenciar a capacidade de regeneração da caatinga através do banco de sementes, após um longo período de atividades agropastoris na área em processo de desertificação de Irauçuba, CE. Para tentar responder a este questionamento foi analisado o banco de sementes no solo em uma área sobre vertissolo seis anos em pousio. Tendo como objetivo conhecer os atributos densidade, composição, riqueza e diversidade do banco de sementes no solo no final da estação seca, em três diferentes áreas de caatinga em pousio e verificar quais atributos do banco de sementes no solo refletem melhor o potencial de regeneração da caatinga em áreas sob desertificação.

O trabalho desenvolvido e aqui apresentado faz parte do projeto de pesquisa intitulado *Estudo da degradação/desertificação e suas implicações com o uso da terra em sistemas de produção no semi-árido cearense: O caso da microrregião de Sobral*, a partir do qual foram delimitadas as áreas utilizadas para este estudo que se encontram em pousio há

seis anos e foram cedidas por agricultores locais, servindo como áreas piloto para vários estudos sobre degradação/ desertificação na região.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.2 Terras áridas e semi-áridas do mundo

Regiões áridas e semi-áridas recobrem cerca de 29,8% da superfície global (IUCN, 1999). No Brasil, a SUDENE em 1969, delimitou que o clima semi-árido abrange cerca de 950.000km² do território nacional, ocupando cerca de 60% da região Nordeste do país. Porém, há parâmetros diferenciados para a delimitação dos ambientes semi-áridos brasileiros atribuídos à alta variação espacial em relação à topografia, clima, padrões orográficos e nos solos (ANDRADE-LIMA, 1981; SAMPAIO, 1995). Apesar de toda essa variação, um aspecto comum é a baixa precipitação pluviométrica, que mostra-se errática e concentrada (MELO-FILHO; SOUZA, 2006).

Atualmente, existem diversas proposições e índices para caracterizar regiões semi-áridas no mundo, os quais usam, geralmente, a precipitação e a temperatura como parâmetros para definir estas áreas (MELO-FILHO; SOUZA, 2006).

Um dos índices de caracterização de regiões semi-áridas mais aceitos mundialmente é o Índice de Aridez (IA), que tem por base a razão entre a precipitação e a evapotranspiração potencial, calculado pelo método de Thornthwaite, o qual considera a água, sujeita à evaporação, se houvesse água e vegetação dotada de folha o ano todo (UNEP, 1991). Para ser considerada uma região semi-árida, o valor do Índice de Aridez deve estar entre 0,21 e 0,50, podendo outros fatores serem considerados, como a incerteza do início do período chuvoso e a concentração da precipitação, que pode chegar a 95% durante a estação chuvosa, a qual é bastante variável de um ano a outro (MELO-FILHO; SOUZA, 2006).

Outra característica comum entre os ambientes áridos e semi-áridos é a alta susceptibilidade à degradação física do solo, que está diretamente relacionada com a erosão, principalmente, a hídrica, já que a erosão eólica, apesar de existir, apresenta-se localizada e decorre de situações muito específicas (CHAVES; KINJO, 1987). Os eventos chuvosos, apesar de irregulares, apresentam-se intensos e concentrados em poucos meses do ano e em determinados locais. Isto, somado à reduzida eficácia da vegetação em proteger o solo, resulta em eventos erosivos de grande magnitude (MELO-FILHO; SOUZA, 2006).

Cerca de 14% do território que compõe as regiões áridas e semi-áridas do planeta são terras economicamente produtivas e com potencial de uso para atividades agropecuárias (IUCN, 1999). Estima-se que cerca de ¼ da população mundial resida nessas áreas, as quais correspondem a aproximadamente 100 países (IUCN, 1999).

Os ecossistemas semi-áridos são providos de uma variedade de serviços e funções ecológicas, dos quais milhares de pessoas utilizam como fonte de sustento (IUCN, 1999). São locais produtores de diversos elementos agrícolas no mundo, a fauna e a flora são fontes de novos artigos alimentícios e medicinais, e a prática de atividades agrícolas e de pastoreio é abundante (IUCN, 1999).

A atividade antrópica em ambientes sob tais características foi intensificada nas últimas décadas, com o crescimento da população humana e a superutilização da terra, o que causou o esgotamento dos recursos naturais e, conseqüentemente, o abandono, o que leva à procura de novas áreas, aumentando, desse modo, os locais impactados nesses ecossistemas (EVANS; GEERKEN, 2004). Tais impactos podem ocasionar erosão do solo, salinização, perda de fertilidade e depleção dos bancos de sementes, com impactos na vegetação, especialmente sobre a sua diversidade (EVANS; GEERKEN, 2004).

Segundo a IUCN (1999), 60% dos ecossistemas áridos e semi-áridos estão degradados e/ou desertificados, enquanto 40% do planeta estão afetados pela desertificação. Tal insustentabilidade deriva, em geral, do uso intensivo da terra por meio de práticas agropastoris inadequadas, o que resulta em perda de biodiversidade, erosão, poluição e modificação do solo com alteração da composição e fertilidade (IUCN, 1999).

A maior parte dos problemas vivenciados pelas populações que habitam essas áreas está ligada à erosão do solo, que resulta, principalmente, da retirada da vegetação nativa, e sua substituição por pastagem e/ou agricultura (MCNEELY, 2003). Sabe-se que o uso incorreto do solo acarreta uma série de prejuízos, tais como compactação e desestruturação do solo e diminuição da diversidade biológica (WEISBERG; BUGMANN, 2003). Nesses ambientes, em geral, o pastoreio é responsável pela maior parte da renda da população, seguido da agricultura, que depende, principalmente, das condições de solo e água (MCNEELY, 2003).

Uma das principais conseqüências da degradação ambiental, principalmente em áreas de semi-árido, é a desertificação – conceito difícil de ser delimitado (EVANS; GEERKEN, 2004). Segundo Yanga *et al.* (2005), a desertificação representa um problema ambiental global, que estende suas ramificações para os contextos sociais, econômicos, políticos e culturais. Talvez por este motivo, conceituar desertificação seja uma difícil tarefa, a qual vem sendo trabalhada desde 1935, quando Stebbing publicou uma variedade de estimativas para definir desertificação. Estas foram amplamente criticadas, surgindo, assim, as primeiras tentativas de entender os processos deste fenômeno (VERÓN *et al.*, 2006).

Depois das publicações de Stebbing (1935), seguiu-se uma ampla discussão conceitual sobre o tema da “desertificação”, e o surgimento de cerca de cem conceitos diferentes (SACHS, 1993). Esta discussão surgiu na década de 1960 e consolidou-se por meio do documento intitulado *Agenda 21*, elaborado durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada na cidade do Rio de Janeiro em 1992 – a Rio’92 –, em cujo Capítulo 12, a desertificação foi definida como “a degradação da terra nas zonas áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas” (SACHS, 1993).

Hoje, estima-se que aproximadamente 1/3 das áreas do planeta estão submetidos a processos de desertificação, pondo em risco o futuro de milhões de pessoas (RODRIGUES *et al.*, 1995).

2.2 Uso e ocupação do semi-árido brasileiro

O semi-árido brasileiro possui a maior densidade populacional dentre áreas com características equivalentes do mundo e é, comparativamente, o mais úmido (MELO-FILHO; SOUZA, 2006).

Segundo Ab’Sáber (1996), o semi-árido brasileiro é um raro exemplo de domínio morfoclimático intertropical seco, fazendo transições para faixas de climas sub-úmidos que envolvem a maior parte de seus quadrantes, a exemplo da zona da mata atlântica a Leste, floresta amazônica maranhense a Oeste e cerrado brasileiro ao Sul. Por se tratar de uma região com características naturais complexas e altamente heterogêneas em relação à chuva, ao solo e à vegetação, a região semi-árida representa um enorme desafio para o uso e o manejo do solo e da água em sistemas agrícolas sustentáveis (MELO-FILHO; SOUZA, 2006).

Em relação à precipitação do semi-árido brasileiro, a taxa de precipitação anual varia entre 300 e 1000mm e uma elevada taxa de evapotranspiração potencial varia entre 1500 e 2000 mm anuais, o que indica um déficit hídrico total que oscila entre 500 e 1500 mm anuais, distribuídos ao longo do período de estiagem (SUDENE, 1982).

Em 2001, com a extinção da SUDENE (então órgão responsável pelo enquadramento de municípios na região semi-árida), o Governo Federal, sob a ação do Ministério da Integração Nacional e do Ministério do Meio Ambiente, assumiu a atribuição de posicionar-se quanto à questão de inclusão de municípios no semi-árido do país. A proposta para a realização de uma nova delimitação da área geográfica para o semi-árido leva em consideração não unicamente a média de precipitação anual de cada município (tida como

inadequada quando considerada como único critério), mas assume como base mais três critérios: a precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm, o risco de seca e o índice de aridez no período de 1961 a 1990, sendo que tal valor deve corresponder até 0,5, enquanto o risco de seca deve ser maior que 60%, tomando-se por base o período de 1970 a 1990.

Com a nova delimitação, já em vigor, outros 102 municípios foram incluídos nesta categoria, aumentando a área classificada como semi-árida brasileira em 8,66% (MMA, 2004). Portanto, segundo o Ministério da Integração Nacional, esta região está representada por 1.133 municípios (**Figura 1**). Esta área está compreendida entre os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte do estado de Minas Gerais, onde vivem cerca de 18 milhões de pessoas incluindo as zonas rurais e urbanas (MIN, 2005).

Os solos apresentam grande variação, tanto em relação aos tipos, como em relação às associações, sendo em geral rasos e bastante susceptíveis à erosão, quando desprovidos de cobertura vegetal (FUNCEME, 2005). São, ainda, pouco profundos, com boa fertilidade química e pH normalmente em torno da neutralidade, mas podendo tornar-se alcalinos nas áreas calcárias (CHAVES; KINJO, 1987). Os mais férteis e com maior potencialidade agrícola encontram-se no embasamento cristalino, em áreas calcárias e em faixas de deposição aluvial (FUNCEME, 2005).

A intensa erosão natural, à qual os solos do semi-árido brasileiro estão sujeitos, dá-se, principalmente, à intensidade dos eventos chuvosos, que ocorrem muito concentrados no tempo, fato este que, associado à vegetação aberta e os solos de elevada erodibilidade, ocasiona processos erosivos graves (MELO-FILHO; SOUZA, 2006). Segundo Leprum (1986), as áreas de alta erodibilidade estão localizadas, principalmente, nos estados do Ceará e da Bahia, que, associadas ao relevo acidentado, elevam o risco de degradação física do solo.

Quanto à ocupação do território do nordeste brasileiro pelos portugueses, sua efetivação só teve início a partir do século XVI (FARIAS, 1997). Inicialmente, a colonização se restringiu ao litoral, devido à aproximação com o porto, deixando as áreas interioranas inexploradas até o século XVII (CALDEIRA, 1997). No litoral leste, devido a sua posição, que facilitava o escoamento das mercadorias produzidas, e condições favoráveis para o plantio da cana-de-açúcar, a capitania de Pernambuco foi a primeira a ser explorada e colonizada, sendo transformada na indústria açucareira (BARRETO, 1960).

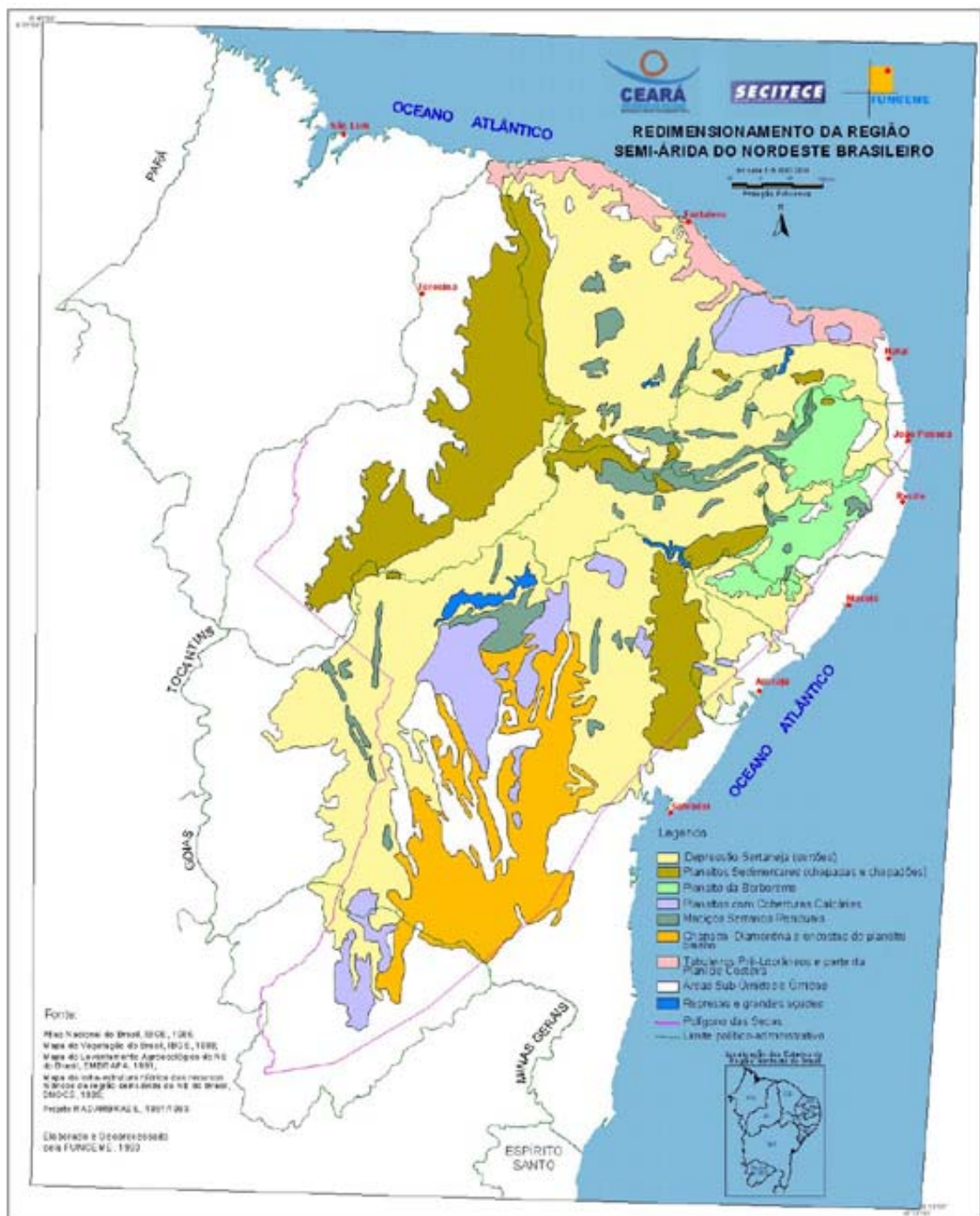


Figura 1 - Delimitação da área de clima semi-árido no Brasil.
 Fonte: FUNCEME, 2007.

Com o aumento da população e a necessidade de maior quantidade de terras para plantio de cana-de-açúcar, iniciou-se a invasão do interior (SOBRINHO, 1937). Esta invasão foi seguida pelo pastoreio, devido tanto às condições desfavoráveis ao plantio de cana-de-açúcar, como à necessidade de alimentar a população crescente (SOBRINHO, 1937). A pecuária foi acompanhada pelo incremento da agricultura utilizando-se de práticas rudimentares (ANDRADE *et al.*, 2005).

A ocupação inicial do interior do nordeste brasileiro ocorreu por meio da pecuária, sendo que, em 1790, o Nordeste foi afetado por uma grande seca, que trouxe consigo a morte do gado e o êxodo rural (GIRÃO, 1985). Para enfrentar esta situação, o sertanejo desenvolveu novas alternativas, que o levaram a iniciar um novo ciclo, o ciclo do algodão (SOBRINHO, 1937). Com o passar do tempo, outras atividades foram incorporadas, como diversificações da agricultura e da pecuária, aumento da extração de lenha para produção de carvão e a caça (ANDRADE *et al.*, 2005).

Atualmente, a atividade mais desenvolvida no semi-árido brasileiro é referente aos sistemas agropastoris, que representam um fator de grande pressão para a cobertura vegetal. Essa pressão varia de intensidade em função da localização, estrutura e tamanho dos remanescentes da vegetação (ANDRADE *et al.*, 2005). Sabe-se que, quando o potencial de produção de terras semi-áridas é superestimado, o sobrepastoreio resultante causa uma diminuição de plantas perenes mais palatáveis em favor da vegetação menos palatável, causando uma perda de qualidade de áreas utilizadas para o pastoreio (SNYMANA; DU PREEZ, 2005).

Existe uma carência acentuada de informações referentes à vegetação da caatinga e, embora haja uma reconhecida importância da flora herbácea, os estudos florísticos e fitossociológicos publicados têm focado fundamentalmente seu componente lenhoso (COSTA *et al.*, 2007), apesar do valor do componente herbáceo, importante fonte de recursos naturais para o estabelecimento de atividades pastoris (SAMPAIO, 1995).

2.3 O município de Irauçuba

Irauçuba é uma região marcada por elevado índice de pobreza, economia frágil e precárias condições de vida de seus habitantes. Ambientalmente, é um dos locais mais degradados do estado, fenômeno esse que pode ser observado desde o início de sua ocupação, quando a pecuária era tida como a principal atividade econômica, enquanto a agricultura desenvolveu-se para fornecer alimentos para os rebanhos de gado ou como subsistência para

as famílias rurais (DIAS, 1998). Com o desenvolvimento de tais atividades, iniciou-se a utilização dos recursos naturais locais, e a conseqüente modificação do meio ambiente. Os próprios índios foram os primeiros a realizar essas alterações ambientais, no momento em que empregavam o fogo para a limpeza do campo (DIAS, 1998).

Historicamente, a ocupação da área teve início com a formação dos pequenos povoados estabelecidos próximos aos principais rios da região, em um cenário onde a diversidade e riqueza de fauna e flora eram marcas características da fisionomia do ambiente de Irauçuba. Essa diversidade era aproveitada pela população, que dispunha de variadas espécies animais, bem como plantas e ervas medicinais, além de fruteiras (DIAS, 1998).

Segundo Sales e Oliveira (2006), a agropecuária e, mais especificamente, a pecuária extensiva foram os principais responsáveis pela ocupação do sertão cearense e ainda hoje têm um papel fundamental na economia local. Associado a isto, as culturas de subsistência e produtos agrícolas voltados à exportação completam o quadro agropecuário cearense.

Até 1989, a região centro-norte do estado do Ceará, onde está situado o município de Irauçuba, era o segundo maior pólo produtor de bovinos do estado, com um rebanho variando entre 150 a 200 mil cabeças de gado. A partir daí, o rebanho sofreu um declínio e seu rendimento, que já era baixo, diminuiu ainda mais (IPLANCE, 1989). Apresentam-se como causas do declínio o baixo padrão zootécnico, as técnicas de manejo inadequadas, a escassez de pastagens nativas e a vulnerabilidade do rebanho às condições climáticas (IPLANCE, 1989).

A produção agropecuária no Ceará enfrenta sérios problemas e desafios, associados a fatores como questões climáticas, solos pouco produtivos, concentração de terras e predominância de culturas de subsistência de baixa produtividade, que limitam a capacidade de exploração econômica dos recursos naturais e resultam em uma degradação desses recursos, além de aumentar o índice de vulnerabilidade regional relacionada às atividades agropecuárias (IPECE, 2005). Contudo, há uma diminuição constante de terras adequadas ao plantio, além da pouca contribuição das políticas públicas, o que força o agricultor a deixar o campo em direção ao meio urbano ou, por outro lado, a permanecer nas terras, promovendo sua superutilização e esgotamento, o que aumenta, dessa maneira, o processo de degradação ambiental (DIAS, 1998).

A estrutura fundiária de Irauçuba contribui para a pecuária extensiva, por se tratar de uma região na qual cerca de 13% dos imóveis rurais têm menos de 10 hectares enquanto

cerca de 3,9% dos imóveis têm mais 1.000 hectares, evidenciando a concentração de terras, característica fundamental para a pecuária extensiva (SALES; OLIVEIRA, 2006).

2.4 Importância da biodiversidade do semi-árido

Uma nova tendência para o uso e aproveitamento dos recursos naturais está baseada na utilização sustentável e na manutenção e conservação da biodiversidade natural (IUCN, 1999). Essa afirmativa é corroborada pelas novas e atuais convenções de discussão sobre os impactos ambientais gerados pela ação antrópica, bem como pela adoção de medidas atenuantes e estudos esclarecedores a respeito do intenso grau de degradação nos diversos ecossistemas ou biomas globais (CHILD, 2003; MACNEELY, 2003; SOLH *et al.*, 2003).

Nos últimos anos, os ambientes áridos e semi-áridos, antes considerados como regiões de pequena diversidade ou pouco produtivas, têm se tornado alvo de diversos estudos, os quais demonstram o contrário e evidenciam o grande potencial para o uso existente nesses ecossistemas (IUCN, 1999).

As novas convenções sobre diversidade biológica levam em consideração, atualmente, a necessária atenção que deve ser dada aos ambientes áridos, semi-áridos, litorâneos e montanhosos (IUCN, 1999). MacNeely (2003) afirmou que, historicamente, as regiões áridas e semi-áridas estão sujeitas às mudanças no clima e que tais mudanças afetam a produtividade local, sendo frequentemente acompanhadas por conflitos na sociedade. O desafio para a implementação de uma Convenção de Diversidade Biológica em ambientes áridos e semi-áridos não é somente a concentração de espécies biológicas, mas também os aspectos sociais, econômicos e políticos da população (MACNEELY, 2003).

Atualmente a construção do conhecimento sobre a dinâmica da biodiversidade em locais áridos e semi-áridos é um ponto importante, para proceder à sua conservação a partir do uso sustentável dos recursos naturais (CHILD, 2003). Devem ser considerados, para tanto, o ambiente, suas variações e condições biológicas, sua fragilidade e vulnerabilidade, além de se considerar a relação quanto ao aspecto sócio-econômico e formas de uso dos recursos. De certo modo, a conservação da diversidade biológica é dependente da economia, cultura e política, como fatores de interferência local e mundial tornando-se necessária a aplicação de programas políticos de conservação (CHILD, 2003). Para MacNeely (2003), é preciso haver uma legislação mais rígida, voltada à conservação da biodiversidade, que busque restaurar ecossistemas degradados e estimular a criação de políticas que dêem suporte à manutenção da biodiversidade e possa estender esse compromisso para além dos governos públicos.

Questões como essas são discutidas em eventos como a Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB). No Brasil, o Governo Federal, em acordo com demais nações, assinou decreto em que se compromete a adotar medidas legislativas para a conservação de recursos naturais, conforme assegurado no artigo 6 da Convenção ratificada em 1994 e promulgada em 1998. Nela, os países participantes comprometem-se a promover diretrizes para incorporar as questões da biodiversidade na legislação, e processos de avaliação de impacto ambiental (LEITÃO; ALBAGLI, 2002).

2.5 Impactos sobre a biodiversidade

É importante entender os ambientes áridos e semi-áridos como áreas muito peculiares e como ecossistemas providos de uma variedade de serviços e funções ecológicas, que constituem cerca de 30% da Terra e onde vivem milhões de pessoas que se utilizam desse ambiente como fonte de seu sustento (IUCN, 1999).

Ecologicamente, tais regiões apresentam um número relativamente pequeno de espécies – isso quando comparados com ecossistemas ricos em disponibilidade de água, como as florestas tropicais, por exemplo. No entanto, suas espécies apresentam uma diversidade genética, possuindo um alto número de variações dentro das espécies (MACNEELY, 2003). Estes ecossistemas são também importantes na retenção de sedimentos e nutrientes, funcionam como habitat para diversas espécies de animais, vegetais e microorganismos, muitos dos quais estão presentes apenas nessas regiões, evidenciando, assim, sítios de endemismo (SOLH *et al.*, 2003). Enfim, são locais que participam do balanço e manutenção dos processos biofísicos globais (IUCN, 1999).

Do total das áreas destinadas à pastagem no mundo, cerca de 73% apresentam baixa capacidade de suporte para atividades agropecuárias. Aliados às práticas agrícolas insustentáveis, estão a conversão do ecossistema natural em áreas de pastagens ou colheitas, a intensiva irrigação, a utilização de produtos químicos, o uso de técnicas impróprias – como queimadas, por exemplo –, e as mudanças climáticas na região (IUCN, 1999).

Normalmente, a fragilidade dos ecossistemas áridos e semi-áridos, o acelerado crescimento da população – baseado numa economia extrativista e práticas agrícolas inadequadas – e a inabilidade dos poderes públicos têm levado a níveis sérios de degradação da biodiversidade, contribuindo com a desertificação e mudanças climáticas globais (SOLH *et al.*, 2003).

As ações da atividade pecuarista, bem como as práticas de agricultura inadequadas, representam fatores impactantes no processo de degradação do meio ambiente, como a modificação de paisagens e perda de tipos funcionais, além de exaurir os recursos naturais disponíveis, devido às modificações no ambiente (SIGWELA *et al.*, 2003; PEREIRA *et al.*, 2003; WEISBERG; BUGMANN, 2003; ZEIDLER *et al.*, 2002).

É conhecido que o estabelecimento e o desenvolvimento de plântulas e sementes são favorecidos pela presença de plantas adultas, já que estas proporcionam uma diminuição nos índices de evaporação ou um aumento na quantidade de nutrientes disponíveis, especialmente em ambientes semi-áridos (AGUIAR *et al.*, 1992). Desse modo, pode-se conduzir uma proposição em que a diminuição no número e variedade de espécies adultas, devido a fatores como degradação do ambiente, representa um risco à diversidade de flora e fauna, uma vez que causa uma possível diminuição nas chances de recrutamento e estabelecimento de sementes (SIGWELA *et al.*, 2003).

Os sistemas agrícolas introduzidos na terra em substituição aos sistemas ecológicos primitivos se afastam bastante destes, numa verdadeira agressão do homem ao ambiente, comprometem o rendimento do sistema que, por sua vez, não apresenta estabilidade (MCNEELY, 2003). São, desse modo, responsáveis por parte dos problemas de perda de biodiversidade em terras áridas e semi-áridas, devido à erosão causada pelos meios tradicionais de controle do uso da terra para agricultura e pasto (MCNEELY, 2003).

Sendo a prática de corte e queima uma constante em sistemas agropastoris, espera-se que o poder de recuperação de áreas submetidas a estas condições seja reduzido, necessitando de um longo período de pousio para que haja o aumento da diversidade e o estabelecimento das interações necessárias ao pleno desenvolvimento do ecossistema (MCNEELY, 2003). Kauffman *et al.* (1993) chamam à atenção para o declínio da produtividade agrícola em uma área de caatinga, caso não fossem respeitados longos períodos sem a prática do fogo – períodos que poderiam chegar a cem anos.

Assim, Miller e Kauffman (1998) mostram que, em florestas tropicais decíduas primárias, processos de corte, queima e pasto tendem a reduzir a diversidade das espécies e aumentar o domínio de algumas espécies mais adaptadas. Este fenômeno se dá porque repetidos processos de queima parecem favorecer algumas espécies tolerantes, como colocado também por Sampaio *et al.* (1993).

A degradação em processos contínuos, segundo Sigwela *et al.* (2003), causa perda de biodiversidade, de tipos funcionais, da complexidade estrutural da vegetação tanto horizontal como vertical, e redução de biomassa. Os autores explanam também que o aumento

da degradação leva à diminuição de carbono na terra por meio da não queda de folhas e restos de plantas, o que propicia um rompimento no fluxo de carbono e aumenta a degradação, tendo como consequência a diminuição da quantidade e diversidade de mudas estabelecidas.

Ruiz-Jaén e Aide (2005) encontraram que, para florestas subtropicais úmidas utilizadas para pasto durante quarenta anos, o manejo mostrou resultados positivos para a recuperação da área, com acúmulo de biomassa, aumento de serrapilheira, facilitando a colonização de novas plantas e animais e melhorando a ciclagem de nutrientes. Vale ressaltar que os locais de estudos eram próximos de florestas intactas, não havendo, portanto, a limitação de dispersão de sementes.

2.6 Regeneração de áreas degradadas

Poder de recuperação é uma propriedade emergente de ambientes resilientes e representa a quantidade de perturbação que esse ambiente suporta, sendo capaz de retornar, posteriormente, ao seu estado inicial (HOLLING, 1973). A quantidade de distúrbios que o ecossistema pode suportar mostra sua elasticidade para se recuperar dos mesmos, sejam esses antrópicos ou naturais (UNCCD, 1994).

Em 1973, Holling introduziu o termo resiliência na literatura ecológica, como um modo de auxiliar no entendimento da dinâmica não linear observada nos ecossistemas. Assim, resiliência foi definida como a capacidade de um sistema para absorver mudanças, preservando sua estrutura e padrões de comportamento (HOLLING, 1973).

O termo estabilidade refere-se a padrões ecológicos da comunidade na ausência de perturbação, ou quando a extensão da perturbação não altera padrões e a velocidade com que estes são recuperados, quando uma vez quebrados (HOLLING, 1973). Percebe-se, desse modo, que um ambiente pode ser muito resiliente e sofrer modificações em sua estrutura se não for bastante estável (HOLLING, 1973).

O termo resiliência tem recebido diversas críticas e opiniões controversas (GUDERSON, 2000). Em uma revisão, Guderson (2000) argumenta que existem duas linhas discursivas sobre resiliência – uma caracteriza estabilidade, como persistência de um sistema próximo a um estado de equilíbrio, relacionada ao tempo necessário para retornar a um estado de equilíbrio após um período de perturbação; enquanto a outra afirma existir vários pontos possíveis de equilíbrio, nos quais os ecossistemas tentam se ajustar, definindo resiliência como a quantidade de distúrbio que um ecossistema pode suportar sem alteração nos processos de organização de vida e estrutura, o que leva a estados alternativos de estabilidade.

Vale ressaltar que o melhor e mais direto indicador para verificar as modificações causadas em ambientes naturais são as mudanças na vegetação (YANGA *et al.*, 2005), sendo que a intensidade e a persistência de atividades degradantes podem levar à modificações nas condições do ambiente, dificultando o reestabelecimento da vegetação nativa, visto que a estrutura do solo pode ser afetada, impossibilitando a recuperação da área ou tornando o tempo para recuperação muito longo (BRIGGS *et al.*, 2007). O ritmo fenológico da vegetação, o crescimento e a capacidade de regeneração também são refletidos pela influência e disponibilidade de água em diferentes habitats (FIGUEIRÔA *et al.*, 2006).

Floretas secas são extremamente resilientes (EWEL, 1981). Contudo, os padrões de regeneração seguidos por perturbações antrópicas e/ou naturais são determinados por meio de interações entre o regime de perturbação (intensidade e frequência) e a biologia das espécies (história de vida, fisiologia e comportamento) (KENNARD *et al.*, 2002). O tipo de perturbação (natural ou antrópica) também influencia o padrão da recuperação (VAZQUEZ-YANES; OROZCO-SEGOVIA, 1993). El-Sheikh (2005) afirma que a invasão da vegetação em uma área após distúrbios depende do ciclo de vida, da disponibilidade de nutrientes e competição intra-específica.

Nos primeiros dois anos de abandono do ambiente, há uma tendência a uma rápida colonização por terófitos, sendo substituída entre o terceiro e sexto ano de abandono por comunidades de ervas daninhas e gramas; por volta do décimo quinto ano, a comunidade é dominada por espécies gramíneas e lenhosas e, em meados do vigésimo quinto ano, as trocas básicas na composição das espécies estão quase completadas (EL-SHEIKH, 2005).

Uma vez abolida a exploração, tem início o processo de regeneração como o estabelecimento de sucessão secundária (RONDON NETO *et al.*, 2000). A composição florística modifica-se e a comunidade torna-se cada vez mais diversa (HIGUCHI, 1985). No caso do semi-árido brasileiro, este processo, quase sempre é seguido por novas intervenções, resultando assim, em diferentes estágios de sucessão produzindo um mosaico formado por diferentes estágios serais (RONDON NETO *et al.*, 2000; HIGUCHI, 1985; RODRIGUES; MARTINS, 2004)

A direção e a velocidade do processo dependem de vários fatores, como tempo de abandono, estado de degradação do solo, proximidade de fontes de propágulos e predação de sementes e plântulas (GARWOOD, 1989). A regeneração natural constitui importante indicador de avaliação e monitoramento da restauração de ecossistemas degradados (GARWOOD, 1989).

O modo de regeneração, como, por exemplo, brotos, plântulas, banco de sementes ou dispersão de sementes, influencia no sucesso ou domínio de uma espécie na sucessão (KENNARD *et al.*, 2002). A diversidade biológica pode ser a chave para a resiliência em sistemas ecológicos, pois sistemas mais diversos provavelmente desfrutam de redundância funcional, que protege os sistemas contra perda de espécies. A diversidade dentro de uma espécie favorece a seleção natural, assim como a diversidade entre espécies dificulta a invasão do sistema (KENNARD *et al.*, 2002).

Segundo MacArthur (1962), altos níveis de perturbação selecionam espécies com alta taxa de crescimento de população enquanto níveis de perturbação baixos selecionam espécies competitivas, com indivíduos maiores e cuja descendência não se dispersa para longe.

Assim, torna-se fundamental o estudo da regeneração natural de áreas degradadas, visto que esta é a base para o desenvolvimento e sobrevivência do ecossistema, os dados provindos destes estudos permitem elaborar previsões sobre o comportamento e o desenvolvimento da floresta (GARWOOD, 1989). Com isso, a regeneração natural oferece subsídios para o desenvolvimento de planos de manejo adequados à conservação das florestas (GARWOOD, 1989).

2.7 Banco de sementes no solo

O estudo do banco de sementes no solo facilita o entendimento da dinâmica de espécies, a qual é mantida através da capacidade de regeneração das comunidades após período de densidade menor, visto que é parte do processo de sucessão vegetal, sendo seu levantamento muito importante para o manejo de áreas degradadas em processo de recomposição de sua vegetação (GARWOOD, 1989).

Para Fernner e Kitagima (1999), a perpetuação de determinadas espécies dentro de uma área depende diretamente da proporção de diásporas dispersadas ou que se encontram dormentes no solo. Em relação ao banco de sementes em florestas tropicais, estão envolvidos pelo menos, quatro níveis de processos de regeneração: (1) a colonização e o estabelecimento de populações, (2) a manutenção da diversidade de espécies, (3) o estabelecimento de grupos ecológicos e (4) a restauração da riqueza de espécies durante a regeneração após distúrbios naturais ou antrópicos (UHL *et al.*, 1981; GARWOOD, 1989).

Dentre as características mencionadas sobre a vegetação de regiões semi-áridas, a dormência tegumentar de suas sementes merece destaque, pois possibilita que o recrutamento

das mesmas só ocorra em estação favorável (SCHMITZ, 1992). Isso possibilita uma garantia na perpetuação de seu banco genético. Desse modo, a recolonização pela vegetação em um ambiente perturbado ocorre, principalmente, por meio dos bancos de sementes no solo, os quais mantêm um papel fundamental no equilíbrio dinâmico da vegetação (SCHMITZ, 1992).

A grande variação dos fatores abióticos e ações antrópicas interfere diretamente tanto na composição como na viabilidade para germinação dos bancos de sementes em regiões áridas e semi-áridas (BASKIN; BASKIN, 2001). Um banco de sementes no solo pode ser representado pelos propágulos presentes em uma área com potencial para substituírem plantas adultas que morrem (BAKER, 1989). Por este motivo, este assunto recebe bastante atenção em relação ao manejo, conservação e restauração de ecossistemas naturais (THOMPSON *et al.*, 1997). Assim, pode ser definido como uma reserva de sementes viáveis não germinadas em um habitat (THOMPSON; GRIME, 1979).

Banco de sementes trata-se de um sistema dinâmico com inserção de sementes por meio da chuva de sementes, a qual permite avaliar quais delas estão disponíveis no sistema para o estabelecimento da vegetação, além de possibilitar a identificação do potencial de regeneração natural de áreas degradadas, sendo representada pela entrada de propágulos em uma área, provenientes de ambientes externos (chuva de sementes) e dispersão (SOUZA, 2002).

Segundo Caldato (1996), florestas que raramente sofrem perturbações tendem a apresentar densidades mais baixas em seu banco de sementes. Saulei e Swaine (1988), estudando o estabelecimento do banco de sementes no solo pela chuva de sementes, concluíram que o banco, em floresta primária, é constituído principalmente por sementes depositadas por plantas matrizes anteriormente presentes na floresta. Conseqüentemente, a perturbação contínua de uma área pode levar ao esgotamento progressivo do estoque de sementes viáveis, tornando o local restrito à regeneração na primeira fase da sucessão (KAGEYAMA *et al.*, 1989).

Em habitats freqüentemente perturbados, como campos cultivados, por exemplo, o principal meio para recompor a vegetação é determinado, principalmente, pela composição do banco de sementes no solo e seu sucesso depende da densidade de sementes prontas para germinar quando as condições ambientais para o estabelecimento são favoráveis (MARTINI, 2002; MARKS; MOHLER, 1985; LEVASSOR *et al.*, 1990; LAVOREL *et al.*, 1991; WARR *et al.*, 1993).

A compreensão sobre o banco de sementes é um grande desafio para ecologistas de comunidade de plantas, visto que o entendimento do funcionamento deste componente da

comunidade é fundamental para melhorar a administração integrada dos ecossistemas (LUZURIAGA *et al.*, 2005). Há uma quantidade crescente de estudos sobre persistência, distribuição espacial, temporal e fatores ambientais que afetam o banco de sementes e a dinâmica do mesmo, porém seu potencial regenerativo não foi bem investigado (LUZURIAGA *et al.*, 2005). Contudo, a comparação de estudos com banco de sementes necessita de especial atenção e cuidado, devido aos diversos métodos utilizados, ao tempo, ao tamanho das amostras, às condições ambientais e à fenologia das espécies (SNYMAN, 2004).

Uma das formas de adaptação de plantas em regiões desérticas é a morte de espécimes herbáceos na estação seca, ficando em forma de sementes no solo, constituindo um banco para posterior mobilização, quando as condições ambientais tornarem-se favoráveis a seu estabelecimento (BASKIN; BASKIN, 2001).

No semi-árido brasileiro, é abundante a presença de espécies vegetais adaptadas a períodos de seca que sobrevivem apenas sob a forma de sementes no solo. Nesse ambiente, no período favorável, grande parte das plantas brota, floresce e frutifica, liberando assim suas sementes para a formação do banco. Com isso, espera-se uma maior densidade de sementes no período seco (COSTA; ARAÚJO, 2003). Fatos contrários, onde é encontrada uma maior quantidade de sementes durante a estação chuvosa, podem estar relacionados à longevidade das sementes ou mesmo, à ação de predadores herbívoros (KEMP, 1989).

Em ecossistemas áridos e semi-áridos a quantidade de recurso (água) é um fator determinante para o estabelecimento e germinação das espécies, apresentando, assim uma dinâmica de flutuação determinada pela oferta do recurso no ano, quando espécies são favorecidas ou decaem em número dependendo do seu grau de exigência em relação à quantidade do recurso disponível (CHESSON *et al.*, 2004). Tal processo está intimamente relacionado ao banco de sementes no solo, pois as variações da composição do banco estão diretamente associadas às variações edáficas (HARPER, 1977; FAVRETO; MEDEIROS, 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização ambiental da área de estudo

O trabalho de campo foi desenvolvido no município de Irauçuba, situado ao Norte do Ceará, em solos da ordem vertissolo, com uma média de precipitação anual de 518 mm e temperaturas médias de 28°C (DIAS, 1998).

A vegetação apresenta fisionomia de Savana-Estépica Parque – caracterizada por apresentar nanofanerófitos espinhosos espaçados sobre um denso tapete gramíneo-lenhoso (VELOSO *et al.*, 1991; IBGE, 1992) sob atividades agropastoris intensivas e extração de lenha (SALES; OLIVEIRA, 2006). Esta área é considerada como em forte processo de degradação e desertificação (LEITE *et al.*, 1992).

3.2 Delimitação das áreas de estudo

Visando analisar a capacidade de regeneração da vegetação a partir do banco de sementes no solo foram selecionadas três áreas e em cada uma foi delimitada uma parcela de 50x50 m, permanente em pousio desde 2000, com equidistância entre si variando de 1 a 2 km, aproximadamente (**Figuras 2 e 3**).

Foi confeccionado um mapa de cobertura vegetal da região gerado pelo Laboratório de Fitogeografia da Universidade Federal do Ceará, a partir de uma imagem remota do satélite CBERS-2 (China-Brazil Earth Resources Satellite), disponibilizada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. A cena utilizada corresponde a órbita 152 / ponto 104, gerada em 4 de julho de 2007. As bandas 2, 3 e 4 da imagem foram unidas em um só arquivo, que por sua vez foi submetido ao processo de Classificação Supervisionada no aplicativo ENVI 3.6. Foram definidas 5 classes de cobertura do solo: vegetação herbácea-abustiva, vegetação arbórea, plantações, solo sem vegetação, e água - em seguida, executado o processo de Classificação Supervisionada por máxima semelhança (Maximum Likelihood). Os arquivos gerados foram convertidos para formato compatível com o aplicativo ArcGis 9.0, onde foi elaborado o mapa. Para elaboração do mapa final, em escala de 1:200.000, os dados gerados pelo ENVI 3.6 foram projetados em UTM (Datum SAD'69) no ArcGis 9.0. As camadas vetoriais de cada classe gerada com o ENVI 3.6 foram sobrepostas, juntamente com as coordenadas das parcelas de estudo, no município de Irauçuba, sendo gerado um mapa

contendo os fragmentos de vegetação da região e a localização das parcelas de estudo (**Figura 3**).

Cada parcela permanente foi isolada de atividades agropastoris por uma cerca de nove fios de arame farpado. Na borda interior de cada parcela foi delimitada uma faixa de 5 m e a área interna restante foi dividida em 16 subparcelas de 10x10 m, demarcados com piquetes de ferro (**Figura 2**). Em cada área também foi delimitada uma parcela controle (uso contínuo), que também foi demarcada por piquetes de ferro, a 5 m de distância da parcela em pousio. Esta também foi dividida em 16 parcelas de 10x10 m (**Figuras 2 e 4**). A localização geográfica e tipo de solo de cada parcela encontram-se na **Tabela 1**. As três áreas deste estudo situam-se sobre relevo plano a suave ondulado, sujeito a inundações periódicas, em cotas altimétricas inferiores a 200 m.

Para facilitar a leitura, as parcelas em pousio serão chamadas de experimento (E) e as parcelas em uso contínuo serão chamadas de controle (C). Assim, serão utilizadas as siglas E1, E2, E3, C1, C2, e C3 para representar, respectivamente, o experimento 1, 2 e 3 e controle 1, 2 e 3.

Tabela 1 – Localização geográfica, altitude e solo dos três experimentos, no município de Irauçuba, CE

Experimento	Fazenda	Latitude	Longitude	Altitude(m)	Solo
1	Formigueiro	03°46'49,7"	39°49'01,0"	168	Vertissolo
2	C. Salgada I	03°46'38,2"	39°49'47,2"	170	Vertissolo hidromórfico
3	C. Salgada II	03°46'13,9"	39°49'47,5"	159	Vertissolo hidromórfico

Fonte: Prof^ª Dr^ª Vlândia Pinto Vidal, comunicação pessoal.

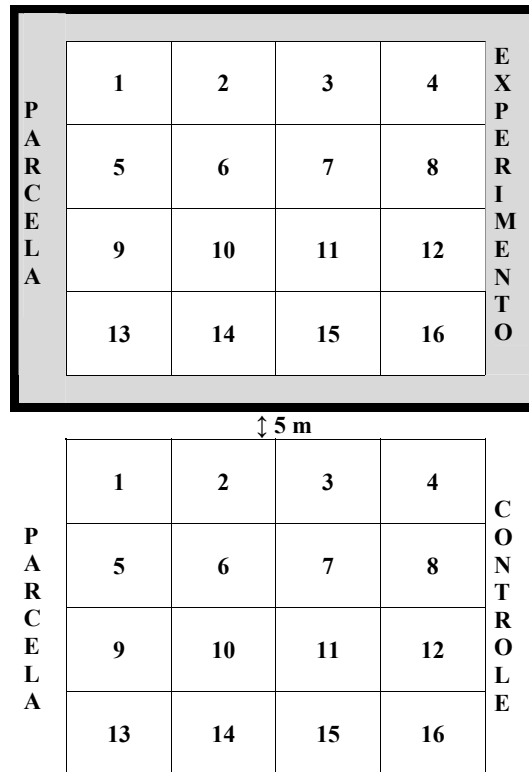


Figura 2 – Esquema demonstrativo do desenho experimental em cada uma das três áreas deste estudo, Irauçuba, CE.

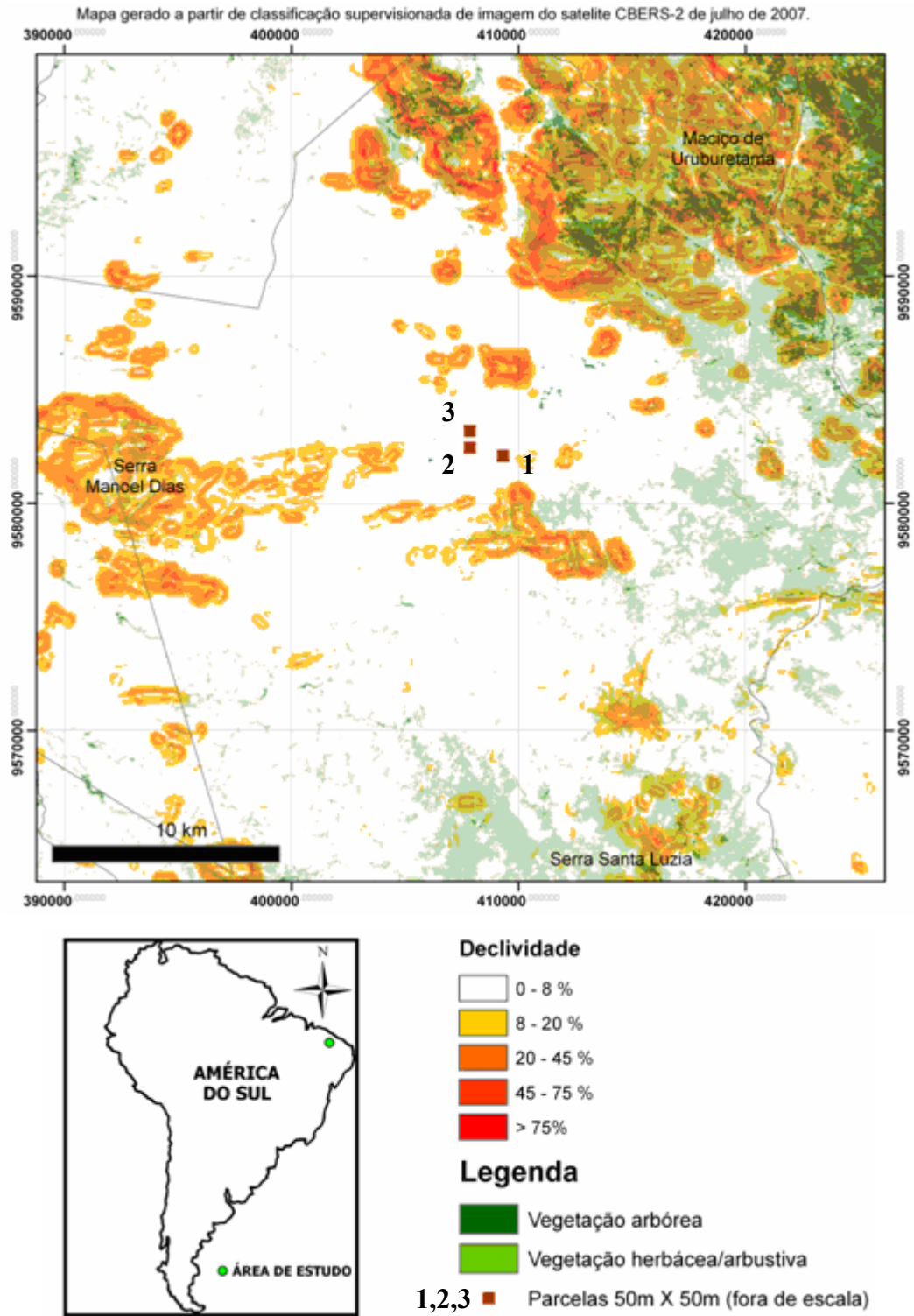


Figura 3 – Localização das parcelas experimento e controle e mapa de cobertura vegetal da área, município de Irauçuba, CE.



Figura 4 – Vista geral das parcelas em pousio, município de Irauçuba, CE.

3.3 Coleta das amostras do banco de sementes no solo

Em cada parcela experimento e controle de cada uma das três áreas (**Figura 2 e 3**), foram sorteadas cinco subparcelas de 10x10 m e no centro de cada uma foi retirada uma amostra circular do solo de 25 cm de diâmetro e 2 cm de profundidade, delimitada por um cilindro de aço (**Figura 5**). A amostragem foi feita no final da estação seca. Em cada parcela experimento e controle foi amostrada uma área total de 0,25 m², respectivamente.



Figura 5 – Cilindro de aço usado para delimitar a parcela circular na amostragem do banco de sementes no solo.

Cada amostra foi acondicionada individualmente em sacos plásticos pretos, devidamente etiquetadas com o número da parcela e se pertencia a área de experimento ou controle. As amostras foram armazenadas em laboratório sob temperatura ambiente que variou entre a máxima de 31,3°C e mínima de 25,1°C e umidade relativa máxima de 68% e mínima de 33%, por aproximadamente um mês, até a realização do experimento de germinação em casa de vegetação.

3.4 Experimento de germinação do banco de sementes

Para avaliar a densidade, curva de germinação e composição florística do banco de sementes, as amostras foram colocadas em casa de vegetação sob condições ambiente, com uma temperatura de 28,4°C, com variação de $\pm 0,9^\circ\text{C}$, umidade relativa do ar de 73,9%, com variação de $\pm 5,8\%$ e a duração média diária de horas de luz de 9.8. Os dados climáticos foram registrados na estação climática (3° 44' 40,81''S 38° 34' 26,28''W), distante cerca de 200 m da casa de vegetação.

Cada amostra de solo foi distribuída em uma fina camada (aproximadamente 0,5 cm) sobre um leito de vermiculita estéril em bandejas plásticas (45x30x7 cm) e mantidas em casa de vegetação (**Figura 6**). O solo contido nas bandejas foi irrigado diariamente, com água

comum de torneira, por um período de seis semanas. Algumas bandejas plásticas, com solo esterilizado sobre vermiculita, foram igualmente irrigadas e utilizadas como controle de contaminação externa na casa de vegetação.



Figura 6 – Experimento em casa de vegetação

A espessura de cada camada de solo nas bandejas e o tempo de irrigação seguiu o método de Dalling *et al.* (1994), que recomenda uma espessura de no máximo 0,5 cm e tempo de duração do experimento de seis semanas. A casa de vegetação utilizada é coberta com telhas de fibra de vidro clara (translúcida) protegida nas laterais com tela de nylon de malha de 1 mm de lado, situada no campus do Pici da Universidade Federal do Ceará (3° 44'41.41''S 38°34'26.27''W).

Durante todo o período de irrigação em casa de vegetação, as plântulas emergidas nas bandejas plásticas foram, a cada um ou dois dias, transplantadas individualmente para células de germinação em isopor (4 cm de lado por 6 cm de profundidade cada), preenchidas com solo nativo previamente esterilizado em autoclave (45 minutos a 121°C e 1atm) e mantido em repouso por 40 dias, para acompanhamento do crescimento visando a identificação taxonômica (**Figura 7**).

Para cada plântula transplantada, foram registrados, em planilha, o número da amostra, e se presente na parcela experimento ou controle, a data de germinação e o grupo

taxonômico (monocotiledônea ou dicotiledônea). Após o transplante, cada indivíduo foi irrigado diariamente e acompanhado em seu desenvolvimento até ser possível distinguir em morfoespécies.



Figura 7 – Células de germinação com plântulas transplantadas.

Com o objetivo de facilitar a identificação taxonômica das morfoespécies, três a quatro indivíduos de cada morfoespécie foram transferidos para sacos de muda com solo nativo e mantidos por um período mais longo, que dependeu do tempo para floração e frutificação de cada espécie.

Após a floração e/ou frutificação, o material-testemunho foi herborizado para posterior identificação por meio de comparação com material já identificado e depositado no acervo do herbário EAC (Prisco Bezerra) da Universidade Federal do Ceará (UFC) e envio a especialistas quando necessário. Utilizou-se o sistema de classificação APG II.

3.5 Análise do banco de sementes

A determinação da densidade do banco de sementes no solo foi expressa em sementes por metro quadrado (sem/m^2), conforme recomendado por Baskin; Baskin (2001).

A curva de germinação foi traçada a partir dos dados de emergência de plântulas registrados diariamente, por meio da contagem direta do número de sementes germinadas/dia,

até o final do experimento. A partir disso, foi construído um gráfico onde o eixo horizontal mostra um gradiente temporal e o eixo vertical mostra a quantidade de sementes germinadas, permitindo uma aproximação da cinética de germinação.

A riqueza de espécies, a diversidade e o índice de equabilidade (ZAR, 1984), de cada experimento e controle foram determinados pelo número de morfoespécies, já que não foi possível a identificação taxonômica de todas as plantas germinadas. Para verificar se a diversidade na parcela em pousio (experimento) foi maior que na parcela controle (uso contínuo) foi calculado o Teste t proposto por Hutcheson (1970) para cada uma das três áreas estudadas.

Para verificar as variações existentes no número total de indivíduos do banco de sementes, em função das áreas estudadas, foi utilizado o teste de t para dados não pareados e para analisar as diferenças entre as parcelas experimentais realizou-se a análise de variância ANOVA com post hoc Scheffer, já que as amostras apresentam tamanhos diferentes, estas análises foram realizadas no programa SPSS for Windows 11.0, a 5 % de significância, uma vez que as pressuposições de homogeneidade e normalidade foram atendidas.

4 RESULTADOS

4.1 Tamanho do banco de sementes

O número médio de sementes germinadas nas parcelas experimento foi maior que nas parcelas controle com exceção da área 1 (**Tabela 2**). Só foi encontrada diferença significativa em relação ao número médio de sementes germinadas na área 2 entre a parcela controle e a experimental (**Tabela 2**). A densidade de sementes germinadas no banco de sementes no solo apresentou-se maior nas parcelas experimento quando comparadas com o controle, com exceção da área 1 (**Tabela 3**). As densidades mostram diferenças significativas entre as parcelas experimento quando realizado o teste ANOVA. Em relação à composição florística, o banco de sementes foi formado, predominantemente, por dicotiledôneas (**Tabela 4**). As quantidades de dicotiledôneas e monocotiledôneas mostram diferenças significativas dentro da mesma parcela quando realizado o teste do Chi-Square (**Tabela 4**).

Tabela 2 – Média da quantidade de sementes germinadas nas áreas 1, 2 e 3

Parcelas	Experimento	Controle
1	29,6 ^a	34 ^a
2	90,2 ^b	64,4 ^c
3	104 ^d	68,4 ^d

Letras iguais designam diferenças não-significativas ($p \geq 0,05$).

Letras diferentes designam diferenças significativas ($p \leq 0,05$).

Tabela 3 – Tamanho do banco de sementes das áreas amostradas no final da estação seca

Parâmetros analisados	Dados coletados nas parcelas experimento e controle					
	E1	C1	E2	C2	E3	C3
Densidade total (sem/m ²)	592 ^a	680	1804 ^b	1288	2080 ^c	1408
Número total de sementes germinadas	148	170	451	322	520	352

Letras iguais designam diferenças não-significativas ($p \geq 0,05$).

Letras diferentes designam diferenças significativas ($p \leq 0,05$).

As comparações estatísticas foram realizadas utilizando-se ANOVA para análise entre as parcelas experimento

Tabela 4 – Número de sementes monocotiledôneas e dicotiledôneas das áreas amostradas no final da estação seca

Dados coletados nas parcelas experimento e controle											
E1		C1		E2		C2		E3		C3	
M	D	M	D	M	D	M	D	M	D	M	D
42 ^a	106 ^b	27 ^a	143 ^b	116 ^a	335 ^b	59 ^a	263 ^b	211 ^a	307 ^b	237 ^a	115 ^b

Letras iguais designam diferenças não-significativas ($p \geq 0,05$).

Letras diferentes designam diferenças significativas ($p \leq 0,05$).

As comparações estatísticas foram realizadas utilizando-se o teste do Chi-Square visando observar diferenças entre as monocotiledôneas e dicotiledôneas.

4.2 Cinética de germinação do banco de sementes

A germinação teve início no segundo dia após a primeira irrigação em casa de vegetação. Ocorreu uma alta taxa de germinação nos primeiros dez dias, com pico entre o quarto e o décimo dia. Em seguida, houve declínio seguido por picos menores, até que a germinação cessasse totalmente, o que ocorreu, em média, no quadragésimo dia. A **figura 8** mostra que a cinética de germinação para os grupos de monocotiledôneas e dicotiledôneas apresentam comportamento similar, com pico maior nos dez primeiros dias de irrigação, seguido por picos menores e posteriormente, um declínio da germinação.

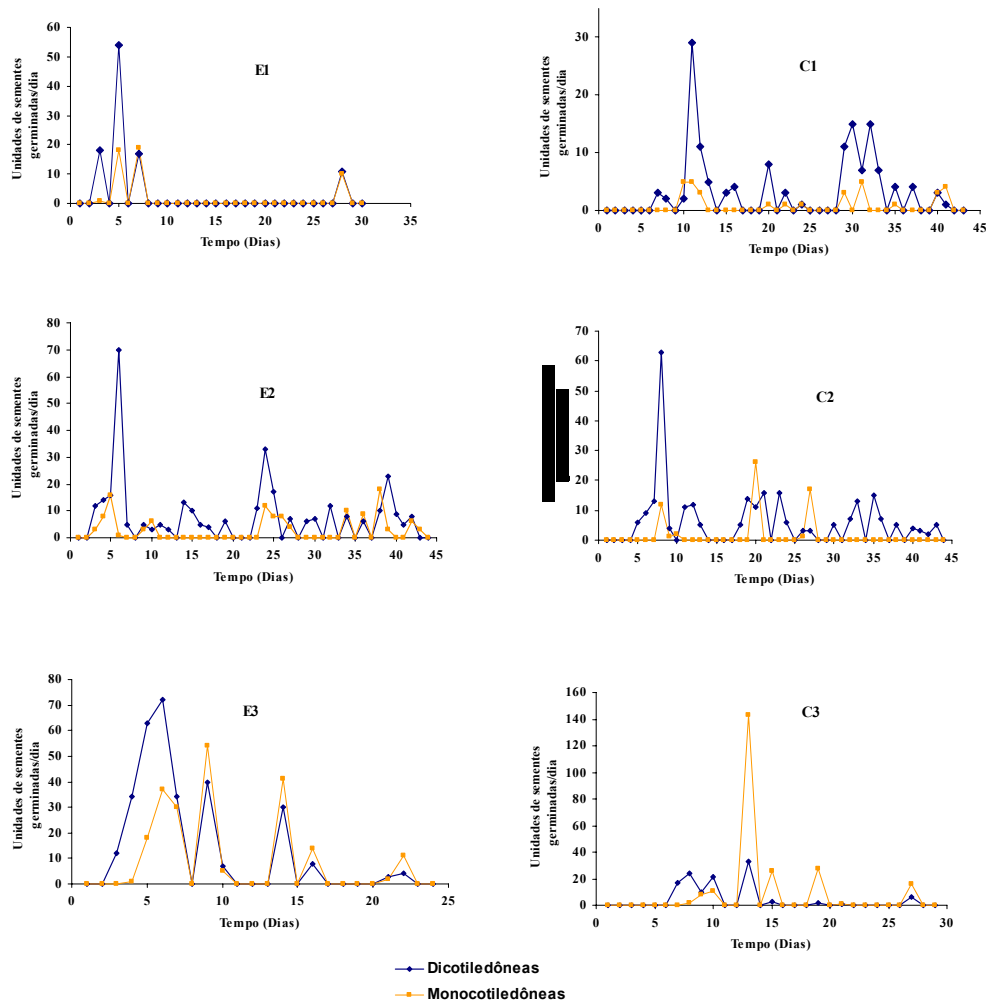


Figura 8 – Cinética de germinação de monocotiledôneas e dicotiledôneas do banco de sementes em E1, C1, E2, C2, E3 e C3. T_0 = início da irrigação; T_1 = início da germinação.

4.3 Composição florística, riqueza e diversidade do banco de sementes no solo

Foi possível identificar no nível de família, gênero e/ou espécie cerca de 59, 51 e 56%, das plântulas emergidas distribuídas em 8, 2 e 15 espécies em E1, E2 e E3, respectivamente. Nas parcelas controle foram identificadas 78, 50 e 40%, distribuídas em 8, 2 e 10 espécies em C1, C2 e C3, respectivamente. A porcentagem de plântulas mortas antes que fosse possível qualquer identificação, nem mesmo ao nível de morfoespécies foi de cerca de 40, 49, 45, 22, 50 e 60% para E1, E2, E3, C1, C2 e C3, respectivamente.

Quanto às formas de vida foi encontrada uma elevada quantidade de terófitos em todas as áreas (58, 51, 54, 35, 50 e 39% em E1, E2, E3, C1, C2 e C3, respectivamente).

Embora presente nas parcelas em pousio, não foi registrado nenhuma espécie de árvore no banco de sementes no solo.

Em cada área foram identificadas oito espécies em cinco famílias, duas espécies em duas famílias e treze espécies em dez famílias nas parcelas E1, E2 e E3, respectivamente. A família Portulacaceae aparece apenas em E1 com um indivíduo. A família Brassicaceae aparece com uma espécie e um indivíduo em E2. As famílias Euphorbiaceae, Fabaceae subfamília faboideae, Lamiaceae, Malvaceae e Verbenaceae foram registradas apenas em E3, apresentando baixa diversidade (**Tabela 5**).

Poaceae representou a família nas áreas 1 e 3, com duas espécies para E1 e C1 e três espécies para E3 e C3. Tanto na parcela experimental como na controle, a espécie *Stylosanthes humilis* Kunth (Fabaceae subfamília Mimosoideae) foi a espécie de maior densidade no banco de sementes no solo, com exceção da parcela C1, na qual a espécie *Portulaca cf pilosa* L (Portulacaceae) representou cerca de 42% do banco de sementes. A espécie *Aristida setifolia* Kunth, (Poaceae) foi registrada somente na parcela 3 e representou 16% do banco de sementes no solo em E3 e 19% em C3. Em E2 e C2 só germinaram duas espécies – *Brassica sp* e *Stylosanthes humilis* Kunth (**Tabela 5**).

Tabela 5 – Espécies presentes no banco de sementes da E1, C1, E2, C2, E3 e C3, e o respectivo número de indivíduos(n) e a forma de vida (FV)

Família	Nº	Espécie	E1	C1	E2	C2	E3	C3	FV
Amaranthaceae	1	<i>Froelichia humboldtiana</i> (Schult.) Seub.	-	2	-	-	-	-	Te
	2	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	29	-	-	-	12	-	Te
Brassicaceae	3	<i>Brassica</i> sp.	0	0	1	1	-	-	Te
Cyperaceae	4	<i>Cyperus</i> sp.	4	8	-	-	-	-	Te
	5	<i>Pycneus cf. fugax</i> (Liebm.) C.D.Adams	0	0	-	-	-	3	Te
Euphorbiaceae	6	<i>Phyllanthus caroliniensis</i> Walter	-	-	-	-	4	-	Te
Fabaceae faboideae	7	<i>Centrosema pascuorum</i> Mart. ex Benth.	-	-	-	-	1	-	Ca
Fabaceae mimosoideae	8	<i>Mimosa</i> sp.	2	2	-	-	6	12	Ca
	9	<i>Stylosanthes humilis</i> Kunth	15	38	228	160	42	46	Te
Lamiaceae	10	<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	-	-	-	-	17	-	Te
Lythraceae	11	<i>Cuphea campestris</i> (Mart.) Koehne	6	1	-	-	41	7	Te
Malvaceae	12	<i>Waltheria indica</i> L.	-	-	-	-	2	1	Ca
Poaceae	13	<i>Antheophora hermaphrodita</i> (L.) Kuntze	-	-	-	-	3	-	Te
	14	<i>Aristida setifolia</i> Kunth	-	-	-	-	82	64	Te
	15	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	4	5	-	-	-	2	Te
	16	<i>Digitaria cf. ciliaris</i> (Retz.) Koeler	-	-	-	-	2	-	Te
	17	<i>Gymnopogon</i> sp.	-	-	-	-	-	1	Te
	18	<i>Paspalum plicatulum</i> Michx.	27	5	-	-	12	-	Te
Portulacaceae	19	<i>Portulaca cf. pilosa</i> L.	1	71	-	-	-	-	H
Verbenaceae	20	<i>Stachytarpheta cf. dichotoma</i> (Ruize Pav.) Vahl	-	-	-	-	63	2	Te
Total			88	132	229	161	287	138	

Forma de vida: Ca – caméfito, H – hemicriptófito e Te – terófito

A **tabela 6** mostra que os números de espécie são iguais na parcela experimento e controle nas áreas 1 e 2. O teste T (HUTCHESON, 1970) mostrou haver maior diversidade nas parcelas em pousio para as áreas 1 e 3.

Na área 1 a riqueza na parcela em pousio foi igual a do controle, porém a equitabilidade foi maior e por isso obteve-se maior diversidade para a parcela em pousio (**Tabela 6**).

O número de espécies identificadas para a área 2 foi igual nas parcelas experimento e controle, no entanto a equitabilidade foi maior para a parcela controle mostrando haver uma maior diversidade na mesma (**Tabela 6**).

Para a área 3 encontra-se um maior número de espécie e maior equabilidade nas parcelas experimento o que leva à maior diversidade (**Tabela 6**).

Tabela 6 – Índices de riqueza, diversidade e equabilidade determinados para as áreas de estudo

ÍNDICES		TRATAMENTOS	
		Experimento	Controle
Área 1	Número de espécies (NO)	8	8
	Índice de Shannon (H')	1,562 ^a	1,274 ^b
	Equabilidade	0,751	0,613
Área 2	Número de espécies (NO)	2	2
	Índice de Shannon (H')	0,028 ^c	0,038 ^d
	Equabilidade	0,041	0,054
Área 3	Número de espécies (NO)	15	10
	Índice de Shannon (H')	2,004 ^e	1,388 ^f
	Equabilidade	0,740	0,603

Letras iguais designam diferenças não-significativas ($p > 0,05$).

Letras diferentes designam diferenças significativas ($p < 0,05$).

5 DISCUSSÃO

5.1 Tamanho do banco de sementes

Encontrou-se uma elevada variação para o banco de sementes no solo nas três áreas estudadas, fato também observado na literatura e mostrado na **tabela 7**. As densidades encontradas neste estudo nas parcelas em pousio 2 e 3 apresentam-se maiores que as relatadas por Mamede e Araújo (2008), Costa e Araújo (2003) e Pessoa (2007), valores estes próximos aos encontrados nas parcelas de uso contínuo 2 e 3 e inferiores aos encontrados tanto nas parcelas em uso contínuo como nas em pousio da área 1.

Tabela 7 – Densidade do banco de sementes no solo encontrados na literatura

Autores	Tipo de vegetação	Local / País	Densidade (sem/m²)	Método
Mamede e Araújo (2007)	Caatinga	Sobral, CE	1436	Emergência de plântulas
Costa e Araújo (2003), Pessoa (2007)	Caatinga	Quixadá, CE	807	Emergência de plântulas
Kemp (1989)	Deserto	Serra Talhada, PE	1369	Emergência de plântulas
		Baixo Colorado, USA	8000-30000	Vários
Solomon <i>et al.</i> (2006)	Pastagem	Etiópia	798.8	Emergência de plântulas

A maior diversidade de sementes registradas nas parcelas em pousio mostra a regeneração da área (à exceção de E1).

5.2 Composição florística e cinética de germinação das espécies do banco de sementes no solo

Todas as espécies de maior densidade no banco são terófitos, confirmando estudo registrado por Mamede e Araújo (2008), Costa e Araújo (2003) e Pessoa (2007) em banco de sementes no solo da caatinga. Além disso, segundo Schippers *et al.* (2001) com o aumento da perturbação, espera-se que o ambiente apresente maior diversidade de sementes de espécies terófitos.

El-Sheikh (2005), investigando campos abandonados há 25 anos, em diferentes estágios sucessionais no vale do rio Nilo, encontrou que, quanto mais baixo o nível de

perturbação, mais facilmente espécies arbóreas e arbustivas colonizam o ambiente, sendo o aumento de terófitos proporcional ao aumento do distúrbio no ambiente. Consta também que, nos primeiros dois anos de abandono, tende a aumentar rapidamente a riqueza e a diversidade de espécies, diminuindo com o passar do tempo.

A alta germinabilidade, observada na cinética de germinação no início do experimento (**FIGURA 8**), indica que há rápido recrutamento de novos indivíduos, comportamento similar já observado, na caatinga, por Mamede e Araújo (2008), Costa e Araújo (2003) e Pessoa (2007). Este dado reforça que as sementes terófitas da caatinga apresentam rápida germinação no início da estação chuvosa, característica que favorece a permanência no ambiente, visto que essa estação é curta (cerca de três meses).

5.3 Diversidade do banco de sementes no solo

Mamede e Araújo (2008) encontraram um índice de diversidade de 3,22 em uma caatinga em pousio a cerca de vinte anos, valor este acima dos encontrados neste estudo, visto tratar-se de uma área em processo de desertificação. Nas áreas 1 e 3 os índices de diversidade, de riqueza e equabilidade calculados, apresentam-se maiores nas parcelas experimento que nas parcelas controle, fato que mostra a regeneração na área isolada da atividade agropastoril. Embora, Sampaio e Salcedo (1997) tenham registrado que a caatinga recupera 90% da biomassa em até 15 anos, o longo histórico de uso na área de desertificação de Irauçuba associado à ausência de fragmentos de vegetação nas proximidades das parcelas em pousio dificulta a regeneração da vegetação, refletida na baixa diversidade do banco de sementes no solo, quando comparado com áreas de caatinga estudadas por Mamede e Araújo (2008).

Miller e Kauffman (1998) sugerem a manutenção de locais intocados próximos às áreas com atividades agropastoris, com o objetivo de facilitar a preservação da biodiversidade de espécies. Fato não observado na área deste estudo, pois como mostrado na **figura 3** a fonte de novos propágulos encontra-se distante, isto dificulta a regeneração, visto que na E1 há apenas duas espécies de árvores e nenhum registro nas demais parcelas. Miller e Kauffman (1998) também mostram que o aumento da atividade agrícola causa uma diminuição considerável na diversidade da área, mas não significa a deterioração de serviços de ecossistemas relevantes, a menos que haja a perda de algum grupo funcional ou de alguma espécie-chave (MILLER; KAUFFMAN, 1998).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir com os resultados obtidos que:

- a) o maior número de sementes germinadas no final da estação seca nas parcelas em pousio evidencia a ocorrência de regeneração pelo menos da biomassa herbácea;
- b) a maior diversidade nas parcelas em pousio 1 e 3 do banco de sementes no solo indica que está ocorrendo recuperação, pelo menos, do componente herbáceo;
- c) A ausência de árvores no banco de sementes do solo reflete o nível de degradação da região e a ausência de fragmentos conservados próximos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. Domínios morfoclimáticos e solos do Brasil. In: ALVAREZ, V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F.(Eds.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, 1-18, 1996.

AGUIAR, M.; SORIANO, A.; SALA, O. Seed distribution constrains the dynamics of the Patagonian steppe. **Ecology**, v. 78, p. 93-100, 1992.

ANDRADE, L.A.; PEREIRA, I.M.; LEITE, U.T.; BARBOSA, M. R. V. Análise de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, estado da Paraíba. **Cerne, Lavras**, v. 11, p. 253-262, 2005.

ANDRADE-LIMA, D. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 4, p. 149-153, 1981.

ANDRADE, J.B.; OLIVEIRA, T.S. Análise espaço-temporal do uso da terra em parte do semi-árido cearense. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 28, 393-401, 2004.

APG II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 141, 399-436, 2003.

BAKER, H.G. Some aspects of the natural history of seed banks. In: LECK, M.A.; PARKER, V.T.; SIMPSON, R.L (Eds.). **Ecology of soil seed banks**. Academic Press Inc., p. 9-21, 1989.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds, ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. Academic Press, New York, 666p., 2001.

BARRETO, C.X.P. **Os primitivos colonizadores nordestinos e seus descendentes**. Rio de Janeiro, editora Melson Sociedade Anônima, 378p., 1960.

BARBOSA, D.C.A. Estratégias de germinação e crescimento de espécies lenhosas da Caatinga com germinação rápida. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária da UFPE, Recife, p. 625-656, 2003.

BEAUMONT, P. **Drylands, Environmental Management and Development**. Routledge, London, 536p., 1989.

BRASIL, IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**, Rio de Janeiro, 92p., 1992.

BRASIL, INCRA. **Estatísticas Cadastrais Anuais**. Brasília, 1992.

BRASIL, MIN – Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do semi-árido brasileiro**, Secretaria de Políticas de desenvolvimento regional, 2005.

BRASIL, MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca**, PAN – BRASIL, 2004.

BRASIL, SUDENE, **Sudene Dez Anos**, Recife, 205p., 1969.

BRIGGS, J.M.; SCHAAFSMA, H.; TRENKOV, D. Woody vegetation expansion in a desert grassland: Prehistoric human impact? **Journal of Arid Environments**, 69, 458-472, 2007.

CALDATO, S. L.; FOLSS, P.A.; CROCE, D.M.; LONGHI, S.J. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na reserva genética florestal de Caçador, SC. **Ciência Florestal**, v. 6, p. 27-38, 1996.

CALDEIRA, J. **Viagem pela história do Brasil**. São Paulo. Companhia das Letras. 351p., 1997.

CEARÁ, IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Básico Municipal – Irauçuba**, Fortaleza, CE, p. 1-10, 2005.

CHAPMAN, G.P. Desertified grasslands, their biology and management. **Academic Press, London**, p. 17 – 33, 1992.

CHAVES, L.H.; KINJO, T. Relação quantidade/intensidade de potássio em solos do trópico semi-árido brasileiro. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 11, p. 257-261, 1987.

CHILD, G. Setting and achieving objectives for conserving biological diversity in arid environments. **Journal of Arid Environments**, v. 54, p. 47-54, 2003.

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

COSTA, R.C.; ARAÚJO, F.S.; LIMA-VERDE, L.W. Flora and life-form spectrum in na área of decíduos thorn woodland (caatinga) in northeastern, Brazil. **Journal of Arid Enviroments**, v. 68, p. 237-247, 2007.

DALLING, J.W.; SWAINE, M.D.; GARWOODS, N.C. Effect of soil depth on seedling emergence in tropical soil seed-bank investigations. **Functional Ecology**, v. 9, p. 119-121, 1994.

DARKOH, M.B.K. Combating desertification in Zimbabwe. **Desertification Control Bulletin**, v. 13, p. 17–28, 1996.

DIAS, R.LF. “**Intervenções Públicas e Degradação Ambiental no Semi-Árido Cearense (O Caso de Irauçuba)**”. Dissertação, (Mestrado no Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 1998.

EL-SHEIKH, M.A. Plant succession on abandoned fields after 25 years of shifting cultivation in Assuit, Egypt. **Journal of Arid Environments**, v. 61, p. 461–481, 2005.

EVANS, J.; GEERKEN, R. Discrimination between climate and human-induced dryland degradation. **Journal of Arid Environments**, v. 57, p. 535-554, 2004.

EWEL, J.; BERISH, C.; BROWN, B.; PRICE, N.; RAICH, J. Slash and burn impacts on a Costa Rican wet forest site. **Ecology**, v. 62, n. 3, p. 816-829, 1981.

FARIAS, A. **História do Ceará: dos índios à geração cambéba**. Fortaleza. Tropical, 294p., 1997.

FAVRETO, R.; MEDEIROS, R.B. Banco de sementes do solo em área agrícola sob diferentes sistemas de manejo estabelecida sobre campo natural. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 34 – 44, 2006.

FENNER, M.; KITAJIMA, K. Seed and seedling ecology. In: PUGNARE, F.C.; VALLADARES, F. (Eds.). **Handbook of functional plant ecology**. New York, 599-627, 1999.

FIGUEIRÔA, J.M.; PAREYN, F.G.C.; ARAÚJO E.L.; SILVA, C.E.; SANTOS, V.F.; CUTLER, D.F.; BARACAT, A.; GASSON, P. Effects of cutting regimes in the dry and wet season on survival and sprouting of woody species from the semi-arid caatinga of northeast Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 229, p. 294–303, 2006.

FUNCEME. **Proposta de dimensionamento do semi-árido brasileiro do Banco do Nordeste do Brasil**, Fortaleza, 107p., 2005.

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

GIRÃO, R. **Evolução histórica cearense**. Fortaleza. BNB. ETENE, 446p., 1985.

GOHEEN, J.R.; YOUNG, T.P.; KEESING, F.; PALMER, T.M. Consequences of herbivory by native ungulates for the reproduction of a savanna tree. **Journal of Ecology**, v. 95, p. 129–138, 2007.

GUDERSON, L.H. Ecological resilience – In theory and application. **Annual Review Ecology System**, v. 31, p. 425-439, 2000.

GUTIERREZ, J.R.; MESERVE, P.L. El Niño effects on soil seed bank dynamics in north-central Chile. **Oecologia**, v. 134, p. 511 – 517, 2003.

HIGUCHI, Bacia 3 – Inventário diagnóstico da regeneração natural. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 15, p. 199 – 233, 1985.

HOCHSTRASSER, T.; KRÖEL-DULAY, G.; PETERS, D.P.C.; GOSZ, J.R. Vegetation and climate characteristics of arid and semi-arid grasslands in North America and their biome transition zone. **Journal of Arid Environments**, v. 51, p. 55–78, 2002.

HOFFMAN, M.T.; BARR, G.D.; COWLING, R.M. Vegetation dynamics in the semi-arid eastern Karoo, South Africa - the effect of seasonal rainfall and competition on grass and shrub basal cover. **South African Journal of Science**, v. 86, p. 462–463, 1990.

HOLLING, C.S. Resilience and stability of ecological systems. **Annual Review Ecology Systems**, v. 4, p. 1-123, 1973.

HUTCHESON, K. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. **Journal of Theoretical Biology**, v. 29, p. 151-154, 1970.

IPLANCE/SEPLAN. **Atlas do Ceará**. Fortaleza, 1989.

JACOMINE, P.T.K. Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará. Volumes I e II – DPP, Ag, MA/ DNPEA – SUDENE/ DRN (Boletim Técnico, 28) – Recife, 1973.

KAGEYAMA, P.Y.; COSTA, L.G.S. **Revegetação: das matas ciliares e de proteção ambiental**. São Paulo. Fundação Florestal, 26p.,1993.

KAUFFMAN, J.B.; SANFORD Jr.R.L.; CUMMINGS, D.L.; SALCEDO, I.H.; SAMPAIO, E.V.S.B. Biomass and nutrients dynamics associated with slash fire in neotropical dry forest. **Ecology**, v. 74, n. 1, p. 140-151, 1993.

KEMP, P.R. Seed banks and vegetation processes in deserts. In: LECK, M.A.; PARKER, V.T.; SIMPSON, R.L. (Eds.), **Ecology of soil seed banks**. Academic Press Inc., New York, p. 257- 280, 1989.

KENNARD, D.K.; GOULD, K.; PUTZ, F.E.; FREDERICKSEN, T.S.; MORALES, F. Effect of disturbance intensity on regeneration mechanisms in a tropical dry forest. **Forest Ecology and Management**, v. 162, p. 197–208, 2002.

LAVOREL, S.; LEBRETON, J.D.; DEBUSSCHE, M.; LEPART, J. Nested spatial patterns in seed bank and vegetation of Mediterranean old-fields. **Journal Vegetation Science**, v. 2, p. 367–376, 1991.

LEITÃO, P.W.; ALBAGLI, S. Políticas Públicas e Biodiversidade no Brasil, (s/l), (s/d). Consulta na internet, disponível em <http://www.mma.gov.br>, acesso em 26 jan. 2006.

LEITE, F.R.B.; LEMOS, J. de J.S.; MARTINS, M.L.R.; NERA, R.D.M.; OLIVEIRA, V.P.V. **Áreas degradadas suscetíveis aos processos de desertificação no Ceará – Brasil**. Fortaleza. ICID, 1992.

LEVASSOR, C.; ORTEGA, M.; PECO, B. Seed bank dynamics of Mediterranean pastures subjected to mechanical disturbance. **Journal Vegetation Science**, v. 1, p. 339–344, 1990.

LEPRUM, J.C. **Relatório de fim de convênio de manejo e conservação do solo no nordeste brasileiro (1982 – 1983)**. Recife. SUDENE – DRN, 271p., 1986.

LUZURIAGA, A. L.; ESCUDERO, A.; OLANO, J. M.; LOIDI, J. Regenerative role of seed banks following an intense soil disturbance. **Acta Oecologica**, v. 27, p. 57–66, 2005.

MACARTHUR, R. H. Some generalized theorems of natural selection. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 48, p. 1893–1897, 1962.

MACNEELY, J.A. Biodiversity in arid regions: values e perceptions. **Journal of Arid Environments**, v. 54, p. 61-70, 2003.

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.

MARKS, P.L.; MOHLER, C.L. Succession after elimination of buried seeds from a recently plowed field. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v. 122, p. 376–382, 1985.

MARTINI, A.M.Z. “**Estrutura e composição da vegetação e chuva de sementes em sub-bosque, clareiras naturais e área perturbada por fogo em floresta tropical no sul da Bahia**”. Tese (Doutorado em Ecologia) no Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, SP, 150p., 2002.

METZGER, K.L.; COUGHENOUR, M.B.; REICH, R.M.; BOONE, R.B. Effects of seasonal grazing on plant species diversity and vegetation structure in a semi-arid ecosystem. **Journal of Arid Environments**, v. 61, p. 147–160, 2005.

MELO-FILHO, J.F.; SOUZA, A.L.V. O manejo e a conservação do solo no semi-árido baiano: desafios para a sustentabilidade. **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 3, 2006.

MILLER, P.M.; KAUFFMAN, J.B. Effects of slash and burn agriculture on species abundance and composition of a tropical deciduous forest. **Forest Ecology and Management**, v. 103, p. 191-201, 1998.

PEREIRA, I.M.; ANDRADE, L.A.; SAMPAIO, E.V.S.B.; BARBOSA, M.R.V. Use-history effects on structure and flora of caatinga. **Biotropica**, v. 35, n. 2, p. 154-165, 2003.

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A. de; COSTA, J. R. M.; DIAS, J. M. Análise da regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no agreste paraibano. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 413-426, 2001.

RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S.V.; BARRAS, L. C. Tropical rainforest regeneration in an degraded area by mining in Mato Grosso State, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 190, p. 323 – 333, 2004.

RODRIGUES, V. Desertificação: problemas e soluções. Agricultura, Sustentabilidade e o Semi-Árido. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 1995.

RONDON NETO, R.M.; BOTELHO, S.A.; FONTES, M.A.L.; DAVID, A.C.; FARIAS, J.M.R. Estrutura e composição florística da comunidade arbustivo-arbórea de uma clareira de origem antrópica, em uma floresta estacional semidecídua montana, **Cerne**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 79 – 94, 2000.

RUIZ-JAÉN, M.C.; AIDE T.M. Vegetation structure, species diversity, and ecosystem processes as measures of restoration success. **Forest Ecology and Management**, v. 218, p. 159-173, 2005.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI**. São Paulo. Studio Nobel, 1993.

SALES, M.C.L.; OLIVEIRA, J.G.B. Análise da degradação ambiental no núcleo de desertificação de Irauçuba. In: **Litoral e Sertão, natureza e sociedade no nordeste brasileiro**. Fortaleza: Expressão Gráfica, p.223 – 232, 2006.

SAMPAIO, E.V.S.B. Overview of the Brazilian Caatinga.. In: BULLOCK, S. H.; MOONEY, H.A.; MEDINA, E. (Eds.). **Seasonally dry tropical forests**. University Press, Cambridge, p. 35-63, 1995.

SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H.; KAUFFMAN, J.B. Effect of different fire severities on coppicing of caatinga vegetation in Serra Talhada, PE, Brazil. **Biotropica**, v. 25, n. 4, p. 452-460, 1993.

SAULEI, S. M.; SWAINE, M. D. Rain forest seed dynamics during succession at Gogol, Papua-Nova Guiné. **Journal of Ecology**, v. 62, p. 675-719, 1988.

SCHIPPERS, P.; VAN GROENENDAEL, J.M.; VLEESHOUWERS, L.M.; HUNT R. Herbaceous plant strategies in disturbed habitats. **Oikos**, v. 95, p. 198–210, 2001.

SCHIMTZ, M.C. Banco de sementes no solo em áreas no reservatório da UHE, Paraibuna. In: KAGEYAMA, P.Y. (Ed.). **Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP**. Série IPEF, v. 8, n. 25, p. 7-8, 1992.

SILVA-JUNIOR, W.M.; MARTINS, S.V.; SILVA, A. F.; MARCO-JÚNIOR, P. Natural regeneration of trees and shrubs species in two sites of a tropical semi deciduous forest, Viçosa, MG, Brazil. **Scientia Forestalis**, v. 66, p. 169-179, 2004.

SIGWELA, A.M.; LECHMERE-OERTEL, R.G.; KERLEY, G.I.H.; COWLING, R.M. Quantifying the costs of unsustainable domestic herbivory for biodiversity and ecosystem functioning in succulent thicket, Eastern cape, South Africa. **International Rangeland Conference**, 2003.

SNYMANA, H.A.; DU PREEZ, C.C. Rangeland degradation in a semi-arid South Africa- II: influence on soil quality. **Journal of Arid Environments**, v. 60, p. 483-507, 2005.

SOBRINHO, T.P. Povoamento do nordeste brasileiro. **Revista do Instituto do Ceará**, Fortaleza, CE, v. 51, 485p., 1937.

SOLH, M.; AMRI, A.; NGAIDO, T.; VALKOUN, J. Policy and education reform needs for conservation of dryland biodiversity. **Journal of Arid Environments**, v. 54, p. 5-13, 2003.

SOLOMON, T.B.; SNYMAN, H.A.; SMIT, G.N. Soil seed bank characteristics in relation to land use systems and distance from water in a semi-arid rangeland of southern Ethiopia, South African. **South African Journal of Botany**, v. 72, p. 263-271, 2006.

SOUZA, S.C.P.M. “Análise de Alguns Aspectos de Dinâmica Florestal em uma Área Degradada do Parque Estadual do Jurupará, Ibiúna, SP”. Dissertação (Mestrado da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 88p., 2002.

SPSS Inc.; Systat, Version 11.0. SPSS Inc., Chicago, IL. 1998.

STEBBING, E.P. The encroaching Sahara: the threat to the West African colonies. **Geographical Journal**, v. 85, p. 506–519, 1935.

The World Conservation Union (IUCN). Biological Diversity of Dryland, Mediterranean, Arid, Semi-arid, Savann and Grassland Ecosystems: **International Union for the Conservation of Nature**, p. 1 – 15, 1999.

THOMPSON, K.; GRIME, J.P. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. **Journal of Ecology**, v. 67, p. 893-92, 1979.

THOMPSON, K.; BEKKER, R.M.; BAKKER, J.P. Soil seed banks of Northwest Europe: Methodology, density and longevity. **Cambridge University Press**, 1997.

UNEP . **Status of desertification and implementation of the United Nations plan of action to combat desertification**. Nairóbi, UNEP, 78p., 1991.

UHL, C.; CLARK, K.; CLARK, H.; MURPHY, P. Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio Negro region of the Amazon Basin. **Journal of Ecology**, v. 69, p. 631-649, 1981.

UNITED NATIONS CONVENTION TO COMBAT DESERTIFICATION (UNCCD), Geneva, Switzerland, United Nations, 58p., 1994.

VAN DEN BERG L.; KELLNER K. Restoring degraded patches in a semi-arid rangeland of South Africa. **Journal of Arid Environments**, v. 61, p. 497–511, 2005.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Processos de Desertificação ocorrentes no Nordeste do Brasil: sua gênese e sua contenção**. Recife, SEMA/SUDENE, 101p., 1982.

VAZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Patterns of seed longevity and seed germination in the tropical rainforest. **Annual Review Ecology System**, v. 24, p. 69-87, 1993.

VELOSO, H.P.; RANGEL-FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE – Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro, 123p., 1991.

VÉRON, S.R.; PARUELO, J.M.; OESTERHELD, M. Assessing desertification. **Journal of Arid Environments**, v. 66, p. 751-763, 2006.

WARR, S.J.; THOMPSON, K.; KENT, M. Seed banks as a neglected area of biogeographic research: a review of literature and sampling techniques. **Progress in Physical Geography**, v. 17, p. 329–347, 1993.

WEISBERG. P.J.; BUGMANN, H. Forest dynamics and ungulate herbivory: from leaf to landscape. **Forest Ecology and Management**, v. 181, p. 1-12, 2003.

YANGA, X.; ZHANG, K.; JIA, B.L.C. Desertification assessment in China: Na overview. **Journal of Arid Environments**, v. 63, p. 517-531, 2005.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**, Fourth Ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 663p., 1984.

ZEIDLER, J.; HANRAHAN, S.; SCHOLES, M. Land-use intensity affects range condition in arid to semi-arid Namibia. **Journal of Arid Environments**, v. 52, p. 389-403, 2002.