



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS
MESTRADO EM RECURSOS NATURAIS**

LÁZARO AVELINO DE SOUSA

**RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA NA MICRORREGIÃO DO
SERIDÓ OCIDENTAL DA PARAÍBA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**CAMPINA GRANDE – PB
2016**

LÁZARO AVELINO DE SOUSA

RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA NA MICRORREGIÃO DO
SERIDÓ OCIDENTAL DA PARAÍBA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, do Centro de Tecnologia em Recursos Naturais, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Processos ambientais

Orientador: Prof. Dr. José Dantas Neto

Campina Grande – PB
2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

S725r

Sousa, Lázaro Avelino de.

Recuperação de área degradada na microrregião do seridó ocidental da Paraíba /
Lázaro Avelino de Sousa. – Campina Grande, 2016.

80 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de
Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2016.

"Orientação: Prof. Dr. José Dantas Neto.

Referências.

1. Desenvolvimento Sustentável. 2. Brasil – Semiárido. 3. Fitossociologia. 4.
Caatinga – Espécies Nativas. I. Dantas Neto, José. II. Universidade Federal de
Campina Grande, Campina Grande (PB). III. Título.

CDU 502.131.1(043)

LAZARO AVELINO DE SOUSA

**RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA NA MICRORREGIÃO DO SERIDÓ
OCIDENTAL DA PARAÍBA**

APROVADA EM: 30/08/2016

BANCA EXAMINADORA



Dr. JOSÉ DANTAS NETO

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG



Dr. SÉRGIO MURILO SANTOS DE ARAÚJO

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG



Dra. SALLYDELANDIA SOBRAL DE FARIAS

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG



Dra. DEBORA COELHO MOURA

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

DEDICATÓRIA

Aos meus pais:

- ✓ Inácio Avelino
- ✓ Jovelina Barbosa de Sousa Avelino

Meus irmãos:

- ✓ Joap Avelino de Sousa
- ✓ Manoel Avelino de Sousa Neto
- ✓ Joágna Avelino de Sousa

Em agradecimento por tudo o que sou,
dedico.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço a todos os que compõem o Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, nas pessoas dos professores coordenadores Carlos Antônio Costa dos Santos e Gesinaldo Ataíde Cândido, pelo acolhimento e apoio a mim dispensados.

Igualmente agradeço a todos os professores das disciplinas que cursei, pela significativa contribuição de suas aulas para a minha formação acadêmica. Em especial, sou grato ao meu orientador, Prof. Dr. José Dantas Neto, pelo empenho, solicitude e paciência em orientar-me nos caminhos teórico-metodológicos que precisei traçar para chegar aonde cheguei. Agradeço também de forma especial aos professores Dr. Sérgio Murilo Santos de Araújo e Dra. Débora Coelho Moura, por me acompanharem desde a graduação em geografia e me incentivarem de forma decisiva a ingressar no mestrado.

Aos proprietários da Fazenda Barra, Beranger Arnaldo de Araújo e família, pelo acolhimento e concessão do substrato físico (área degradada) e de subsídios teórico-metodológicos para a realização da pesquisa, dedico minha gratidão.

Por todo apoio nos trabalhos de campo, agradeço aos amigos Adailton Silva, Débora Coelho, Franciélito Souza, Jakelline Santos, Joágna Avelino, José Dantas, Luis Pedro Nascimento e Thais Mara Souza.

Na confecção dos mapas, agradeço todo o apoio e ensinamentos de Claudeam Martins e Francilaine Nóbrega.

Estendo meus agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa que possibilitou a realização da pesquisa.

Por último, e não menos importante, agradeço aos meus familiares, meus pais e irmãos, por acreditarem em mim e potencializarem meus sonhos com o apoio irrestrito que sempre me dispensam. Se lhes posso proporcionar algo de bom, o mérito é recíproco.

Por tudo e por todos aqueles a quem tenho a oportunidade de agradecer, agradeço a Deus, esse mistério de amor que gera e que mantém a vida.

“Apegar-se ao conhecimento é o mesmo que se apegar às coisas. Todo apego, seja de que natureza for, é uma prisão. Quem não é livre do que sabe, não pode aprender sempre. Sábio não é aquele que se imobiliza no seu vasto saber, mas aquele que é capaz de renunciar a tudo o que sabe para saber mais.”

(Valter da Rosa Borges)

RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA NA MICRORREGIÃO DO SERIDÓ OCIDENTAL DA PARAIBA

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo principal analisar a evolução do processo regenerativo de uma área degradada de caatinga em estágio de recuperação (no período de 2008 a 2015) na Fazenda Barra, município de Santa Luzia-PB, na microrregião do Seridó Ocidental. A referida área mede 1,88 ha e encontra-se em estado de pousio há aproximadamente oito anos, quando teve início a implantação do projeto original de recuperação, através do qual foi implantado no interior da área um experimento pioneiro com plantio de mudas de espécies nativas em solo preparado com nanobacias hidrográficas. Para analisar a regeneração foi feito um levantamento florístico e fitossociológico para verificar a composição, a estrutura e a distribuição diamétrica das espécies vegetais existentes na referida área, com fins de comparar esses parâmetros com os do primeiro estudo realizado no local. Os parâmetros fitossociológicos analisados foram: Densidade e Dominância Absoluta e Relativa, Área Basal, Valor de Cobertura e os índices de Diversidade e Riqueza das espécies. Também foi feita a análise de amostras do solo para a devida classificação e verificação dos índices de fertilidade, e analisou-se a sobrevivência e o crescimento de espécies nativas que foram transplantadas no experimento supracitado. Na composição florística foram encontradas 28 espécies incluídas em 27 gêneros e 15 famílias dentre os 12.258 indivíduos registrados na área geral. No ambiente experimental, o percentual de sobrevivência das espécies caiu entre os anos de 2012 e 2015 para todas as espécies transplantadas, tanto no solo preparado com nanobacias, quanto no ambiente de plantio direto. Os índices de fertilidade do solo na área experimental também caíram em relação a 2012, sendo que os números do ambiente preparado com nanobacias permaneceram mais altos que os do plantio direto. Na área geral estudada, concluiu-se que houve significativa recuperação, tanto da vegetação, quanto do solo no período considerado. O isolamento da área se mostrou mais eficaz no processo de regeneração natural do que as demais técnicas de recuperação empregadas no local. Apesar da técnica de preparo do solo com nanobacias ter garantido maiores índices de fertilidade do solo e de sobrevivência e crescimento das mudas transplantadas, foi o isolamento da área combinado com os níveis de chuvas acumuladas no período considerado que garantiram a recuperação verificada na área geral.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável. Brasil – Semiárido. Fitossociologia. Caatinga – Espécies Nativas.

RECOVERY OF DEGRADED AREA IN THE MICRORREGION OF OCIDENTAL SERIDO OF PARAIBA

ABSTRACT

The main aim proposed by this study has been analyze the evolution of the regenerative process of degraded caatinga's area in a leg of recovery (from 2008 to 2015) in the Fazenda Barra, Santa Luzia – PB's countryside, in the microregion of Ocidental Serido. The area measures 1,88 ha, and it has been isolated for eight years, when it has begun the original project's recuperation of this area. Its recuperation has been implemented in the interior of the area a pioneer experiment through the direct planting of native species in prepared soil, with hydrographic Nanobacias. To analyze the soil's regeneration it has been done a floristic and phytosociological survey to check the composition, structure and diameter distribution of plant species in that area, for purposes of comparing these parameters with the first study conducted on the place. The analyzed phytosociological parameters were: Density and Dominance Absolute and Relative, Basal Area, covering value and contents diversity and richness of species. It also has been done soil samples analysis to proper classification and verification of fertility rates was taken. And, It has been analyzed the survival and growth of native species were transplanted in the mentioned experiment. In the floristic composition has been found 28 species included in 27 gender and 15 families among the 12,258 individuals registered in the general area. In the experimental environment, the percentage of the species' survival fell down between the years 2012 and 2015 for all transplanted species, both in the prepared soil with nanobacias, as in the environment of direct planting. Soil fertility rates in the experimental area also has been fell compared to 2012, and the numbers of the prepared environment with nanobacias remained higher than the direct planting. In the overall study area, it has been concluded that there was a significant recovery as in the vegetation as in the soil in the considered period. The isolation of the area was more efficient in the natural regeneration process than other recovery techniques employed in the place. Despite the technique of soil's preparation with nanobacias have secured higher rates of soil's fertility, survival and growth of transplanted seedlings, it was the isolation of the area combined to the levels of accumulated rainfall during the period considered that has been ensured the recovery, which has been seen in the general area.

KEY-WORDS: Sustainable growth. Brazil – Semiarid. Phytosociology. Caatinga – Native Epecies.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Contextualização da situação problema	2
1.2 Justificativa.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo geral	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
2 REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1 Degradação do solo	5
2.1.1 Recuperação de áreas degradadas.....	6
2.2 O bioma Caatinga	7
2.3 Fitossociologia e áreas degradadas: conceitos e contribuições	8
2.4 Propriedades do solo no semiárido.....	12
2.5 Regime de chuvas no semiárido	14
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Caracterização da pesquisa.....	17
3.2 Natureza e fonte dos dados.....	18
3.3 Localização e delimitação da área de estudos	19
3.4 Procedimentos metodológicos	21
3.4.1 Levantamento e análise fitossociológica	22
3.4.2 Coleta e análise do solo	26
3.4.3 Análise de sobrevivência e crescimento das espécies transplantadas nas nanobacias e no plantio direto.....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 Caracterização ambiental da área de estudo	29
4.2 Levantamento florístico.....	31
4.3 Análise fitossociológica.....	37
4.4 Análise da sobrevivência e crescimento das plantas	49
4.5 Análise espaço-temporal da fertilidade do solo.....	55
4.6 Contribuição dos diversos fatores ambientais (clima, solo, vegetação, água) para a recuperação da área	61
5 CONCLUSÕES	67

6 REFERÊNCIAS	69
7 APÊNDICE	78
8 ANEXO	79

1 INTRODUÇÃO

As preocupações atuais com o meio ambiente têm suscitado um número cada vez maior de estudos e debates que alertam para um colapso ecológico global, caso não se tomem providências urgentes no sentido de garantir a sustentabilidade do planeta. Tais preocupações têm suas raízes no processo histórico de apropriação dos recursos naturais pelo homem – conduzido de forma predatória – tendo como consequência o esgotamento das fontes de recursos, a extinção de espécies animais e vegetais e o consequente desequilíbrio ecológico.

A degradação ambiental é um desafio que está posto para a ciência e para a sociedade no sentido de se adotar medidas de controle e combate dos agentes degradantes, bem como de se enriquecer o debate sobre a conscientização ambiental.

De acordo com o Decreto federal nº 97.632/89, a degradação ambiental é entendida como o conjunto de “processos resultantes de danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais”.

Dentre as principais causas da degradação ambiental, os ambientalistas destacam a ação antrópica: no desmatamento para a agricultura, pastagens, floretas comerciais, expansão urbana etc.; no superpastoreio, que causa compactação do solo e destrói sua cobertura; no manejo inadequado do solo em atividades agrícolas, como o pousio reduzido e as queimadas; na superexploração da vegetação para uso doméstico, como o corte de lenha para combustível; e nas atividades bioindustriais que causam poluição ambiental.

Já a recuperação ambiental, de acordo com a ABNT (1989), associa-se à ideia de que o local alterado seja trabalhado de modo a que as condições ambientais acabem-se situando próximas às condições anteriores à intervenção; ou seja, trata-se de devolver ao local o equilíbrio e a estabilidade dos processos ambientais ali atuantes anteriormente (BITAR & BRAGA, 1995).

Nesse contexto, o presente trabalho tem como finalidade a apresentação dos resultados de uma pesquisa de campo, de caráter comparativo e abordagem quantitativa, desenvolvida a partir do monitoramento de uma área degradada em estágio de recuperação, com fins de avaliar a evolução do processo regenerativo da referida área, bem como o efeito das técnicas de recuperação empregadas no local.

Este trabalho de dissertação analisou a regeneração natural de uma área degradada de caatinga na microrregião do Seridó Ocidental da Paraíba, tendo como principais métodos o levantamento fitossociológico e a análise de fertilidade do solo.

A área degradada objeto desta pesquisa está em fase de recuperação desde o ano de 2008, quando teve início a implantação do projeto original de recuperação, projeto este, que embasa o estudo aqui apresentado.

1.1 Contextualização da situação problema

Na microrregião do Seridó Ocidental da Paraíba, especificamente no Município de Santa Luzia, existe uma área degradada que está em processo de recuperação há aproximadamente oito anos. A referida área, que mede 1,88 ha, faz parte da Fazenda Barra, que se localiza ao lado esquerdo da BR 230, km 286 e está inserida no núcleo de desertificação do Seridó PB/RN. A área corresponde a uma faixa de caatinga visivelmente degradada com predominância de uma vegetação subarborescente em meio à presença de grandes clareiras e afloramento rochosos, em que a maior parte do solo permanece descoberto durante praticamente todo o ano.

Até o final dos anos oitenta do século passado, esta área foi utilizada para a exploração agrícola com o consórcio algodão, milho e feijão e, como pastoreio na exploração da pecuária bovina, para o aproveitamento dos restos culturais. A partir do ano de 2008, iniciaram-se estudos para a recuperação da referida área com a implantação de um projeto que teve como objetivo construir uma metodologia para a recomposição da cobertura vegetal, considerando a estrutura e composição florística do componente arbustivo-arbóreo nativo, bem como a época correta para o plantio de cada espécie.

Na área de estudos foi realizado um censo florestal em outubro de 2008 com o objetivo de mapear a composição, a estrutura fitossociológica e a distribuição diamétrica das espécies vegetais ali existentes.

Após a realização do censo, em abril de 2009, foi delimitado um ambiente dentro da referida área degradada para a implantação de um experimento com transplante de mudas de espécies nativas devidamente selecionadas. Este ambiente foi dividido em duas parcelas com aproximadamente 0,2 ha cada uma, realizando-se o plantio das mudas. Em uma das parcelas efetuou-se o coveamento para o plantio direto e na outra se fez o preparo do solo com a construção manual de nanobacias hidrográficas, em nível e com distância de 2,0 m uma da outra.

No ano de 2012 foram analisados os primeiros resultados deste projeto na tese de doutorado intitulada “Recuperação de Áreas Degradadas por Meio da Recomposição da Cobertura Vegetal e Oasificação por Nanobacias na Microrregião do Seridó Paraibano”, de

autoria de Beranger Arnaldo de Araújo. Esta tese foi defendida em 2013 no Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PPGRN) da UFCG. Desde o início deste estudo a área permanece cercada e preservada contra a ação antrópica e de animais ruminantes que possam influenciar no processo de recuperação. Dessa forma, apenas processos naturais vêm ocorrendo no interior da área nos últimos anos.

O propósito deste trabalho de dissertação foi retomar os estudos na referida área, de modo a verificar a evolução ocorrida no processo de recuperação desde o seu início até os dias atuais. Para isso, procedeu-se o recenseamento do inventário florestal a partir de um levantamento fitossociológico e, também, analisou-se as alterações ocorridas nos níveis de fertilidade do solo, fatores esses, que podem indicar se houve avanço no processo de recuperação natural durante os anos em que a área permaneceu isolada.

A partir de observações dos aspectos fitofisionômicos apresentados pela área degradada em questão, e considerando o curto tempo de implantação do projeto de recuperação original, trabalhamos com a hipótese de que o isolamento da área em recuperação tem maior efeito no processo de regeneração natural do que as técnicas de replantio de espécies nativas, uma vez que, num ambiente semiárido, a irregularidade do regime de chuvas submete a sobrevivência das espécies replantadas à deficiência hídrica do solo.

1.2 Justificativa

A recuperação de uma área degradada é um processo complexo e lento. Além dos fatores edafoclimáticos, o emprego de técnicas adequadas à realidade da área a ser recuperada é de fundamental importância para o processo de recuperação. As peculiaridades de cada ecossistema devem ser rigorosamente respeitadas para que se favoreça o retorno da área degradada a um estágio próximo das condições ecológicas em que estava esta, antes do fator impactante da degradação.

A necessidade de monitoramento de uma área em estágio de recuperação é de extrema importância para que se alcance resultados mais significativos e se aperfeiçoe os estudos das características ambientais da área, verificando a eficácia das técnicas de recuperação aplicadas no local ao longo do tempo.

De acordo com Bittar (1997), as medidas de recuperação executadas requerem vistorias e inspeções periódicas, visando manter as condições necessárias ao cumprimento dos objetivos preestabelecidos no plano de recuperação. O mesmo autor afirma que a eficácia das medidas adotadas deve ser acompanhada por meio de indicadores ambientais que, nesta

atividade, podem ser denominados como indicadores de desempenho, visando verificar se os parâmetros estão sendo ajustados e se a recuperação está sendo ou não bem sucedida.

Sabe-se que em quaisquer regiões em que as plantas cresçam, elas estarão sujeitas às condições de alguns tipos de estresse que, de alguma forma, poderão limitar seu desenvolvimento vegetativo assim como potencializar os riscos de mortalidade.

Mesmo protegida da ação antrópica e de animais ruminantes, a área degradada alvo deste estudo sofreu os efeitos do clima, o que influenciou diretamente no processo de recuperação natural através da sucessão. O regime de chuvas, instável como se apresentou nos estudos feitos na área, também tem sua influência no crescimento das plantas e na erosão do solo. As nanobacias, que se mostraram eficientes na retenção de solo, controle da erosão, retenção de água na raiz das plantas e aumento da fertilidade do solo, com o passar do tempo, foram assoreadas pela ação do vento e das águas da chuva. Ademais, o crescimento de herbáceas e gramíneas em consequência do aumento da fertilidade do solo, verificado no primeiro estudo, pode ter inibido o desenvolvimento pleno de algumas das mudas transplantadas nas nanobacias.

Nesse sentido, a necessidade de retomada dos estudos na área em questão implicou na verificação da eficácia de alguns procedimentos adotados, de modo a comprovar se está ocorrendo ou não alguma evolução no processo de recuperação durante os anos em que o terreno permanece cercado.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Analisar a evolução do processo regenerativo de uma área degradada de caatinga em estágio de recuperação (no período de 2008 a 2015) na Fazenda Barra, município de Santa Luzia-PB, na microrregião do Seridó Ocidental.

1.3.2 Objetivos específicos

- i) Caracterizar o ambiente da área de estudos;
- ii) Fazer o levantamento florístico e fitossociológico;
- iii) Analisar o percentual de sobrevivência e o crescimento das espécies transplantadas;
- iv) Avaliar a evolução espaço-temporal da fertilidade do solo;
- v) Descrever as contribuições dos diversos fatores ambientais (clima, solo, vegetação, água) para a recuperação da área degradada.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Degradação do solo

Solo é a parte superior da crosta terrestre ou mais precisamente, é a parte superior do regolito, sendo o regolito, o material não consolidado que ocorre sobre as rochas consolidadas (GUERRA & CHAVES, 2006).

Bitar e Braga, citando a ABNT (1989) afirmam que a degradação do solo é tida como uma “alteração adversa das características do solo em relação aos seus diversos usos possíveis, tanto os estabelecidos em planejamento quanto os potenciais”.

De acordo com a FAO (1980), o conceito de degradação de terras “se refere à deterioração ou perda total da capacidade dos solos para uso presente e futuro.” Tal degradação se dá por deterioração química e física, erosão pluvial e eólica ou pela ação antrópica. A deterioração química implica na perda de nutrientes e matéria orgânica, salinização da camada superior do solo, acidificação e poluição. A deterioração física, na compactação, elevação do lençol freático e na subsidência (rebaixamento da superfície da terra). A erosão pluvial e eólica se dá pelo escoamento superficial e o deslocamento de partículas do solo. A ação antrópica na degradação do solo implica na potencialização desses efeitos degradantes pela sua atuação na exploração das terras sem planejamento adequado.

A degradação se apresenta de diversas formas, sendo a mais conhecida a erosão do solo. Grande parte da erosão – aproximadamente 2/3 – decorre da água que lava a camada superficial do solo, enquanto 1/3 é causada pela erosão eólica (WRI *et al.*, 1992).

Um estudo realizado pelo projeto Avaliação Global da Degradação dos Solos (GLASOD – *Global Assessment of Soil Degradation*) detectou que, globalmente, 15% das terras estavam degradadas como resultado das atividades humanas. Neste estudo, a América do Sul apresenta 1% de terras devastadas, 11% leve ou moderadamente degradadas e 1% de terra forte ou extremamente degradada (ISRIC/UNEP, 1991).

Por volta de 1990, práticas agrícolas inadequadas contribuíram para a degradação de 562 milhões de hectares, aproximadamente 38% dos 1,5 bilhão de hectares de terras agricultáveis no mundo todo (OLDEAN, 1994).

No semiárido brasileiro a degradação do solo é ainda mais preocupante, uma vez que os solos dessa região são geralmente rasos e susceptíveis a erosão. Os efeitos da degradação do solo podem ser irreversíveis, de modo a provocar o desencadeamento do processo de desertificação das áreas afetadas, sobretudo nas regiões áridas e semiáridas, como ocorre no

nordeste brasileiro, onde as condições gerais de aridez, juntamente com a ação antrópica, favorecem os mecanismos de desertificação ou aridização.

Geralmente, quando o clima e as atividades humanas se combinam tornando um solo anteriormente sadio em área devastada, a degradação aparentemente é irreversível. Entretanto, muitas formas de degradação podem ser remediadas pela reconstrução cuidadosa da saúde do solo (SCHERR & YADAV, 1996).

No entanto, a preservação ainda é a melhor medida para garantir a saúde do solo, uma vez que o processo de formação do solo é lento, necessitando de duzentos a mil anos para formar 2,5 cm de solo, isso sob condições agrícolas normais (KENDALL & PIMENTEL, 1994).

2.1.1 Recuperação de áreas degradadas

A degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna são destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo é perdida, removida ou enterrada; e a qualidade e regime de vazão do sistema hídrico são alterados (IBAMA, 1990).

A recuperação de áreas degradadas pode ser conceituada como um conjunto de ações idealizadas e executadas por especialistas das diferentes áreas do conhecimento humano, que visam proporcionar o restabelecimento das condições de equilíbrio e sustentabilidade existentes anteriormente em um sistema natural (TAVARES *et al.*, 2008). Implica no “retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano pré-estabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente”.

As técnicas de recuperação de áreas degradadas variam de acordo com as peculiaridades da área que se deseja recuperar. Dentre as principais técnicas utilizadas destacam-se a revegetação através do plantio de mudas, chuva de sementes, transposição do banco de sementes do solo, adubação do solo e controle da erosão. Em ambos os casos o isolamento da área a ser recuperada é necessário para garantir a eficácia das técnicas.

Araújo (2013) aplicou a técnica de “oasificação” por nanobacias hidrográficas para recuperar uma área degradada no Seridó Ocidental da Paraíba. Esta técnica, proposta por Martínez de Azagra (2002), trata-se de adensar e fortalecer a cobertura vegetal, ou seja, reverter o processo de degradação hídrica, edáfica e botânica que se verifica em terrenos em declive, mediante uma preparação correta do solo, introduzindo espécies vegetais nativas. Para que isto aconteça deve-se recorrer a sistemas de captação de água, ou seja, aproveitar a própria inclinação do terreno para acumular água da chuva nos pontos de plantio das espécies

vegetais, mediante a construção, devidamente dimensionada, de pequenas estruturas hidráulicas *in situ* – as nanobacias.

Na “oasificação” se contempla a coleta do solo e nutrientes como fundamentais para o processo restaurador de uma área degradada e, ao mesmo tempo, se ganha o controle da erosão hídrica, tão frequente em regiões áridas e semiáridas.

Os resultados obtidos por Araújo (2013) com a aplicação dessa técnica foram satisfatórios e demonstraram que as áreas em que o solo foi preparado com nanobacias se sobressaíram em número de sobrevivência e crescimento das mudas transplantadas, quando comparadas às áreas de plantio em covas simples.

Todo processo de recuperação é lento e requer monitoramento. Todas as técnicas de recuperação são passíveis de falhas, de modo que o sucesso da recuperação depende da escolha correta e do acompanhamento sistemático do desempenho da técnica adotada.

2.2 O bioma Caatinga

Os domínios morfoclimáticos representam a interação e a integração do clima, relevo e vegetação que resultam na formação de uma paisagem passível de ser individualizada. No Brasil são reconhecidos seis domínios morfoclimáticos: Domínio Equatorial Amazônico, Domínio dos Cerrados, Domínio dos Mares de Morros, Domínio das Araucárias, Domínio das Pradarias e Domínio das Caatingas.

Em referência à Caatinga, embora ainda não seja reconhecida legalmente como Bioma, Cortez-Almeida *et al.* (2007) a consideram como tal, visto que é formada por regiões naturais conhecidas como Sertão, Seridó, Curimataú, Caatinga e Carrasco. As diferenças entre cada uma dessas regiões são dadas pelo volume e variabilidade das chuvas e também pela maior ou menor fertilidade dos solos, tipos de rocha e relevo do terreno.

No contexto da degradação florestal no Brasil, o bioma Caatinga tem sido o mais prejudicado, pois, segundo dados do Ministério do Meio Ambiente e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (MMA/IBAMA, 2011), atualmente, o bioma apresenta apenas 1% de área protegida por unidades de conservação de proteção integral e 6,4% de área protegida por unidades de conservação de uso sustentável. Mesmo sendo a única grande região natural brasileira cujos limites estão inteiramente restritos ao território nacional, pouca atenção tem sido dada à conservação da heterogênea paisagem da Caatinga (SILVA *et al.*, 2004).

Com uma área total de 826.411 km², o bioma, que se estende por todos os Estados do Nordeste e parte de Minas Gerais, teve uma área de 375.116 km² afetada pelo desmatamento até o ano de 2008, segundo o “Relatório de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite”, publicado pelo MMA em 2011. Entre os anos de 2008 e 2009 a área desmatada foi de 1.921 km².

Esse quadro de degradação, diante da alta diversidade florística e faunística da Caatinga, torna ainda mais complicada e urgente a recuperação de áreas afetadas pela degradação neste domínio.

Botanicamente, a caatinga se constitui de um complexo vegetacional muito rico em espécies lenhosas e herbáceas, sendo as primeiras caducifólias e as últimas anuais, em sua grande maioria. Numerosas famílias estão representadas destacando-se as leguminosas, euforbiáceas e as cactáceas. Observam-se três mecanismos de adaptação à seca: a) a resistência das espécies que permanecem enfolhadas no período seco; b) a tolerância das espécies caducifólias que perdem as folhas no início da estação seca e c) o escape das plantas anuais que completam o ciclo fenológico durante a época chuvosa (ARAÚJO FILHO; CARVALHO, 1995).

Apesar da adaptação das plantas da Caatinga à escassez hídrica, no ambiente semiárido, a recuperação de áreas degradadas é um processo bem complexo de se levar a cabo, pois as condições ambientais são adversas não só no tocante a questão hídrica, mas também a alta erosividade e pouca profundidade e fertilidade dos solos. Por isso a adequação das técnicas de recuperação deve ser pensada de modo a integrar todas as peculiaridades ambientais em torno da recuperação desejada.

2.3 Fitossociologia e áreas degradadas: conceitos e contribuições

A Fitossociologia é denominada como o estudo das comunidades vegetais do ponto de vista florístico, ecológico, corológico e histórico (BRAUN-BLANQUET, 1979). É uma área de conhecimentos com inúmeras interfaces na Engenharia Florestal, especialmente com as áreas de manejo, silvicultura e recuperação de áreas degradadas.

Segundo Rodrigues e Gandolfi (1998), a Fitossociologia é o ramo da Ecologia Vegetal que procura estudar, descrever e compreender a associação existente entre as espécies vegetais na comunidade, que por sua vez caracterizam as unidades fitogeográficas, como resultado das interações destas espécies entre si e com o seu meio.

No Brasil os primeiros estudos fitossociológicos foram desenvolvidos por Veloso, na década de 40 do século passado, abrangendo principalmente formações da Floresta Ombrófila Densa (SCHORN, 2014). Mas, somente na década de 80 é que a fitossociologia se firmou como uma área de pesquisa das mais relevantes em ecologia, com massa crítica de trabalhos que permitiram bons diagnósticos de parte da estrutura de diversos biomas brasileiros, principalmente o cerrado e as matas ciliares, estacional semidecidual e pluvial tropical (MANTOVANI *et al.*, 2005).

Na atualidade, a Fitossociologia é o ramo da Ecologia Vegetal mais amplamente utilizado para diagnóstico quali-quantitativo das formações vegetacionais. Vários pesquisadores defendem a aplicação de seus resultados no planejamento das ações de gestão ambiental como no manejo florestal e na recuperação de áreas degradadas (CHAVES *et al.*, 2013).

No bioma caatinga, o início de levantamentos fitossociológicos deu-se a partir de uma série de inventários florestais realizados por Tavares *et al.* (1969a; 1969b; 1970; 1974a; 1974b; 1975) para determinar o potencial madeireiro (CARVALHO, 1971; GIRÃO e PEREIRA, 1971; SUDENE, 1979). Pesquisas realizadas posteriormente tiveram como objetivos estabelecer padrões vegetacionais e florísticos ou correlacionar fatores ambientais com as características estruturais da vegetação (GOMES, 1979; ARAÚJO *et al.*, 1995) esses trabalhos contribuíram para elaborar o perfil dessa vegetação e sua estrutura fisionômica (PEREIRA JÚNIOR *et al.*, 2012).

Os levantamentos botânicos realizados na vegetação da caatinga concentram-se principalmente no componente lenhoso. Estima-se que pelo menos 1.102 espécies já foram registradas até o presente momento para a região, das quais 380 são endêmicas (GIULIETTE *et al.*, 2002).

Atualmente os índices de desmatamento da caatinga são bastante elevados e este é o principal fator de degradação do bioma desde o início de sua ocupação. Por conta do consumo de lenha nativa, explorada de forma ilegal e insustentável, para fins domésticos e indústrias, do sobrepastoreio e da conversão para pastagens e agricultura familiar, 46% da área do bioma já foram desmatados. Até o ano de 2008, a área atingida pelo desmatamento equivalia a 375.116 km². Apenas entre os anos de 2008 e 2009 esta área foi de 1.921 km² (MMA, 2011).

Analisando os efeitos das atividades produtivas que mais interferem na degradação da caatinga na microrregião do Seridó Ocidental da Paraíba, quais sejam: agropecuária e mineração, Cardins (2012), através de um inventário fitossociológico, avaliou os efeitos de

tais atividades sobre a cobertura vegetal e concluiu que as áreas próximas às atividades agropecuárias possuem menor riqueza e abundância do que as que se localizam nas proximidades de atividades de mineração. O autor atribui essas diferenças às distintas formas de uso do solo, enfocando que: nas atividades agropecuárias, há maior demanda na utilização vegetal, seja para a alimentação dos rebanhos, abertura de áreas para o cultivo ou suprimento da demanda energética.

No Nordeste, a lenha representa cerca de 30% de sua matriz energética, e o corte da madeira na Caatinga é uma das principais atividades econômicas, empregando cerca de 700 mil pessoas. Mas 94% das demandas desse mercado são atendidas por meio de uma exploração não sustentável, com sérios danos ao bioma e em descumprimento à legislação ambiental (MMA, 2015).

Diante disso, o fenômeno da desertificação avança sobre vastas áreas do Nordeste brasileiro. As áreas susceptíveis à desertificação abrangem 55,25% do território nordestino, cerca de 180 mil quilômetros quadrados (MMA, 2007).

Nesse quadro de degradação está inserida não só a microrregião do Seridó Ocidental da Paraíba, mas, 93,27% do total de municípios do Estado (ALVES *et al.*, 2009). Essa situação coloca a Paraíba em estado de emergência e torna iminente o desenvolvimento de pesquisas e projetos de recuperação de áreas degradadas no Estado.

Por essa razão os estudos fitossociológicos se mostram como uma alternativa para o planejamento de ações que vão, desde o reconhecimento da matriz vegetal, à identificação de espécies nativas ou exóticas que compõem o inventário florestal, possibilitando assim o manejo adequado dos recursos naturais para a recuperação de áreas afetadas pela degradação. Ademais, os estudos fitossociológicos oferecem parâmetros para a mensuração dos níveis de degradação, bem como para a compreensão da dinâmica estrutural e de distribuição das espécies de uma comunidade vegetal que se deseje recuperar.

Dentre as etapas de um projeto de recuperação de áreas degradadas é necessário que se estabeleça as técnicas a serem utilizadas de acordo as peculiaridades da área a ser recuperada. O zoneamento ambiental é pré-condição para identificar e delimitar situações ambientais com base em diferentes atributos, tais como: estados de degradação; tipos de solo; topografia; umidade do solo; vegetação remanescente; tipos de entorno da área degradada; matriz vegetal em que está inserida, etc. (MARTINS, 2013).

Para a realização do zoneamento ambiental, os levantamentos fitossociológicos são de fundamental importância, pois, de acordo com Araújo (2013), a vegetação responde de forma

consideravelmente rápida, positiva ou negativamente, às variações ambientais e à ação antrópica, condicionando o zoneamento a partir de características ambientais comuns. Assim sendo, a avaliação da vegetação permite inferir sobre o estado de conservação dos demais componentes do ambiente natural e apontar um caminho comum para avaliar um ambiente do ponto de vista fitossociológico.

De acordo com Carvalho (1982), o conhecimento da composição florística deve ser um dos primeiros aspectos a ser analisado em áreas florestais objeto de pesquisa, manejo silvicultural e qualquer outra atividade que envolva a utilização dos recursos vegetais. É importante compreender a composição florística de um bioma para se desenvolver estudos adicionais sobre a estrutura da dinâmica da floresta.

Araújo (2013) afirma que a recuperação de áreas degradadas no domínio das caatingas requer como parâmetro imprescindível um estudo completo da composição florística. A análise das características silviculturais, condições biológicas, composição florística e estrutura das florestas, proporcionam uma base firme para a tomada de decisões sobre os métodos e técnicas apropriados para serem usados em futuras ações de manejo (ARAÚJO, 2007).

Alguns parâmetros são pré-estabelecidos pela fitossociologia para a caracterização do inventário florestal dos diversos ecossistemas terrestres. Nesses ecossistemas, a vegetação está relacionada com alguns fatores do meio físico (climáticos, edáficos e bióticos), dando como resultado distintas classificações de tipo ecológico (CHAVES *et al.*, 2013).

Os parâmetros fitossociológicos mais comumente utilizados para descrever a estrutura das comunidades vegetais são os cálculos das Densidades, Frequências e Dominâncias absolutas e relativas, além do cálculo dos Valores de Importância e de Cobertura da vegetação.

Além desses parâmetros, para uma avaliação completa das condições ambientais de um remanescente florestal, são utilizados também outros parâmetros como Índice de Diversidade, Equitabilidade de Pielou, Área Basal e Abundância.

Através do emprego desses parâmetros os levantamentos fitossociológicos oferecem um diagnóstico que possibilita compreender a dinâmica estrutural e de distribuição das espécies vegetais para que se possa planejar a recuperação de áreas degradadas de acordo com os atributos peculiares da área.

2.4 Propriedades do solo no semiárido

O estudo das propriedades litológicas e pedológicas de uma determinada área é de fundamental importância para a compreensão de suas características ambientais. Os solos compõem o substrato físico sobre o qual as plantas crescem e do qual retiram os nutrientes necessários ao seu desenvolvimento vegetativo. Os diferentes biomas que compõem o ecossistema terrestre têm suas peculiaridades ligadas ao tipo de substrato sobre o qual se desenvolvem, bem como aos fatores geoclimáticos ocorrentes nesse substrato.

A composição litológica de um terreno exerce influência direta sobre o modelado do relevo, o sistema hidrológico e a formação dos solos, fazendo-se presente em afloramentos rochosos; no controle estrutural da drenagem; na presença de solos minerais, com frequente pedregosidade e rochiosidade; na tipologia de ocorrências minerais, assim como no aproveitamento de seus materiais derivados (CARDINS, 2012).

De acordo com Jatobá (2006), a litologia compreende essencialmente, “dentre outros aspectos, as forças tectônicas, a natureza das rochas, a disposição das camadas rochosas e os graus de resistência da litomassa aos processos de meteorização e de erosão”. É, portanto, a estrutura do modelado do relevo e a fonte de material para a formação dos solos em conformidade com as características climáticas, as quais determinam os efeitos dos tipos de intemperismo e sistemas de erosão atuantes, assim como os processos morfoclimáticos esculptadores das paisagens geomorfológicas continentais.

A caatinga do semiárido nordestino ocupa predominantemente as estruturas dobradas do cinturão orogênico do ciclo brasileiro, onde ocorrem rochas metamórficas como gnaisses, migmatitos, micaxistos, filitos e rochas ígneas como granitos. As formas de relevo predominantes são as superfícies aplanadas e baixas com altitudes que oscilam entre 50 m e 300 m e declividades que variam entre 5% e 20%, pontilhada por morros residuais preferencialmente sustentados por rochas de granito. Os solos são rasos e pedregosos e ocupam a maior extensão da área, ocorrendo manchas com solos pouco mais espessos, como os argissolos eutróficos (ROSS, 2006).

Conforme os mapeamentos de solos realizados no Nordeste do Brasil, incluindo o norte de Minas, os solos que se destacam em termos de expressão geográfica no contexto do bioma caatinga são os Latossolos, Argissolos, Planossolos, Luvisolos e Neossolos. Em baixas proporções têm-se os Nitossolos, Chernossolos, Cambissolos, Vertissolos, e Plintossolos (JACOMINE, 1996; BRASIL 1972 e 1973; OLIVEIRA *et al.*, 1992; ARAÚJO FILHO *et al.*, 2000).

Na Depressão Sertaneja, que corresponde a uma das paisagens mais expressivas e secas do bioma caatinga, destacam-se solos pouco profundos e rasos, incluindo Neossolos Litólicos, Planossolos, Luvisolos e Neossolos Regolíticos cuja distribuição geográfica é controlada principalmente pela natureza do substrato geológico. Nessa região ocorrem grandes extensões de solos rasos pedregosos e comumente associados com afloramentos rochosos; solos com deficiência de drenagem e sais; solos erodidos ou com alto risco de erosão; áreas com relevo movimentado e áreas em processo de desertificação (ARAÚJO FILHO *et al.*, 2000).

No âmbito da degradação do bioma caatinga, é de fundamental importância frisar que os baixos índices de fertilidade do solo, sua pouca profundidade e sua deficiência de matéria orgânica, associadas à alta erosividade e ao déficit hídrico causado pela irregularidade do regime de chuvas são fatores determinantes na definição dos variados tipos de caatinga e seus respectivos graus de degradação.

A capacidade do solo em manter os elementos essenciais disponíveis às plantas, governada pela Capacidade de Troca de Cátions (CTC), é tida pela quantidade total de cátions retidos nos coloides minerais e orgânicos do solo (CHAVES *et al.*, 2004). Assim também, as formas trocáveis de Ca, Mg e K, bem como os teores de nitrogênio total e de fósforo disponível, indicam se as reservas do solo atenderão às necessidades nutricionais das plantas.

A qualidade de um solo é ligada diretamente ao ciclo do seu carbono, ajudando a observar as funções que a matéria orgânica tem para a dinâmica ecológica dos agroecossistemas. Em solos degradados do Semiárido Brasileiro o aporte de matéria orgânica normalmente é pequeno e a concentração tende a ser baixa. A importância da matéria orgânica no solo é indiscutível devido à sua influência nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo (ARAÚJO, 2013).

Na recuperação de áreas degradadas a compreensão da dinâmica de liberação dos nutrientes para as plantas é de grande importância; portanto o conhecimento dos atributos químicos dos solos é essencial. Tais atributos são aferidos e mensurados mediante métodos e técnicas laboratoriais que avaliam desde os teores de Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Sódio (Na) e Potássio (K), até os níveis de acidez, capacidade de troca de cátions, pH, entre outros.

2.5 Regime de chuvas no semiárido

O regime pluviométrico é fator preponderante na delimitação e definição da região semiárida brasileira. Com base em fatores, sobretudo climáticos, é que o Ministério da Integração Nacional redefiniu em 2005 a abrangência territorial do semiárido, ampliando os 841.260,9 km² estabelecidos entre 1936 e 1951, para 969.589,4 km² (ARAÚJO, 2011).

Esta última delimitação obedece a três critérios técnicos, quais sejam: precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm; índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico, que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; risco de seca maior que 60% tomando-se por base o período entre 1970 e 1990 (FRANCISCO, 2013).

Do ponto de vista climático, a definição de semiárido vem da classificação do clima de Thornthwaite que o definiu em função do índice de aridez (IA), que é reconhecido como a razão entre a precipitação e a evapotranspiração potencial (SOUSA FILHO, 2011). O clima predominante na região é do tipo Bsw'h', conforme classificação de Köppen, ou seja, tropical seco com evaporação excedendo a precipitação, com ocorrência de pequenos períodos de chuvas sazonais (NOY-MEIR, 1973).

As principais massas de ar atuantes no nordeste são a Equatorial Continental (mEC), a Equatorial Atlântica (mEA), a Tropical Atlântica (mTA) e a Polar Atlântica (mPA). Porém, de acordo com Araújo (2011), o que predomina durante a maior parte do ano na região é uma massa de ar seco e quente que lhe suga a água dos solos, rios, da vegetação e aonde haja água para ser evaporada – a massa TK (Tépida Kalaariana).

Na Região do Semiárido Brasileiro o predomínio da Massa Tépida Kalaariana (quente e seca) só é quebrado com os fluxos da CIT (Convergência Intertropical), da mEC (massa Equatorial Continental) e da mTA (massa Tropical Atlântica) - quando esta última ultrapassa a barreira orográfica do Planalto da Borborema e adentra nos vales dos rios conseguindo chegar ao Sertão. Isso se dá em períodos que coincidem com o verão, dezembro a março com a expansão da mEC, e com o avanço da CIT, também no verão, e pode se prolongar até o outono (ANDRADE e LINS, 1970). A massa Polar (mPA), em conjunto com a mTA, pode encontrar o semiárido no outono-inverno, com contribuições em geral modestas e seus fluxos vão dar como resultado precipitações pluviométricas principalmente nas serras, a barlavento dos ventos do sul e sudeste, conferindo-lhes um clima úmido nos chamados brejos (ARAÚJO, 2011).

Acrescido a essa massa TK, um fenômeno estrangeiro de origem asiática e do Oceano Pacífico castiga ainda mais a região com secas periódicas que duram de 4 a 6 anos - o

denominado El Niño. Ao contrário, La Niña reduz um pouco a secura da região, ocorrendo nos intervalos daquele fenômeno, quando as chuvas são mais abundantes na região e propicia melhores colheitas e produção agropecuária satisfatória (ARAÚJO, 1996).

A imprevisibilidade das estações chuvosas, de maneira que a época em que são elevados os índices pluviométricos varia ano a ano, torna difícil a tomada de decisões sobre o uso dos recursos da caatinga (NOY-MEIR, 1973).

A precipitação média anual no semiárido pode variar espacialmente de 400 a 2.000 mm.ano⁻¹ e apresenta precipitação pluviométrica com média anual inferior a 800 mm.ano⁻¹. As precipitações são de verão (dezembro-fevereiro) e de outono (março-maio), sendo as de verão mais elevadas na porção sul e as de outono maiores na porção norte.

Este regime de chuvas se dá sob pronunciada sazonalidade, com a precipitação ocorrendo praticamente sobre um período do ano. Essa pluviosidade relativamente baixa e irregular é concentrada em uma única estação de três a cinco meses caracterizada, ainda, pela insuficiência e pela irregularidade temporal e espacial (SOUZA FILHO, 2011; BEZERRA, 2002).

O déficit hídrico está diretamente associado às altas temperaturas ocorrentes na região semiárida, onde a evapotranspiração potencia é maior que as precipitações. De acordo com Araújo (2011), as temperaturas médias anuais são sempre superiores aos 24°C, ultrapassando 26°C na depressão sanfranciscana e no vale do rio Piranhas, com altitudes abaixo dos 200 e 300 metros. O mesmo autor afirma que a pouca variação de médias mensais e anuais confere ao semiárido amplitudes térmicas de 3 a 5° C, menores que nas demais regiões intertropicais. Essa região possui forte insolação e o Sol atinge o zênite duas vezes ao ano, fatores que já justificariam a baixa amplitude térmica.

Por influência do clima, as condições ambientais apresentadas pela região semiárida são bastante peculiares. A heterogeneidade de ambientes e formas de vida expressa a complexidade que envolve o fator solo-planta-atmosfera neste bioma, quando se trata de estudos ambientais.

As variações ocorrentes nos tipos de vegetação e de solos dependem de fatores geoclimáticos atrelados às características geológico-geomorfológicas apresentadas pelos diversos ambientes, podendo existir, dentro da mesma delimitação da região semiárida, áreas mais úmidas e com vegetação arbórea densa, como nos brejos de altitude, e áreas mais secas com vegetação arbustiva xerófila, como os cariris. O fator geoclimático é preponderante na fitofisionomia apresentada pelas paisagens naturais do semiárido.

As variações das características naturais e atmosféricas permitem a ocorrência de outros tipos de clima na região semiárida, como o Aw' – tropical chuvoso, geralmente quente subúmido, com chuvas de verão prolongadas para o outono; o Cs' – mesotérmico com chuvas de outono-inverno, mais comum nas serras agrestadas. O primeiro ocupa a parte norte e nordeste da região representada pelos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba; o segundo, ocupa as áreas de relevo mais alto, os chamados brejos das serras e planaltos, como as regiões de Triunfo-PE, Teixeira-PB e o Araripe (CE, PE e PI), o que é uma riqueza considerável. De acordo com isso, pode-se inferir sobre as condições hídricas seja do ar, dos solos, das águas subterrâneas e dos cursos d'água (ARAÚJO, 2011).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da pesquisa

O estudo caracterize-se como pesquisa de campo pelo fato de ter como procedimentos técnicos a coleta e análise de dados oriundos de um espaço físico, identificado como área degradada, o qual é o objeto/fonte da pesquisa.

De acordo com Severino (2007), na pesquisa de campo, o objeto/fonte é abordado em seu meio ambiente próprio. A coleta dos dados é feita nas condições naturais em que os fenômenos ocorrem, sendo assim diretamente observados, sem intervenção ou manuseio por parte do pesquisador. Abrange desde os levantamentos (*surveys*), que são mais descritivos, até estudos mais analíticos.

Quanto aos objetivos, a pesquisa trata-se de um estudo comparativo, pois, os dados coletados em campo foram comparados com os dados anteriormente verificados na mesma área de estudos, isto, para que se pudesse avaliar a evolução do fenômeno estudado (recuperação da área) dentro de uma margem de tempo pré-definida.

De acordo com Medeiros (2010), o procedimento comparativo, num estudo, visa explicar semelhanças e dessemelhanças por meio de observações de duas épocas, ou dois fatos. Fachin (2001) enfoca que o método de procedimento comparativo consiste em investigar coisas ou fatos e explicá-los segundo suas semelhanças e suas diferenças. Permite a análise de dados concretos e a dedução de semelhanças e divergências de elementos constantes, abstratos e gerais, propiciando investigações de caráter indireto.

A natureza da pesquisa enquadra-se na abordagem quantitativa, uma vez que, os dados coletados, foram analisados a partir de quantificações, fórmulas matemáticas e tratamento estatístico. Popper (1972) enfoca que, em estudos de campo quantitativos, a coleta de dados enfatizará números (ou informações conversíveis em números) que permitam verificar a ocorrência ou não das consequências, e daí então a aceitação (ainda que provisória) ou não das hipóteses. Os dados são analisados com apoio da Estatística (inclusive multivariada) ou outras técnicas matemáticas.

Quanto ao método científico, o trabalho foi embasado no método Dedutivo. O raciocínio dedutivo tem como objetivo explicar o conteúdo das premissas, partindo do geral para o particular. Usa o silogismo, construção lógica para, a partir de duas premissas, retirar uma terceira logicamente decorrente das duas primeiras, denominada de conclusão (GIL, 1999; LAKATOS; MARCONI, 1993).

Seguindo o raciocínio desse método, este trabalho de pesquisa teve sua conclusão decorrente da comparação de duas premissas, quais sejam: os dados dos estudos já feitos na área em anos anteriores e os dados que foram coletados para nova análise.

3.2 Natureza e fonte dos dados

Os dados que embasaram a pesquisa, como já dito, foram, sobretudo, de natureza quantitativa. Os dados físicos levantados em campo corresponderam às medições e contagens que se fizeram dos indivíduos componentes da vegetação remanescente na área, o que propiciou o levantamento do inventário florestal.

O aferimento *in situ* da altura, Circunferência na Altura do Peito (CAP) e número de indivíduos e de espécies contidas na área possibilitou os cálculos dos parâmetros fitossociológicos de Densidade e Dominância absolutas e relativas, bem como dos Valores de Cobertura e Áreas Basais das espécies.

Os dados para a análise de fertilidade do solo foram obtidos a partir da análise laboratorial de amostras de solo coletadas na área de estudos.

Para a análise do percentual de sobrevivência e do crescimento das mudas transplantadas os dados constaram do aferimento *in situ* das medidas de altura e diâmetro caulinar das espécies sobreviventes.

Toda a coleta de dados e amostras em campo foi feita entre os meses de abril e novembro de 2015, com participação alternada de 10 pessoas distribuídas em equipes de três componentes, em que um media, um marcava a planta recenseada com fitilhos vermelhos e o terceiro anotava as medidas em fichas de campo previamente elaboradas (Apêndice A).

Os dados estatísticos, demográficos e meteorológicos que foram necessários para o embasamento das discussões foram coletados junto aos portais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAPB).

Os dados bibliográficos, bem como os procedimentos teórico-metodológicos, tiveram por base a tese de Araújo (2013), dados esses, que foram atualizados para a verificação da evolução do processo de recuperação ocorrida na área.

3.3 Localização e delimitação da área de estudos

A área degradada objeto deste estudo localiza-se na Fazenda Barra, de propriedade dos herdeiros do senhor José Pergentino de Araújo e de Maria Edith Dantas, situada no município de Santa Luzia, na microrregião homogênea do Seridó Ocidental da Paraíba, mesorregião da Borborema (Figura 1).

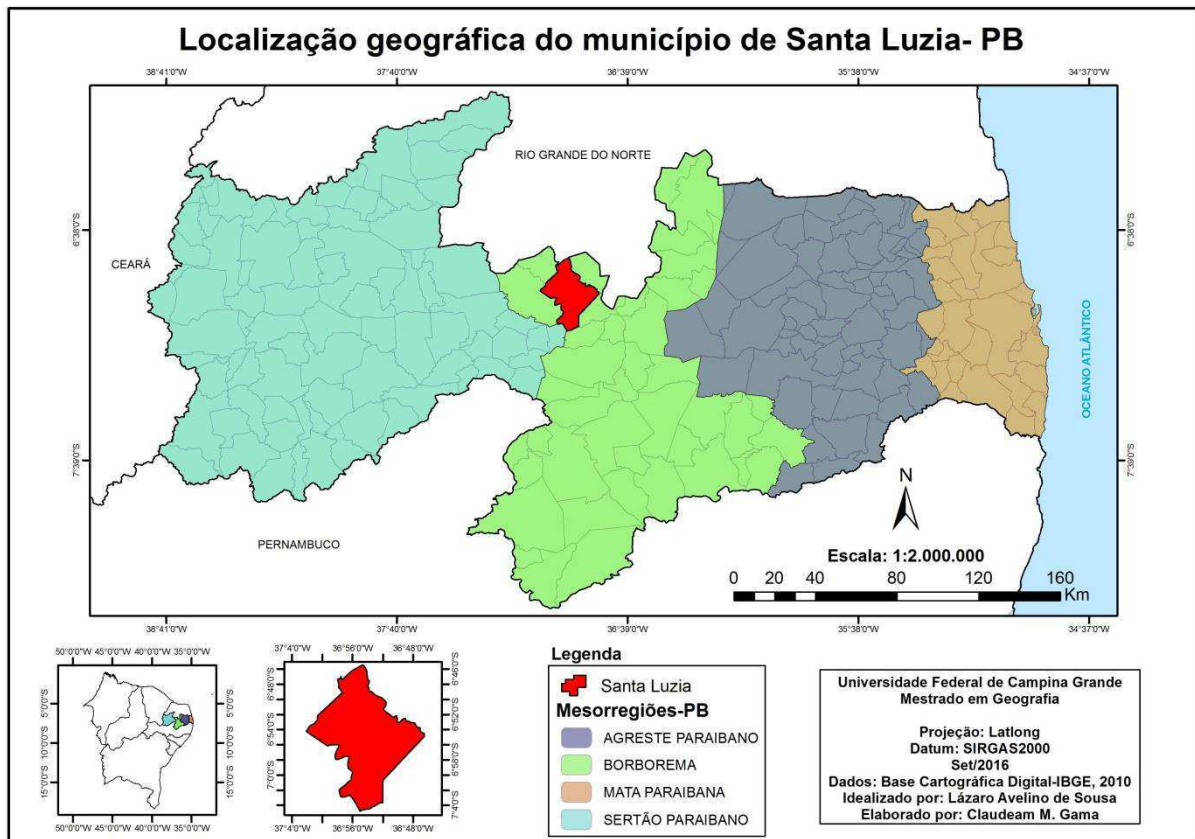


Figura 1: Mapa de localização do município de Santa Luzia, PB. Fonte: Base Cartográfica Digital-IBGE, 2010

O município de Santa Luzia é o segundo maior município da microrregião do Seridó Ocidental, com área total de 455,717 km², ocupa 26,2% do território da microrregião. Com uma população de 14.719 habitantes, é o município mais populoso da microrregião, apresentando densidade demográfica de 23,3 hab/km² (IBGE, 2010).

A área de estudo apresenta vegetação rala e solos desnudos em grande parte de sua totalidade, sendo a região central mais degradada do que os ambientes próximos às cercas que a delimitam. A vegetação arbustiva é espaçada de modo que os solos ficam susceptíveis à erosão pluvial, bem como ao intemperismo de seus componentes rochosos.

A circunvizinhança apresenta configuração semelhante no tocante aos aspectos florísticos, porém, as formas de uso da terra são distintas, havendo áreas de cultivo irrigado bem próximas.

A área de estudo tem 1,88 ha (um hectare e oitenta e oito centiares) e sua poligonal com 610,0 metros de perímetro, contém 06 vértices com o seguinte memorial descritivo de acordo com as coordenadas geográficas pelo Sistema Universal Transverso de Mercator (UTM), zona 24: Inicia-se no vértice 01, com as coordenadas UTM (731.852,97; 9.237.195,62). Deste ponto, com o azimute 129,475°, segue-se a uma distância de 195,70 metros até o vértice 02 com as coordenadas UTM (732.004,03; 9.237.071,20). Deste ponto, com o azimute 157,194°, segue-se a uma distância de 114,62 metros até o vértice 03 com as coordenadas UTM (731.959,60; 9.236.965,55). Deste ponto, com o azimute 139,068°, segue-se a uma distância de 215,97 metros até o vértice 04 com as coordenadas UTM (731.818,11; 9.237.128,71). Deste ponto, com o azimute de 328,762°, segue-se a uma distância de 14,23 metros até o vértice 05 com as coordenadas UTM (731.810,72; 9.237.140,88). Deste ponto, com o azimute de 355,679°, segue-se a uma distância de 4,33 metros até o vértice 06 com as coordenadas UTM (731.810,40; 9.237.145,19). Deste ponto, com o azimute de 40,172°, segue-se a uma distância de 65,99 metros até o vértice 01 com as coordenadas UTM (731.852,97; 9.237.195,62) fechando, assim, a poligonal (Figura 2).

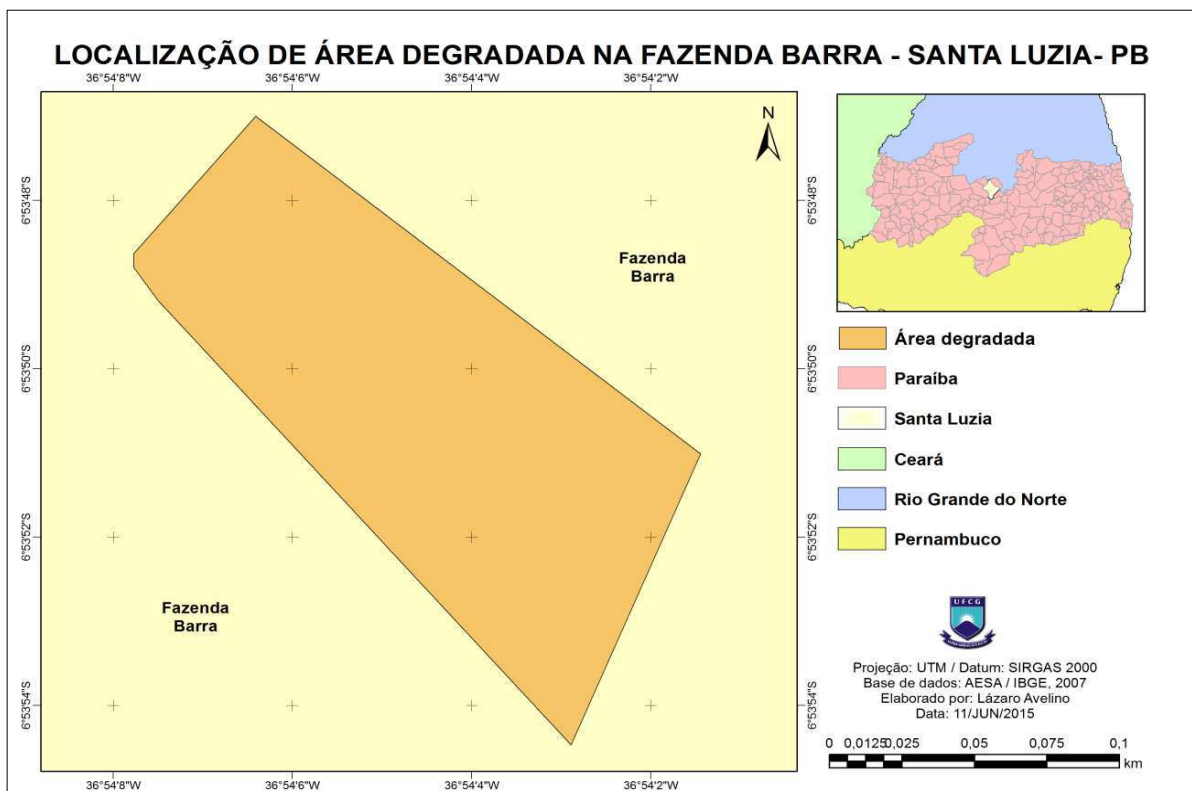


Figura 2: Delimitação da área de estudo. Fonte: Elaborado a partir dos dados de Araújo, 2013 e do banco de dados da AESA/IBGE, 2007

Dentro da referida área, na parte oeste, existe as áreas de plantio de mudas de espécies nativas realizado por Araújo (2013) em abril de 2009. Cada uma dessas áreas mede 0,1 ha,

sendo que em uma delas foi realizado o plantio direto das espécies no solo, e na outra o solo foi preparado com a construção manual de nanobacias hidrográficas para evitar a erosão pluvial e garantir água nas raízes das plantas no período chuvoso (Figura 3).



Figura 3: Desenho representando as mudas plantadas nas nanobacias hidrográficas. Fonte: Araújo, 2013

As nanobacias hidrográficas foram dispostas em linhas niveladas, com tamanhos variando em função da topografia do terreno; elas foram distribuídas atendendo a um espaçamento linear de 2,0 metros ao longo da linha em nível. As áreas de captação ficaram entre 1,50 m² e 2,50 m², delimitadas por barramentos construídos com a própria terra do local.

As paredes ou baldes, que lembram minúsculos barreiros em forma de semicírculos, ficaram com alturas suficientes para armazenar a água da precipitação pluviométrica ocorrida nas respectivas áreas de captação.

Uma linha divisória foi posta entre as áreas de plantio direto e as nanobacias que, pela ação do tempo, encontram-se assoreadas e tomadas por gramíneas e herbáceas que ressurgem nos períodos chuvosos.

3.4 Procedimentos metodológicos

Para levar a cabo o processo investigativo da área de estudos foram seguidos os passos metodológicos de Araújo (2013), de modo a repetir alguns dos procedimentos utilizados pelo autor, com vistas na atualização dos números da pesquisa e na posterior comparação com os números do primeiro estudo.

Os principais procedimentos que foram adotados para a realização da pesquisa foram o levantamento fitossociológico e a análise de fertilidade do solo e do crescimento das mudas transplantadas na área experimental.

3.4.1 Levantamento e análise fitossociológica

Para o levantamento fitossociológico a área foi dividida em dois ambientes conforme foi feito por Araújo (2013). O ambiente periférico corresponde a uma faixa de terreno com largura de 6,0 m, medidos a partir da cerca nos flancos norte, sul e oeste, totalizando uma área de 2.911 m². No flanco leste não foi demarcada faixa para o ambiente periférico porque a cerca deste flanco é mais nova do que as demais, tendo sido construída um ano antes do primeiro censo realizado na área em outubro de 2008, apenas com o intuito de isolar a área.

O ambiente central, que mede 15.969 m², corresponde a uma área de catinga visivelmente mais degradada, medida a partir dos limites internos do ambiente periférico em direção a parte central do terreno. A soma das medidas dos dois ambientes totaliza 18.880 m² ou 1,88 ha (um hectare e oitenta e oito centiares).

O censo florestal feito por Araújo (2013) no ano de 2008 atingiu cem por cento da área degradada, contemplando inteiramente os dois ambientes da pesquisa. No nosso caso, o levantamento fitossociológico só atingiu os cem por cento do ambiente periférico. No ambiente central o levantamento foi feito por estimativa. Demarcaram-se duas faixas de 20 m de largura a partir dos limites internos do ambiente periférico em direção ao centro do terreno nos flancos norte e sul, e uma faixa de 10 m de largura no centro do ambiente central no sentido leste oeste, conforme a Figura 4. A partir do recenseamento dessas faixas de vegetação, que representam 65,47% da área total do ambiente central, fez-se a estimativa para cem por cento da área considerada.

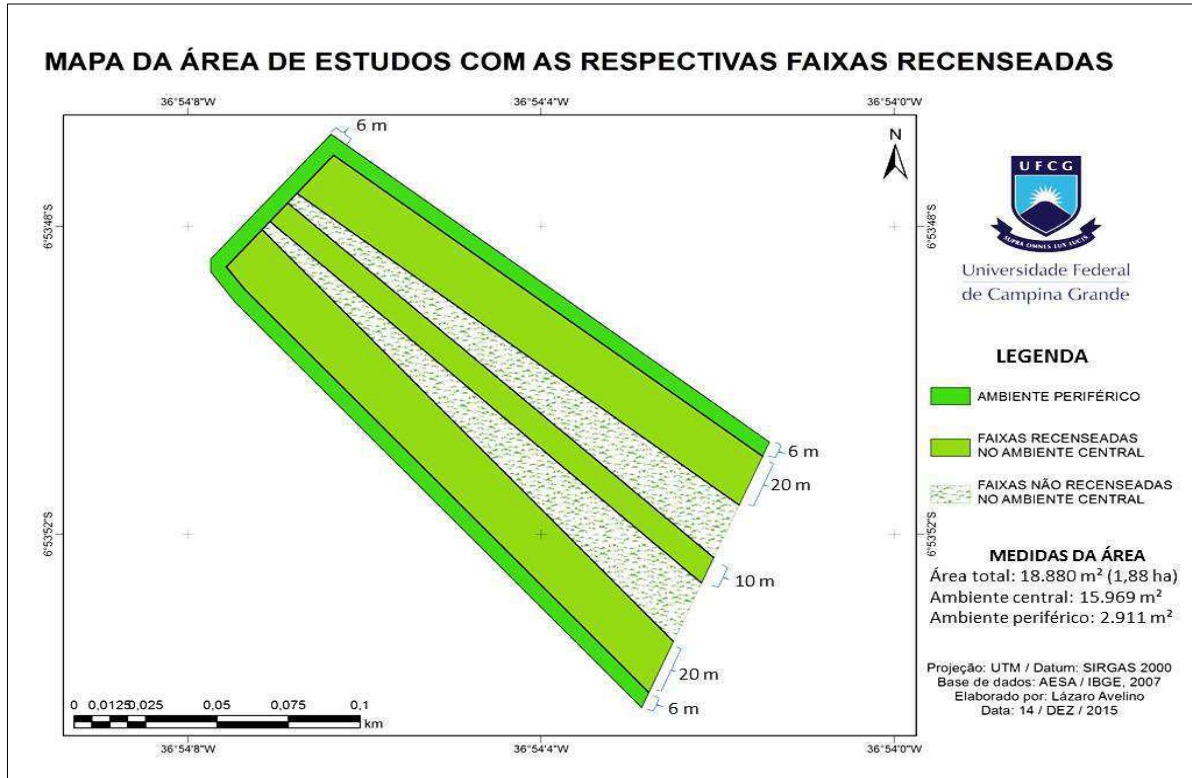


Figura 4: Mapa da área de estudos com as respectivas faixas recenseadas. Fonte: Elaborado a partir de medições na área de estudos

No recenseamento das plantas foram devidamente identificados os indivíduos arbustivos, herbáceos e arbóreos inseridos nos dois ambientes considerados. De todos esses indivíduos foram registrados os nomes populares, bem como a Circunferência na Altura do Peito (*CAP*) e altura total daqueles indivíduos que apresentaram altura igual ou superior a dois metros, não sendo aferida a *CAP* dos indivíduos inferiores a dois metros de altura, isto, para manter a fidelidade com o método utilizado por Araújo (2013), que assim procedeu. A altura dos indivíduos recenseados foi medida em três extratos: inferior a 2,0 metros, entre 2,0 e 3,0 metros e superior a 3,0 metros.

Para a medida das alturas utilizou-se uma haste metálica com 3,0 metros de comprimento demarcada com uma fita na altura dos dois metros para medir as espécies menores que 2,0m e entre 2,0 e 3,0m. Para a medida da *CAP* utilizou-se fitas métricas e paquímetros. Para as medidas coletadas com a fita métrica, as circunferências foram convertidas em diâmetros, conforme pede a fórmula da equação (5) a seguir, para o cálculo da área basal. Para extrair o diâmetro das circunferências, fez-se a divisão do comprimento destas por $2 \times \pi$, encontrando-se o raio, e multiplicando esse valor por 2. As medições feitas com o paquímetro não necessitaram de conversão, uma vez que este equipamento já fornece a medida do diâmetro.

Para descrever a estrutura das comunidades arbóreas foram recalculados os parâmetros fitossociológicos de Densidades e Dominâncias Absolutas e Relativas, além do Valor de Cobertura e das Áreas Basais das espécies (MÜLLER-DOMBOIS; ELLEMBERG, 1974). Das plantas inferiores a dois metros de altura calculou-se apenas a Densidade Absoluta e Relativa, visto que, destas, não foram medidas as circunferências. Nesse cálculo também entraram os subarbustos, as espécies em colônias como a *Tacinga inamoema*, as plântulas e herbáceas, por sua influência na recuperação do solo pela produção de fitomassa.

A Densidade quantifica a participação dos indivíduos de cada espécie dentro de uma composição vegetal; a Densidade Absoluta é o somatório dos indivíduos de determinada espécie por unidade de área e a Densidade Relativa expressa a porcentagem do número total de indivíduos de uma espécie correspondente ao total de indivíduos de todas as espécies.

Felfili; Venturoli (2000) e Felfili; Rezende (2003) descreveram a densidade absoluta (*DA*) como o número de indivíduos de determinada área expressa, geralmente, em hectares, e a densidade relativa (*DR*) como a relação entre o número de indivíduos de uma espécie e o número de indivíduos de todas as espécies, expresso em porcentagem.

Segundo Lamprecht (1964) a Densidade Absoluta e a Densidade Relativa são expressas pela seguinte fórmula:

$$DA = \frac{N}{a} \quad (1)$$

em que:

DA = densidade absoluta;

N = número total de Indivíduos;

a = área amostrada.

$$DR = \frac{n}{N} \times 100 \quad (2)$$

sendo:

DR = densidade relativa;

n = número de indivíduos de cada espécie;

N = número total de Indivíduos.

Segundo Lamprecht (1964) e Finol (1971) a Dominância Absoluta (DoA) define a expressão da área transversal de cada indivíduo por espécie e a Dominância Relativa (DoR), corresponde à participação de cada espécie na área basal total, podendo ser dada através da seguinte fórmula:

$$DoA = \frac{ABi}{a} \quad (3)$$

em que:

DoA = dominância absoluta;

ABi = área basal da família ou da espécie;

a = área total amostrada.

$$DoR = \frac{ABi}{\sum AB} \times 100 \quad (4)$$

em que:

DoR = dominância relativa;

ABi = área basal da família ou da espécie;

$\sum AB$ = somatório das áreas basais de todas as famílias ou espécies.

A área basal é uma área seccional transversal de árvores, comumente medida a 1,30 metros do solo, chamada de Diâmetro na Altura do Peito (DAP) referindo-se, assim, a um valor de cobertura, por plantas de determinada área de superfície do solo. É um bom indicador da densidade da vegetação de uma área. Sendo bastante utilizada quando se pretende demonstrar a dominância ecológica dos vegetais em florestas (CAIN; CASTRO, 1971).

A área basal pode ser obtida pela fórmula:

$$AB = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad (5)$$

sendo:

AB = área basal;

D = diâmetro de cada indivíduo;

$\pi = 3,1416$.

O parâmetro valor de cobertura (VC) corresponde ao somatório dos parâmetros relativos de densidade e dominância das espécies amostradas, informando a importância ecológica da espécie, em termos de distribuição horizontal baseando-se, contudo, apenas na densidade e na dominância. Dessa forma, Hosokawa (1984) sugere que as espécies sejam caracterizadas pelo VC , uma vez que a frequência relativa exerce influência somente quando algumas espécies aparecem em grupo, o qual pode ser obtido através da seguinte fórmula:

$$VC = DR + DoR \quad (6)$$

em que:

VC = valor de cobertura;

DR = densidade relativa;

DoR = dominância relativa.

Para o cálculo de todos esses parâmetros, essas fórmulas supracitadas foram transpostas para planilhas do Microsoft Office Excel 2010 e os resultados apresentados em tabelas e gráficos.

3.4.2 Coleta e análise do solo

Os estudos de análise de fertilidade do solo foram feitos mediante a coleta de amostras nos diferentes ambientes da área pesquisada, ou seja, foram coletadas 21 amostras de solo, sendo 7 no ambiente das nanobacias, 7 no ambiente de plantio direto e 7 no restante da área degradada, considerando tanto o ambiente periférico, quanto o ambiente central.

Diferentemente de Araújo (2013), que coletou amostras em quatro horizontes do solo através da escavação de uma trincheira, as amostras para este estudo foram coletadas aleatoriamente, contemplando apenas a camada superficial do solo, com profundidade de 5,0 cm.

Para a coleta das amostras utilizou-se uma pá de jardinagem para a escavação, uma trena para medir a profundidade e sacos plásticos para comportar as amostras e conduzi-las ao laboratório de solos da UFCG, onde se procederam as análises de acordo com os padrões da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SANTOS *et al.*, 2005).

Os parâmetros analisados foram: Cálcio ($\text{Cmol}_c.\text{dm}^{-3}$); Magnésio ($\text{Cmol}_c.\text{dm}^{-3}$); Sódio ($\text{Cmol}_c.\text{dm}^{-3}$); Potássio ($\text{Cmol}_c.\text{dm}^{-3}$); Hidrogênio ($\text{Cmol}_c.\text{dm}^{-3}$); Alumínio ($\text{Cmol}_c.\text{dm}^{-3}$);

Carbono Orgânico (g/kg.); Matéria Orgânica (g/kg.); Nitrogênio (g/kg.); Fósforo Assimilável (mg.dm^{-3}) e pH (mg.dm^{-3}).

Os índices apresentados para cada parâmetro foram comparados aos encontrados por Araújo (2013) para que se verificasse se houve aumento ou redução da fertilidade do solo na área.

3.4.3 Análise de sobrevivência e crescimento das espécies transplantadas nas nanobacias e no plantio direto

Quanto ao recenseamento das plantas sobreviventes nas áreas de replantio, este foi feito através da contagem dos indivíduos, tanto na área de plantio direto, como nas nanobacias.

Esses indivíduos foram identificados com nomes populares e científicos e foram medidos em altura e diâmetro do caule principal e fotografados (Figuras 5 e 6) para que se pudesse acompanhar o seu desenvolvimento estrutural ao longo do tempo.



Figura 5: medição da altura de um *C. leprosum*



Figura 6: medição do diâmetro de uma *T. aurea*

Destes indivíduos calculou-se o percentual de sobrevivência em relação ao número total de mudas que foram transplantadas em abril de 2009, no início do projeto de recuperação da área.

O percentual de sobrevivência das plantas de cada espécie foi determinado pela equação:

$$PPS = (PS/MP) \times 100 \quad (9)$$

sendo:

PPS = percentual de sobrevivência de plantas de cada espécie;

PS = plantas sobreviventes de cada espécie;

MP = mudas transplantadas de cada espécie

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização ambiental da área de estudo

Em atendimento ao objetivo específico (i) – qual seja, caracterizar o ambiente da área de estudos – tem-se que as condições gerais de semiaridez são o fator principal na configuração da paisagem, propiciando uma fitofisionomia composta por vegetação de caatinga, adaptada a escassez hídrica e a irregularidade do regime de chuvas.

Conforme Souza (1983) e Mello Neto *et al.* (1992) a região Nordeste está entre as regiões brasileiras que possuem maior variabilidade de aspectos físicos, vegetacionais e florísticos, constituindo, assim, um mosaico vegetacional composto de caducifólias, xerófilas e espinhosas variando com os solos e a disponibilidade de água.

A microrregião do Seridó Ocidental Paraibano é uma das quatro microrregiões homogêneas que formam a mesorregião da Borborema. Possui uma área de 1.738,5 km², distribuída entre os municípios de Junco do Seridó, Salgadinho, Santa Luzia, São José do Sabugi, São Mamede e Várzea, com população total estimada em 39.132 habitantes e densidade demográfica de 22,51 hab/km² (IBGE, 2010).

Originalmente o Seridó Paraibano era caracterizado por uma vegetação esparsa e não muita alta, adaptada às condições edáficas e climáticas e diferenciadas de outras regiões que hoje chamamos de Microrregiões Homogêneas. O desflorestamento para exploração dos seus recursos naturais, levado a efeito pelo homem durante a ocupação daquela região, quebraram o equilíbrio das características originais, tornando degradada e em processo de degradação grande parte das terras que hoje já não se prestam para atividades agropastoris sustentáveis e economicamente viáveis (ARAÚJO, 2013).

O clima no município de Santa Luzia é Bsh-Tropical, quente seco, semiárido com chuvas de verão (RODRIGUES, 2002). A precipitação média é em torno de 540 mm com maior concentração nos meses de janeiro a maio. A temperatura média é em torno de 27,6° com média máxima de 33,3°C e mínima de 22,3°C. O município está inserido no polígono das secas, na sub-bacia hidrográfica do Rio Seridó, tributário do Rio Piranhas.

A vegetação predominante no município é do tipo Caatinga-Seridó, vegetação subxerófila, decídua, cujos componentes predominantes são pequenas árvores ou arbustos, geralmente espinhosos, formando grupamentos ora densos, ora com árvores esparsas.

Os solos com maior destaque são as associações de: Luvisolos Crômicos (antigos Bruno não Cálculo Vérticos) fase pedregosa caatinga hiperxerófila, relevo suave ondulado e os Neossolos Litóloco (antigos Solos Litólicos Eutróficos) com A fraco, textura arenosa e/ou

média fase pedregosa e rocha caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado substrato gnaise e granito. Ambos os solos são de baixa permeabilidade e muito susceptíveis a erosão (SANTOS *et al.*, 2005).

Na Fazenda Barra, dentro da área degradada objeto deste estudo, Araújo (2013) traçou o perfil do solo de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1: Descrição do perfil do solo na trincheira aberta na área da pesquisa, Santa Luzia, PB 2009.

Especificação	Descrição
Classificação	LUVISSOLO CRÔMICO Órtico lítico
Formação geológica e litológica	Formação Seridó. Biotita Xisto/gnaise, granito
Material originário	Saprolito das rochas acima citadas
Altitude	325m
Relevo regional	Ondulado
Relevo local	Ligeiramente plano
Declividade	6-13%.
Erosão	Laminar ligeira
Pedregosidade	Ligeiramente pedregosa
Rochosidade	Ligeiramente rochosa
Uso atual	Pousio/essências nativas/pesquisa
Drenagem	Moderadamente drenado

Fonte: Araújo (2013)

Sobre este substrato pedológico encontra-se uma vegetação primária composta por Caatinga hiperxerófila com predominância das espécies Jurema (*Mimosa tenuiflora*), Faveleira (*Cnidocolus phyllacanthus*), Imburana (*Commiphora leptophloeos*), Malva (*Sida galheirensis*), Xique-xique (*Pilocereus gounellei*) e Coroa de frade (*Melocactus zehntneri*).

Poucas árvores e arbustos esparsos deixam o solo desprotegido e susceptível à erosão laminar e consequente perda de nutrientes. Os solos desnudos apresentam-se ligeiramente pedregosos, rasos e secos. A vegetação rasteira é escassa na maior parte da área, indicando a pobreza do banco de sementes do solo. A periferia da área, faixa que acompanha as cercas, apresenta uma vegetação arbustivo/arbórea mais densa do que a parte central do terreno. Na parte leste do terreno existem experimentos com mudas de essências florestais nativas que ainda estão em fase observação de seu crescimento vegetativo. Algumas dessas mudas não resistiram à escassez hídrica do local e já apresentam déficit no percentual de sobrevivência.

A circunvizinhança da área apresenta uma vegetação mais densa no lado sudeste, onde se observou animais pastando, e atividades agrícolas através de irrigação são vistas a aproximadamente 600 m da área degradada em questão, no lado norte, onde é captada água de uma cacimba no leito do Rio da Barra. As terras a oeste e sudoeste da área de estudos são campos abertos, para atividades agropastoris (Figura 7).



Figura 7: Imagem de satélite destacando a área de estudos (contornos vermelhos) e sua circunvizinhança*
 Fonte: Google Earth (2016) *Transversalmente, de sudeste a sudoeste, vê-se o leito do Rio da Barra

Com essas características, a área de estudos é classificada como área degradada em fase de recuperação e é uma área experimental, uma vez que foi isolada para este fim há cerca de oito anos. Antes disso, nos últimos anos, a área vinha sendo usada para pastagem de bovinos. No entanto, desde o seu isolamento a vegetação vem apresentando evolução no processo de regeneração natural, de modo a se observar uma fisionomia paisagística um pouco mais densa do que a que se apresentava antes do isolamento. Essa evolução é objeto de estudo deste trabalho de dissertação.

4.2 Levantamento florístico

Em atendimento ao objetivo específico (ii) fez-se o levantamento florístico da vegetação remanescente na área através do recenseamento das espécies. Os dados do recenseamento foram comparados com os do censo realizado em 2008 por Araújo (2013) conforme se expõe a seguir.

A Tabela 2 apresenta as famílias, espécies, nomes populares e grupos ecológicos dos indivíduos encontrados nos ambientes periférico e central, resultantes dos censos florestais realizados na área de estudos nos anos de 2008 e 2015. As colunas em destaque com sombreamento amarelo mostram os resultados totais de indivíduos para os dois censos considerados.

Tabela 2: Lista de famílias, espécies, nomes populares e grupos ecológicos dos indivíduos encontrados nos ambientes periférico e central, nos anos de 2008 e 2015.

Famílias e Espécies	Nome Popular	Censo 2008			Censo 2015			GE*
		AP	AC	TI	AP	AC	TI	
Apocynaceae								
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	Pereiro	29	56	85	64	17	81	PT
<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W. T. Aiton	Flor de Cera	01	05	06	00	04	04	PS
Bignoniaceae								
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex. DC) Mattos	Pau D'arco	00	00	00	00	02	02	CL
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. F. ex S. Moore	Craibeira	00	00	00	00	02	02	PT
Burseraceae								
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	Imburana	07	05	12	09	02	11	PT
Cactaceae								
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	Cardeiro	01	01	02	01	08	09	PS
<i>Melocactus zehntneri</i> (Britton & Rose) Luetzelburg	Coroa de Frade	08	12	20	21	24	45	PS
<i>Pilocereus gounellei</i> F.A.C. Weber	Xiquexique	14	27	41	36	59	95	PS
<i>Tacinga inamoema</i> (K.Schum.) N. P.Taylor & Stuppy	Palmatória Miúda	19	11	30	504	461	965	PS
Capparaceae								
<i>Capparis flexuosa</i> Linn.	Feijão Brabo	18	67	85	116	316	432	PT
Combretaceae								
<i>Combretum leprosum</i> Mart	Mofumbo	04	02	06	10	03	13	PT
Cucurbitaceae								
<i>Caput nigri</i>	Cabeça de Negro	02	08	10	14	43	57	PT
Euphorbiaceae								
<i>Cnidocolus phyllacanthus</i> (M.A.) Pax et K. Hoffm.	Faveleira	50	154	204	72	180	252	P
<i>Croton campestris</i> A. St.-Hil.	Velame do Campo	03	10	13	02	02	04	PS
<i>Croton sonderianus</i> Muell. Arg.	Marmeleiro	319	223	542	468	63	531	PS
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl.) Baill.	Pinhão Bravo	267	182	449	327	282	609	PS
Fabaceae								
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Angico	00	00	00	55	03	58	PT
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul.	Pau Ferro	00	02	02	00	00	00	PT
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	Catingueira	39	89	128	44	65	109	PT
<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	Anil	00	00	00	04	41	45	SC
<i>Mimosa arenosa</i> (Wild.) Poiret.	Amorosa	02	05	07	00	00	00	PS
<i>Mimosa tenuiflora</i> Benth.	Jurema Preta	236	627	863	216	1750	1966	PS
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Algaroba	00	00	00	01	07	08	EX
Malvaceae								
<i>Sida galheirensis</i> Ulbr.	Malva de Vassoura	00	00	00	917	5884	6801	P
<i>Walteria indica</i> L.	Malva Branca	00	00	00	102	00	102	P
Passifloraceae								
<i>Passiflora cincinnata</i> Mast.	Maracujá Bravo	00	00	00	00	03	03	SC
Portulacaceae								
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Bico de Urubu	00	00	00	06	00	06	SC
Rhamnaceae								
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Juazeiro	01	00	01	01	17	18	S
Sapindaceae								
<i>Serjania glabrata</i> Kunth.	Trepadeira	00	00	00	29	00	29	SC

Sapotacea

<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Humb. ex Roem. & Schult.) T.D. Penn.	Quixabeira	01	00	01	01	00	01	S
---	------------	----	----	----	----	----	----	---

Fonte: Censo florestal realizado em 2008 e 2015

AP = Ambiente Periférico; **AC** = Ambiente Central; **TI** = Total de Indivíduos; **GE**= Grupo Ecológico (*MAIA, 2004; SILVA *et al.*, 2012; WHITMORE, 1990); **PT** = Pioneira Tardia; **PS** = Pioneira Sucessional; **P** = Pioneira; **S** = Secundária; **PR** = Perene; **CL** = Climática; **EX** = Exótica; **SC** = Sem Caracterização

Os resultados do novo censo florestal mostraram uma evolução nos números de indivíduos, espécies, famílias e gêneros, quando comparados com os números levantados em 2008. O número total de indivíduos que em 2008 era de 2.507, aumentou para 12.258, sendo 3.020 no ambiente periférico e 9.238 no ambiente central. Isto significa um aumento superior a 400% considerando-se os dois ambientes. Ressalte-se que se incluíram aqui as espécies herbáceas e os subarbustos como a *Sida galheirensis* e a *Walteria indica* que não foram consideradas no primeiro censo, e que apareceram agora com números bastante expressivos.

Todos esses indivíduos, que em 2008 estavam distribuídos em 20 espécies, 17 gêneros e 12 famílias, constam agora no censo de 2015 distribuídos em 28 espécies, 27 gêneros e 15 famílias.

Apesar do aumento considerável dos números atualizados do censo, algumas espécies apresentaram redução no número de indivíduos, duas delas chegando a desaparecer, como é o caso do Pau Ferro (*Caesalpinia ferrea*) e da Amorosa (*Mimosa arenosa*).

Em contraponto, surgiram dez espécies novas que não haviam sido registradas no censo de 2008, algumas delas em forma de plântulas, como é o caso do Pau D'arco (*Handroanthus impetiginosus*) e da Algaroba (*Prosopis juliflora*), entre outras. Apenas uma espécie – a Quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium*) – manteve-se com o mesmo número de indivíduos, representada por apenas um espécime.

Com essas novas espécies surgiram seis novas famílias que não haviam sido registradas em 2008: Bignoniaceae, Fabaceae, Malvaceae, Passifloraceae, Portulacaceae e Sapindaceae.

Quanto à taxonomia das espécies encontradas, de acordo com a base de dados do Missouri Botanical Garden – W3 TRÓPICOS, algumas espécies mudaram de família, a exemplo da Flor de Cera (*Calotropis procera*) que passou da família Asclepiadaceae para a família Apocynaceae, e da Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*) e da Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora*) que passaram da classificação Caesalpinaceae e Mimosaceae para Fabaceae. No caso da jurema preta, esta espécie também mudou de nome, passando de *Mimosa hostilis* para *Mimosa tenuiflora*.

Quanto aos grupos ecológicos das espécies inventariadas na área, de acordo com Maia (2004); Silva *et al.* (2012), verificou-se que 20 (71,4%) das 28 espécies pertencem aos grupos das fases iniciais de sucessão ecológica, sendo três (10,7%) Pioneiras, dez (35,7%) Pioneiras Sucessionais e nove (32,1%) Pioneiras Tardias. Duas espécies (7,1%) são Secundárias, uma espécie (3,6%) é Climácica e uma Exótica – A *Prosopis juliflora*.

A Flor de Cera (*Calotropis procera*), mesmo sendo uma espécie exótica, nativa da África segundo Rahman; Wilcock (1991), foi incluída por Araújo (2013) no grupo das pioneiras por apresentar características similares às desse grupo ecológico.

Melo *et al.* (2001) acrescenta que a espécie *Calotropis procera*, tem-se destacado na adaptação em regiões áridas e semiáridas desenvolvendo-se satisfatoriamente em solos degradados e em locais com baixos índices pluviométricos, permanecendo verde e exuberante durante todo o ano.

Quanto à Algaroba (*P. juliflora*), Chaves *et al.* (2013) afirma que é uma espécie exótica ao bioma caatinga, típica da costa norte do Peru, que foi introduzida no nordeste brasileiro por volta de 1942 em Serra Talhada, no sertão de Pernambuco, e posteriormente nos estados da Paraíba e Rio grande do Norte. É uma leguminosa perene, de regiões secas, de crescimento rápido, alta potencialidade para o fornecimento de lenha e carvão, e produção de alimentos. Como leguminosa, a Algarobeira é fixadora de Nitrogênio no solo.

Das dez novas espécies incluídas no novo censo, quatro delas (14,2% do total geral de espécies) não foram identificadas quanto aos grupos ecológicos. Essas espécies constituem as herbáceas, trepadeiras e a vegetação rasteira da área que, em sua maioria, são espécies que só aparecem no período chuvoso e aproveitam ao máximo a umidade do solo.

A Tabela 3 apresenta a estratificação das espécies ocorrentes na área de estudos de acordo com suas alturas (< 3,0 m; entre 2,0 e 3,0 m; > 3 m) e sua ocorrência nos ambientes Periférico (P) e Central (C).

Tabela 3: Estratificação das espécies ocorrentes na área de estudos em 2015

ESPÉCIES	ALTURA DOS INDIVÍDUOS OCORRENTES									TOTAL DE INDIVÍDUOS
	INFERIOR A 2,0 m			ENTRE 2,0 E 3,0 m			SUPERIOR A 3,0 m			
	AMBIENTE		SOMA	AMBIENTE		SOMA	AMBIENTE		SOMA	
	P	C		P	C		P	C		
Apocynaceae										
<i>A. pyrifolium</i>	14	14	28	18	0	18	32	3	35	81
<i>C. procera</i>	0	2	2	0	2	2	0	0	0	4
Bignoniaceae										
<i>H. impetiginosus</i>	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2
<i>T. aurea</i>	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2
Burseraceae										
<i>C. leptophloeos</i>	3	2	5	3	0	3	3	0	3	11
Cactaceae										
<i>P. gounellei</i>	32	57	89	4	2	6	0	0	0	95
<i>C. jamacaru</i>	0	6	6	0	2	2	1	0	1	9
<i>T. inamoema</i>	504	461	965	0	0	0	0	0	0	965
<i>M. zehntneri</i>	21	24	45	0	0	0	0	0	0	45
Capparaceae										
<i>C. flexuosa</i>	112	304	416	2	6	8	2	6	8	432
Combretaceae										
<i>C. leprosum</i>	6	3	9	1	0	1	3	0	3	13
Cucurbitaceae										
<i>C. nigri</i>	13	41	54	1	2	3	0	0	0	57
Euphorbiaceae										
<i>C. sonderianus</i>	282	61	343	117	0	117	69	2	71	531
<i>J. mollissima</i>	255	255	510	60	21	81	12	6	18	609
<i>C. phyllacanthus</i>	32	46	78	7	41	48	33	93	126	252
<i>C. campestris</i>	2	2	4	0	0	0	0	0	0	4
Fabaceae										
<i>A. macrocarpa</i>	23	3	26	11	0	11	21	0	21	58
<i>C. pyramidalis</i>	8	24	32	16	26	42	20	15	35	109
<i>I. suffruticosa</i>	4	41	45	0	0	0	0	0	0	45
<i>M. tenuiflora</i>	79	1298	1377	46	133	179	91	319	410	1966
<i>P. juliflora</i>	0	2	2	0	2	2	1	3	4	8
Malvaceae										
<i>S. galheirensis</i>	917	5884	6801	0	0	0	0	0	0	6801
<i>W. indica</i>	102	0	102	0	0	0	0	0	0	102
Passifloraceae										
<i>P. cincinnata</i>	0	3	3	0	0	0	0	0	0	3
Portulacaceae										
<i>P. oleacea</i>	6	0	6	0	0	0	0	0	0	6
Rhamnaceae										
<i>Z. joazeiro</i>	0	17	17	0	0	0	1	0	1	18
Sapindaceae										
<i>S. glabrata</i>	29	0	29	0	0	0	0	0	0	29
Sapotacea										
<i>S. obtusifolium</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
T O T A L	2444	8554	10998	286	237	523	290	447	737	12258

Fonte: Censo Florestal realizado em 2015

De acordo com o novo censo, o ambiente central apresentou maior acréscimo na vegetação do que o ambiente periférico, passando de 1.486 indivíduos em 2008 para 9.238

indivíduos em 2015, sendo o extrato < 2,0 m o que apresentou maior evolução (de 1.121 indivíduos em 2008 para 8.554 indivíduos em 2015).

No extrato > 3,0 m o ambiente periférico se sobressaiu, registrando um aumento de 168,6% no número de indivíduos (de 172 indivíduos em 2008 para 290 em 2015), contra 160,2% do ambiente central (aumento de 279 para 447 indivíduos).

As famílias dominantes em número de indivíduos, no ambiente periférico foram as Malvaceae e Euphorbiaceae, com 1.019 e 869 indivíduos respectivamente. No ambiente central as Malvaceae e Fabaceae dominaram com 5.884 e 1.866 indivíduos respectivamente. As Euphorbiaceae e Cactaceae também registraram números bastante expressivos de indivíduos, sobretudo no ambiente periférico (Figura 8).

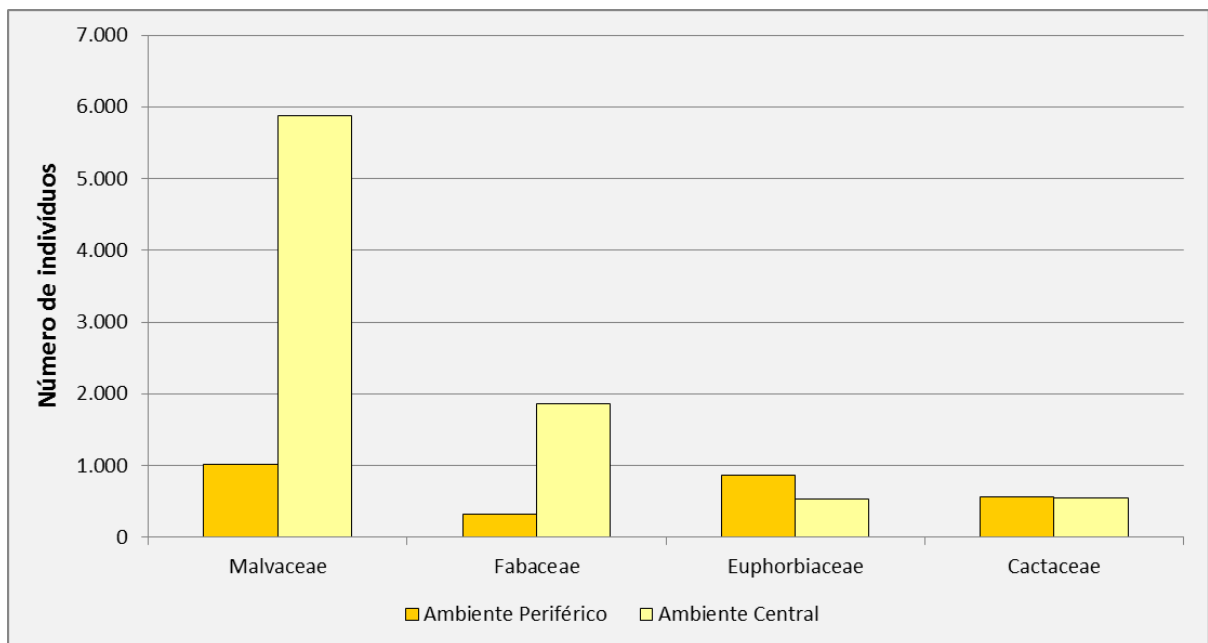


Figura 8: Gráfico das famílias dominantes em número de indivíduos nos ambientes Central e Periférico em 2015
Fonte: Censo florestal realizado na área de estudos em 2015

A superioridade dessas famílias em relação às demais se deve ao elevado número de indivíduos das espécies *Sida galheirensis* (Malvaceae), *Mimosa tenuiflora* (Fabaceae), *Jatropha molíssima* (Euphorbiaceae) e *Tacinga inamoema* (Cactaceae).

Na tese de Araújo (2013) as famílias dominantes foram Euphorbiaceae e Mimosaceae, tendo como representantes as espécies *Croton sonderianus*, *Jatropha molíssima* e *Cnidocolus phyllacanthus*, para as Euphorbiaceae; e as espécies *Mimosa tenuiflora* e *Mimosa arenosa*, para as Mimosaceae.

No caso em destaque, a família Malvaceae obteve maior destaque por conta da inclusão dos subarbustos e das herbáceas, principalmente a *Sida galheirensis*, que registrou o maior número entre todos os indivíduos, superando em 124,62% a soma dos indivíduos de todas as demais famílias. Já a família Fabaceae obteve a segunda posição de destaque pela inclusão das espécies *Mimosa tenuiflora* e *Caesalpinia pyramidalis*, que faziam parte das Mimosaceae e das Caesalpinaceae, respectivamente. Em número de espécies por família as Fabaceae se sobressaíram pelo mesmo motivo (Figura 9).

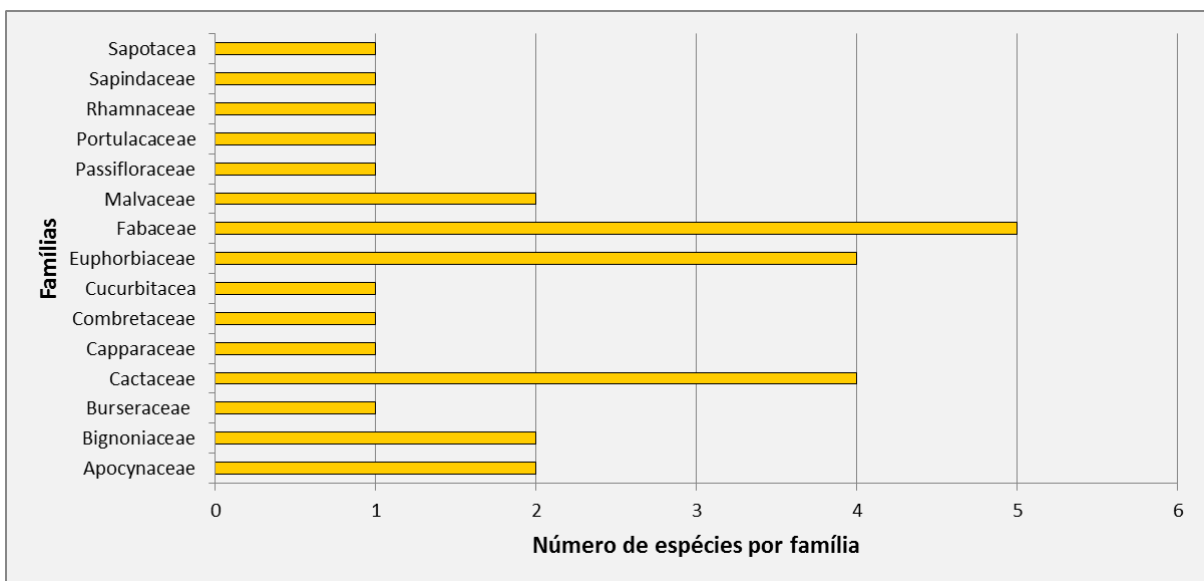


Figura 9: Gráfico do número de espécies por família em 2015

Fonte: Censo florestal realizado na área de estudos em 2015

As famílias Euphorbiaceae e Cactaceae ocuparam concomitantemente a segunda posição de destaque em número de espécies. Juntas, essas famílias representam 20,47% do número total de indivíduos da área, ao passo que as Fabaceae sozinhas detêm 17,99% da vegetação que recobre a área.

A partir do levantamento de todas essas espécies, foi feita análise fitossociológica do inventário florestal da área de estudos, conforme se segue.

4.3 Análise fitossociológica

A partir dos resultados supracitados, considerando os números e medidas apresentadas pelas espécies vegetais da área, procederam-se os cálculos dos parâmetros fitossociológicos de Área Basal (ABi), Densidade Absoluta (DR), Densidade Relativa (DR), Dominância Absoluta (DoA), Dominância Relativa (DoR) e Valor de Cobertura (VC) das espécies, conforme procedeu Araújo (2013). Esses parâmetros foram calculados para todos os

indivíduos com altura igual ou superior a 2,0 metros (extrato arbustivo/arbóreo), considerando os dois ambientes da pesquisa e comparando-se os números aos de 2008 (Tabelas 4 e 5).

Para o ambiente central o censo de 2008 registrou sete espécies com altura igual ou superior a 2,0 m, das quais os números para os parâmetros fitossociológicos calculados estão à esquerda da Tabela 4. No censo de 2015, o mesmo ambiente registrou 12 espécies, das quais os números para os parâmetros fitossociológicos calculados estão à direita da mesma tabela.

Na Tabela 5 estão da mesma forma organizados os dados do ambiente periférico, tendo à esquerda os dados de 2008, com nove espécies registradas, e à direita os dados de 2015, com 16 espécies.

Tabela 4 - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no ambiente central nos anos de 2008 e 2015

ESPÉCIES	CENSO 2008								CENSO 2015							
	Ni	ABi	DA	DR	DoA	DoR	VC	VC%	Ni	ABi	DA	DR	DoA	DoR	VC	VC %
AMBIENTE CENTRAL																
<i>Mimosa tenuiflora</i>	289	15,41	180,98	79,18	9,65	20,48	99,66	49,83	452	43,01	283,05	66,08	26,93	27,67	93,75	46,87
<i>Cnidocolus phyllacanthus</i>	53	18,63	33,19	14,52	11,66	24,75	39,27	19,64	134	28,49	83,91	19,59	17,84	18,33	37,92	18,96
<i>Jatropha mollissima</i>	15	4,60	9,39	4,11	2,88	6,11	10,22	5,11	27	2,80	16,91	3,95	1,75	1,80	5,75	2,87
<i>Croton sonderianus</i>	1	3,91	0,63	0,27	2,45	5,19	5,46	2,73	2	0,02	1,25	0,29	0,01	0,01	0,31	0,15
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	5	13,46	3,13	1,37	8,43	17,89	19,26	9,63	41	14,97	25,67	5,99	9,37	9,63	15,62	7,81
<i>Commiphora leptophloeos</i>	1	9,62	0,63	0,27	6,02	12,79	13,06	6,53	0	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caesalpinia ferrea</i>	1	9,62	0,63	0,27	6,02	12,79	13,06	6,53	0	-	-	-	-	-	-	-
<i>Capparis flexuosa</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	12	0,71	7,51	1,75	0,44	0,46	2,21	1,11
<i>Prosopis juliflora</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	5	39,24	3,13	0,73	24,57	25,24	25,97	12,99
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	3	8,93	1,88	0,44	5,59	5,74	6,18	3,09
<i>Pilocereus gounellei</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	2	1,51	1,25	0,29	0,95	0,97	1,26	0,63
<i>Cereus jamacaru</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	2	4,80	1,25	0,29	3,01	3,09	3,38	1,69
<i>Calotropis procera</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	2	10,58	1,25	0,29	6,63	6,81	7,10	3,55
<i>Caput nigri</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	2	0,40	1,25	0,29	0,25	0,26	0,55	0,27
SOMA	365,00	75,25	228,57	100,00	47,12	100,00	200,00	100,00	684,00	155,46	428,31	100,00	97,34	100,00	200,00	100,00

Fonte: Censo florestal realizado em 2008 e 2015

Ni = número de indivíduos; ABi = Área Basal; DA = Densidade Absoluta; DR = Densidade Relativa; DoA = Dominância Absoluta; DoR = Dominância Relativa e VC = Valor de Cobertura.

Tabela 5 - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no ambiente periférico nos anos de 2008 e 2015

	CENSO 2008								CENSO 2015							
	Ni	ABi	DA	DR	DoA	DoR	VC	VC%	Ni	ABi	DA	DR	DoA	DoR	VC	VC%
AMBIENTE PERIFÉRICO																
<i>Mimosa tenuiflora</i>	66	23,33	226,73	25,10	80,14	20,73	45,83	22,91	137	28,15	470,63	23,78	96,70	4,84	28,62	14,31
<i>Cnidocolus phyllacanthus</i>	20	43,71	68,70	7,60	150,15	38,84	46,45	23,22	40	35,28	137,41	6,94	121,18	6,06	13,00	6,50
<i>Jatropha mollissima</i>	48	10,64	164,89	18,25	36,54	9,45	27,70	13,85	72	7,12	247,34	12,50	24,46	1,22	13,72	6,86
<i>Croton sonderianus</i>	52	4,34	178,63	19,77	14,90	3,85	23,63	11,81	186	3,62	638,96	32,29	12,43	0,62	32,91	16,46
<i>Aspidosperma pyriforme</i>	38	8,35	130,54	14,45	28,67	7,42	21,87	10,93	50	22,21	171,76	8,68	76,31	3,82	12,50	6,25
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	31	6,52	106,49	11,79	22,38	5,79	17,58	8,79	36	22,91	123,67	6,25	78,70	3,94	10,19	5,09
<i>Capparis flexuosa</i>	3	1,29	10,31	1,14	4,42	1,14	2,28	1,14	4	1,79	13,74	0,69	6,14	0,31	1,00	0,50
<i>Commiphora leptophloeos</i>	2	7,94	6,87	0,76	27,28	7,06	7,82	3,91	6	10,97	20,61	1,04	37,69	1,88	2,93	1,46
<i>Combretum leprosum</i>	3	6,42	10,31	1,14	22,07	5,71	6,85	3,42	4	4,25	13,74	0,69	14,62	0,73	1,43	0,71
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	32	8,02	109,93	5,56	27,54	1,38	6,93	3,47
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	1	13,20	3,44	0,17	45,36	2,27	2,44	1,22
<i>Pilocereus gounellei</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	4	2,81	13,74	0,69	9,65	0,48	1,18	0,59
<i>Cereus jamacaru</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	1	376,69	3,44	0,17	1294,02	64,71	64,89	32,44
<i>Zizyphus joazeiro</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	1	10,75	3,44	0,17	36,94	1,85	2,02	1,01
<i>Caput nigri</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	1	0,11	3,44	0,17	0,36	0,02	0,19	0,10
<i>Prosopis juliflora</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	1	34,21	3,44	0,17	117,53	5,88	6,05	3,03
SOMA	263,00	112,53	903,47	100,00	386,56	100,00	200,00	100,00	576,00	582,09	1978,7	100,00	1999,6	100,00	200,00	100,00

Fonte: Censo florestal realizado em 2008 e 2015

Ni = número de indivíduos; ABi = Área Basal; DA = Densidade Absoluta; DR = Densidade Relativa; DoA = Dominância Absoluta; DoR = Dominância Relativa e VC = Valor de Cobertura.

Para cada ambiente foram registradas sete espécies a mais do que no censo de 2008. No entanto, duas das espécies que haviam sido registradas no ambiente central no primeiro censo não foram encontradas neste ambiente em 2015 – a *Commiphora leptophloeos* e a *Caesalpinia ferrea*. Em compensação, a *Commiphora leptophloeos* aumentou em número de indivíduos no ambiente periférico de dois para seis espécimes.

No geral foram registradas oito novas espécies arbustivo/arbóreas que acrescentaram 54 indivíduos aos dois ambientes, sendo 13 no ambiente central e 41 no ambiente periférico. Dessas novas espécies duas são Pioneiras Sucessionais, duas Pioneiras Tardias, duas Secundárias e duas Exóticas, e estão distribuídas em oito gêneros e seis famílias: Apocynaceae, Cactaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, Rhamnaceae e Sopotaceae.

Considerando os dois ambientes, as espécies que apresentaram maior população neste extrato ($\geq 2,0$ m) em 2008 foram: *Mimosa tenuiflora* com 355 indivíduos, *Cnidoscolus phyllacanthus* com 73 indivíduos, *Jatropha mollissima* com 63 indivíduos, *Croton sonderianus* com 53 indivíduos, *Aspidosperma pyriformium* com 38 indivíduos e *Caesalpinia pyramidalis* com 36 indivíduos.

Para o novo censo, as espécies mais populosas foram *Mimosa tenuiflora*, com 589 indivíduos, *Croton sonderianus*, com 188 indivíduos, *Cnidoscolus phyllacanthus*, com 174 indivíduos, *Jatropha mollissima*, com 99 indivíduos, *Caesalpinia pyramidalis*, com 77 indivíduos, *Aspidosperma pyriformium*, com 53 indivíduos, *Anadenanthera macrocarpa*, com 32 indivíduos e *Capparis flexuosa*, com 16 indivíduos.

Comparando-se os dados de 2008 com os do novo censo, no *ranking* das espécies mais populosas, a única que coincidiu foi a *Mimosa tenuiflora*, que permaneceu em primeiro lugar e apresentou um aumento de 165,9% no número de indivíduos em relação ao censo de 2008. Em segundo lugar aparece *Croton sonderianus*, que também registrou aumento no número de indivíduos de 354,7% em relação ao primeiro censo, onde aparece em quarto lugar no *ranking*. O terceiro lugar ficou com a espécie *Cnidoscolus phyllacanthus*, que no censo de 2008 ficou em segundo lugar, porém, com número de indivíduos inferior ao encontrado em 2015, que superou em 238,3% o número de 2008.

As espécies *Jatropha mollissima*, *Caesalpinia pyramidalis* e *Aspidosperma pyrifolium* apresentaram diferenças no *ranking* se comparadas com o censo anterior, porém todas elas aumentaram em percentual de indivíduos, incluindo-se também no grupo das mais populosas (Figura 10). As espécies *Anadenanthera macrocarpa* e *Capparis flexuosa* também apresentaram números bastante expressivos, a primeira com 32 indivíduos e esta última com 16.

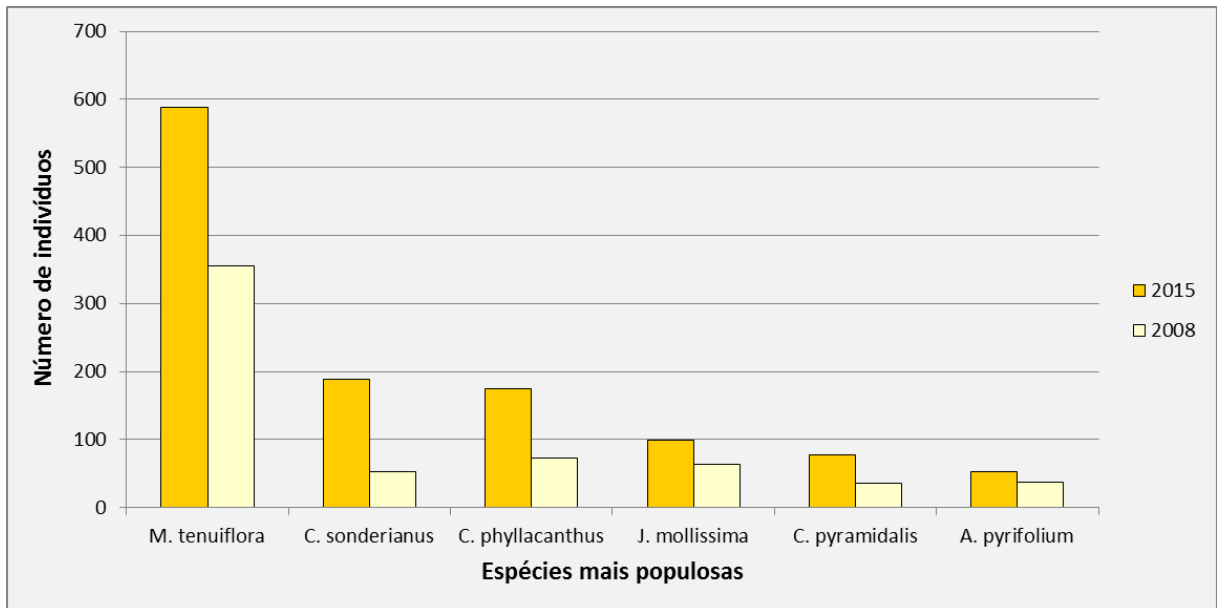


Figura 10: Gráfico do *Ranking* das espécies mais populosas da área de estudos para os anos de 2008 e 2015
Fonte: Censos florestais realizados nos anos de 2008 (Araújo, 2013) e 2015 (dados do autor)

A superioridade dessas espécies em relação às demais também pode ser observada através dos valores de Densidade e Dominância obtidos tanto no ano de 2008, quanto no ano de 2015.

No ano de 2008, no ambiente central as espécies que apresentaram maior Densidade Relativa (*DR*) foram: *Mimosa tenuiflora* com 79,18% e *Cnidocolus phyllacanthus* com 14,52%, totalizando 93,70% do valor total de Densidade Relativa. Para o ano de 2015, os maiores valores para esse parâmetro foram 66,08%, para a *Mimosa tenuiflora* e 19,59% para a *Cnidocolus phyllacanthus*, totalizando 85,67% do valor total de Densidade Relativa (Tabela 4).

No ambiente periférico, além da espécie *Mimosa tenuiflora* com 25,10%, as espécies de maior Densidade Relativa em 2008 foram: *Croton sonderianus* com 19,77%, *Jatropha mollissima* com 18,25%, *Aspidosperma pyrifolium* com 14,45% e *Caesalpinia pyramidalis* com 11,79% (Tabela 5). Essas espécies juntas totalizavam 235 espécimes do total de 263 indivíduos amostrados no ambiente periférico em 2008, representando 89,36% dos indivíduos

levantados no ambiente. Essas espécies respondiam juntas por 47,24% dos valores de Dominância Relativa (*DoR*) do ambiente periférico.

Para o ano de 2015, os maiores valores de Densidade Relativa encontrados para o ambiente periférico coincidiram com as mesmas espécies do censo anterior, só que com percentuais inferiores, exceto para o *Croton sonderianus*, que liderou o *ranking* com 32,29%, seguido da *Mimosa tenuiflora* com 23,78%, da *Jatropha mollissima* com 12,50%, da *Aspidosperma pyrifolium* com 8,68% e da *Caesalpinia pyramidalis* com 6,25% (Tabela 5). Essas espécies juntas totalizaram 83,50% do total de indivíduos amostrados no ambiente periférico e respondem por 14,44% dos valores de Dominância Relativa deste ambiente.

De acordo com Lopes *et al.* (2002), valores elevados de Densidade mostram que as espécies são mais competitivas e se encontram bem adaptadas às condições ambientais do momento. No entanto, apesar do aumento do número de indivíduos e de espécies nos dois ambientes considerados, as variações observadas nos parâmetros fitossociológicos analisados indicam mudanças no padrão de distribuição desses indivíduos e espécies no ambiente.

O parâmetro Densidade Absoluta (*DA*) aumentou em relação a 2008 para todas as espécies registradas nos dois ambientes. Este aumento está relacionado com o acréscimo no número de indivíduos das espécies já registradas em 2008, bem como com a inclusão de novas espécies nos dois ambientes.

A Densidade Relativa (*DR*) variou de acordo com o número de indivíduos de cada espécie e o número total de indivíduos de cada ambiente. Nessa relação os divisores e dividendos são peculiares a cada espécie para cada ano considerado. A *Mimosa tenuiflora*, por exemplo, mesmo tendo aumentado a quantidade de indivíduos nos dois ambientes em 2015, apresentou redução nos números de Densidade Relativa, se comparados os dois censos. Isto se deve ao fato de que, para o ano de 2015, os números de indivíduos dessa espécie (dividendos) tiveram divisores (total de indivíduos de cada ambiente) maiores do que em 2008.

Quanto a Dominância, tanto a Absoluta (*DoA*) quanto a Relativa (*DoR*) variaram de acordo com a Área Basal (*ABi*) apresentada por cada espécie, e a *ABi* total de cada ambiente. Todos os números de *ABi* encontrados variaram de acordo com os diâmetros peculiares a cada indivíduo. A espécie *Cereus jamacaru*, por exemplo, apresentou o maior valor de *DoA* (1294,02%) entre todas as espécies do ambiente periférico, mesmo com apenas um indivíduo. Isto se deu pelo elevado número de *ABi* deste indivíduo, que derivou do diâmetro aferido nele, bem como do fato deste indivíduo está sozinho neste ambiente, representando sua espécie.

Note-se que esta mesma espécie, no ambiente central, apresentou o dobro de indivíduos do ambiente periférico, porém, com números inferiores de *ABi* e *DoA*.

A Área Basal geral dos dois ambientes em 2008 totalizava $3,54 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$. Para o novo censo, esse total foi de $7,37 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, significando um aumento de 208,19%. Os fatores que mais contribuíram para este aumento foram o acréscimo no número de indivíduos das espécies já registradas em 2008, bem como surgimento de novas espécies de *DAP* elevado como a *Prosopis juliflora*, que mesmo com poucos indivíduos, contribuiu com 25,24% e 5,87% dos valores totais de *ABi* nos ambientes central e periférico, respectivamente. Considerando os dois ambientes, esta espécie obteve uma Área Basal de $0,73 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$.

Além da *Prosopis juliflora*, as espécies que mais contribuíram para este incremento na Área Basal foram: *Cereus jamacaru*, com $3,81 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, *Mimosa tenuiflora*, com $0,71 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, *Cnidoscolus phyllacanthus*, com $0,64 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ e *Caesalpinia pyramidalis*, com $0,38 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$. Em 2008, as espécies mais influentes no cálculo da Área Basal foram: *Commiphora leptophloeos*, com $2,55 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, *Cnidoscolus phyllacanthus* com $2,44 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, *Mimosa tenuiflora* com $1,67 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, *Caesalpinia pyramidalis* com $1,45 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ e *Caesalpinia ferrea* com $1,34 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$.

Considerando-se os dois ambientes separadamente, os valores obtidos para Área Basal em 2008 foram, respectivamente, $0,75$ e $1,12 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ para os ambientes central e periférico. Para 2015, esse valores foram $5,82 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, para o ambiente periférico e $1,55 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, para o ambiente central. As espécies mais dominantes em termos de Área Basal em cada ambiente foram: *Cereus jamacaru*, *Cnidoscolus phyllacanthus* e *Prosopis juliflora* no ambiente periférico, com $3,77$, $0,35$ e $0,34 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, respectivamente; e *Mimosa tenuiflora*, *Prosopis juliflora* e *Cnidoscolus phyllacanthus* no ambiente central, com $0,43$, $0,39$ e $0,28 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$. No ano de 2008 essas espécies foram: *Cnidoscolus phyllacanthus* com $0,18 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, *Mimosa tenuiflora* com $0,15 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ e *Caesalpinia pyramidalis* com $0,13 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ no ambiente central e as espécies *Cnidoscolus phyllacanthus* com $0,43 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, *Mimosa hostilis* com $0,23 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ e *Jatropha mollissima* com $0,10 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, no ambiente periférico.

O maior valor de Área Basal apresentado pelo ambiente periférico indica que neste ambiente existe um número maior de espécies dominando o conjunto. Este fato mostra que, em relação a 2008, apesar dos aumentos dos números, a configuração da vegetação do terreno ainda permanece a mesma, ou seja, o ambiente periférico continua se sobressaindo ao ambiente central no tocante a todos os parâmetros observados no extrato arbustivo-arbóreo.

Com relação ao Valor de Cobertura (VC) calculado, observa-se que no ambiente central três espécies, *Mimosa tenuiflora* com 46,87% do VC, *Cnidoscolus phyllacanthus* com 18,96% do VC e *Prosopis juliflora* com 12,99% do VC, representaram 78,82% do VC total. Em 2008, apenas a *Mimosa tenuiflora* e a *Cnidoscolus phyllacanthus*, representavam 69,47% do VC total do ambiente central.

Para o ambiente periférico, a espécie *Cereus jamacaru*, que não havia sido registrada no primeiro censo neste ambiente, apresentou o maior percentual de VC com 32,44%, seguida da *Croton sonderianus* com 16,46% e da *Mimosa tenuiflora* com 14,31% do VC. Essas espécies juntas totalizaram 63,21% do VC total do ambiente periférico.

Com relação à presença das espécies *Commiphora leptophloeos* e *Capparis flexuosa* na área degradada, Araújo (2013) destaca que tal ocorrência pode indicar que a área está em processo de recuperação. Segundo ele, é provável que fatores ligados à própria biologia dessas plantas, como eficiência fotossintética, utilização dos nutrientes do solo, produção e dispersão de sementes com alta capacidade de germinação, tenham contribuído para seu estabelecimento no local, propiciando-lhes condições ecológicas favoráveis ao seu desenvolvimento e disseminação e, com isso, auxiliando na recuperação natural da área.

No tocante às espécies do extrato subarbustivo/herbáceo (inferior a 2,0 m de altura), como não foi aferido o DAP desse extrato, apenas calculou-se as Densidades Absolutas e Relativas mediante aos números de indivíduos apresentados por essas espécies. Esses parâmetros não foram calculados para este extrato em 2008, mas, diante do expressivo número de subarbustos, herbáceas e espécies de pequeno porte com a *Tacinga inamoema*, resolveu-se observar esses parâmetros para verificar a influência dessas espécies na recuperação do solo, uma vez que recobrem a superfície, protegem o solo da erosão laminar e produzem fitomassa. Os resultados de DA e DR, bem como o número de indivíduos de cada espécie deste extrato estão na Tabela 6.

Tabela 6 – Densidade Absoluta (DA) e Densidade Relativa (DR) das espécies menores que dois metros

Famílias e Espécies	Nome Popular	Ambiente Central			Ambiente Periférico			
		Ni	DA	DR	Ni	DA	DR	
Apocynaceae								
<i>A. pyriformium</i>	Pereiro	14	8,77	0,16	14	48,09	0,57	
<i>C. procera</i>	Flor de Cera	2	1,25	0,02	0	-	-	
Bignoniaceae								
<i>H. impetiginosus</i>	Pau D'arco	2	1,25	0,02	0	-	-	
<i>T. aurea</i>	Craibeira	2	1,25	0,02	0	-	-	
Burseraceae								
<i>C. leptophloeos</i>	Imburana	2	1,25	0,02	3	10,31	0,12	
Cactaceae								
<i>C. jamacaru</i>	Cardeiro	6	3,76	0,07	0	-	-	
<i>M. zehntneri</i>	Coroa de Frade	24	15,03	0,28	21	72,14	0,86	
<i>P. gounellei</i>	Xiquexique	57	35,69	0,67	32	109,93	1,31	
<i>T. inamoema</i>	Palmatória Miúda	461	288,68	5,39	504	1731,36	20,62	
Capparaceae								
<i>C. flexuosa</i>	Feijão Brabo	304	190,37	3,55	112	384,75	4,58	
Combretaceae								
<i>C. leprosum</i>	Mofumbo	3	1,88	0,04	6	20,61	0,25	
<i>C. nigri</i>	Cabeça de Negro	41	25,67	0,48	13	44,66	0,53	
Euphorbiaceae								
<i>C. phyllacanthus</i>	Faveleira	46	28,81	0,54	32	109,93	1,31	
<i>C. campestris</i>	Velame do Campo	2	1,25	0,02	2	6,87	0,08	
<i>C. sonderianus</i>	Marmeleiro	61	38,20	0,71	282	968,74	11,54	
<i>J. mollissima</i>	Pinhão Bravo	255	159,68	2,98	255	875,99	10,43	
Fabaceae								
<i>A. macrocarpa</i>	Angico	3	1,88	0,04	23	79,01	0,94	
<i>C. pyramidalis</i>	Catingueira	24	15,03	0,28	8	27,48	0,33	
<i>I. suffruticosa</i>	Anil	41	25,67	0,48	4	13,74	0,16	
<i>M. tenuiflora</i>	Jurema Preta	1298	812,82	15,17	79	271,38	3,23	
<i>P. juliflora</i>	Algaroba	2	1,25	0,02	0	-	-	
Malvaceae								
<i>S. galheirensis</i>	Malva de Vassoura	5884	3684,64	68,79	917	3150,12	37,52	
<i>W. indica</i>	Malva Branca	0	-	-	102	350,40	4,17	
Passifloraceae								
<i>P. cincinnata</i>	Maracujá Bravo	3	1,88	0,04	0	-	-	
Portulacaceae								
<i>P. oleracea</i>	Bico de Urubu	0	-	-	6	20,61	0,25	
Rhamnaceae								
<i>Z. joazeiro</i>	Juazeiro	17	10,65	0,20	0	-	-	
Sapindaceae								
<i>S. glabrata</i>	Trepadeira	0	-	-	29	99,62	1,19	
SOMA		-	8554,00	5356,63	100,00	2444	8395,74	100,00

Fonte: Censo florestal realizado em 2015

Ni = Número de Indivíduos; DA = Densidade Absoluta; DR = Densidade Relativa

Neste extrato foram encontrados 10.998 indivíduos, sendo 8.554 no ambiente central e 2.444 no ambiente periférico. Esses indivíduos estão distribuídos em 27 espécies, 26 gêneros e 14 famílias. As famílias com maior número de espécies foram as Fabaceae, com cinco espécies, e as Euphorbiaceae e Cactaceae, com quatro espécies.

As espécies mais abundantes em número de indivíduos neste extrato foram a *Sida galheirensis*, com 6.801 e a *Mimosa tenuiflora*, com 1.377 indivíduos. A *Sida galheirensis*, que superou todas as outras espécies em número de indivíduos, pertence à família Malvaceae e compõe a maior parte da vegetação subarbusciva da área de estudos. Já a *Mimosa tenuiflora*, que apresentou o maior número de arbustos e plântulas, pertence à família Fabaceae e é uma espécie Pioneira Sucessional. Sua presença em grande número também neste extrato indica boas condições de recuperação da área, uma vez que sugere que está havendo sucessão ecológica considerável, sobretudo no ambiente central, onde ela aparece em maior número.

Os maiores valores de Densidade Absoluta (DA) observados no ambiente central foram os das espécies *Sida galheirensis*, com 3.684,64%, *Mimosa tenuiflora*, com 812,82%, *Tacinga inamoema*, com 288,68%, *Capparis flexuosa*, com 190,37% e *Jatropha molissima*, com 159,68%. No ambiente periférico foram: *Sida galheirensis*, com 3.150,12%, *Tacinga inamoema*, com 1.731,36%, *Croton sonderianus*, com 968,74%, *Jatropha molissima*, com 875,99% e *Capparis flexuosa*, com 384,75%.

Para a Densidade Relativa (DR) os valores mais significativos no ambiente central coincidiram com as mesmas espécies cujas Densidades Absolutas foram as mais elevadas, isto é, *S. galheirensis*, *M. tenuiflora*, *T. inamoema*, *C. flexuosa* e *J. molissima*. Esses valores foram, respectivamente, 68,79%, 15,17%, 5,39%, 3,55% e 2,98%. No ambiente periférico, de igual forma, as Densidades Relativas mais elevadas acompanharam as mesmas espécies cujas Densidades Absolutas foram superiores, ou seja, *S. galheirensis*, *T. inamoema*, *C. sonderianus*, *J. molissima* e *C. flexuosa*. Os valores de DR para essas espécies no ambiente periférico foram, respectivamente, 37,52%, 20,62%, 11,54%, 10,43% e 4,58%.

Esses valores de densidade relativamente altos mostram que essas espécies são as melhores adaptadas às condições ecológicas do ambiente e, com isso, estão influenciando mais diretamente no processo de recuperação do solo e da cobertura vegetal, sobretudo no ambiente central. Ademais, estas são espécies pioneiras que fazem parte dos estágios iniciais do processo de sucessão ecológica.

Segundo Dajoz (1983), as sucessões podem ser primárias ou secundárias. A sucessão primária corresponde ao estabelecimento dos seres em um meio, onde ainda não haviam povoado, mas no qual foram eliminados, por vários motivos, os seres ali anteriormente viventes. Gomes-Pompa (1972) define sucessão secundária como as mudanças que se verificam nos ecossistemas, após a destruição parcial de uma comunidade, podendo ocorrer

em uma pequena área de floresta nativa, após a queda de uma árvore, ou em vários hectares de uma cultura abandonada.

No caso da área degradada em questão pode-se sugerir que o tipo de sucessão ecológica predominante observada seja a do tipo primária, uma vez que dez novas espécies que não haviam sido registradas em 2008 estão começando a povoar a referida área, e 99,4% delas pertence ao extrato inferior a 2,0 metros. No geral, as espécies novas, considerando os dois ambientes e todos os extratos de altura avaliados, representaram 57,5% do total de indivíduos inventariados. Neste extrato inferior, além das herbáceas e trepadeiras, a vegetação rasteira e subarborescente é composta predominantemente por Malvaceae.

A família Malvaceae, representada pela *Sida galheirensis* e pela *Waltheria indica*, deteve 110,54% dos valores totais de *DR* dos dois ambientes, sendo a *Sida galheirensis*, isoladamente, responsável por 106,37% desse total.

De acordo com Moreira & Bragança (2011), a família Malvaceae reúne numerosos gêneros nativos e exóticos, muitos deles cultivados para atender a indústria têxtil, a floricultura, a horticultura e a produção de óleos e chocolates. Apresenta porte variando do herbáceo ao arbóreo, folhas simples, flores vistosas e, em geral, frutos secos, podendo ocorrer espécies com frutos carnosos. Dentre os gêneros invasivos, cabe destacar: *Anoda*, *Corchorus*, *Gaya*, *Herissantia*, *Malachra*, *Malvastrum*, *Melochia*, *Pavonia*, *Sidastrum*, *Triumfetta*, *Urena*, *Wissadula*, *Waltheria* e *Sida*, os quais reúnem espécies que ocupam áreas de lavouras, pastagens, hortas e pomares, entre outros ambientes antropizados.

Os mesmos autores afirmam que a *Sida Galheirensis* é uma espécie nativa e endêmica que ocorre na região Nordeste do Brasil, nos biomas da Mata Atlântica, Caatinga e Cerrado. É uma espécie subarborescente perene que se propaga por meio de sementes e apresenta caule ereto, às vezes decumbente, ramificado desde a base, que é lenhosa, e ramos cilíndricos revestidos por densa pubescência. Ela é uma espécie invasiva infestante encontrada frequentemente em áreas abertas, nas margens de estradas; floresce na estação chuvosa, sendo suas flores procuradas por insetos, principalmente abelhas nativas.

Quanto aos arbustos, plântulas e herbáceas, a família Fabaceae destacou-se com os maiores valores de Densidade Relativa. A espécie *Mimosa tenuiflora* apresentou o maior número de arbustos e plântulas e obteve uma *DR* de 18,4%, considerando-se os dois ambientes. As herbáceas foram representadas pela *Indigofera suffruticosa*, que deteve 0,64% dos valores totais de *DR* deste extrato.

Tradicionalmente citada e conhecida como família Leguminosae, em função dos frutos do tipo legume presentes na maioria das espécies, A família Fabaceae, mesmo com as alterações que aconteceram recentemente no sistema de classificação de plantas, continua com as também tradicionais subfamílias: Caesalpinioideae, Faboideae ou Papilionoideae e Mimosoideae. Como gêneros de plantas invasivas, cabe destacar: *Chamaecrista*, *Senna*, *Abrus*, *Aeschynomene*, *Alysicarpus*, *Crotalaria*, *Desmodium*, *Sesbania*, *Zornia*, *Acacia*, *Indigofera* e *Mimosa*. Numerosas espécies são utilizadas na prática de adubação verde e na alimentação de animais, diante desse fato muitas escapam dos cultivos e passam a ocupar áreas de lavouras. A família, por meio dos seus representantes cultivados para obtenção de grãos, é considerada como a principal fonte fornecedora de proteínas vegetais (MOREIRA & BRAGANÇA, 2011).

Entre as Cactaceae os maiores valores de *DR* foram para a espécie *Tacinga Inamoema* com 26,01%, seguida da *Pilocereus gounellei*, com 1,98%, isto, considerando-se os dois ambientes somados. A *T. inamoema* foi contada em número de colônias, totalizando 461 colônias no ambiente central e 504 no ambiente periférico.

A proliferação dessa vegetação rasteira subarborescente-herbácea no ambiente degradado indica recuperação do solo, uma vez que, cessado o pisoteio causado pelo sobrepastoreio ocorrido antes na área, o solo está em processo de descompactação da camada superficial, propiciando a formação de um banco de sementes que permanecem dormentes durante o período seco e geminam com a presença de água, condicionando a produção de fotomassa.

O banco de sementes conserva-se no solo, sem germinar, em razão de fatores bióticos (inibidores químicos, período de latência, atividades de micro-organismos, etc.) e de fatores abióticos (luz, temperatura, umidade, etc.). Esse banco de sementes, assim como sua viabilidade e latência, condiciona o potencial florístico, que é formado por espécies de etapas sucessionais anteriores e espécies que não tinham estado presentes na área e que fazem parte do potencial, graças à sua capacidade de dispersão (HASPER *et al.*, 1965; MACIEL *et al.*, 2003).

4.4 Análise da sobrevivência e crescimento das plantas

Em atendimento ao objetivo específico (iii), fez-se a análise da sobrevivência e do crescimento vegetativo das mudas transplantadas em 2009 no ambiente experimental alocado dentro da área degradada. O levantamento fitossociológico levado a cabo nos dois ambientes da área degradada não incluiu as espécies transplantadas nesse ambiente experimental. Por esse motivo, algumas espécies, famílias e gêneros que ainda não tinham sido citadas até aqui serão incluídas a partir de agora. São elas: *Myracrodruon urundeuva*, pertencente à família

Anacardiaceae; *Tabebuia impetiginosa*, pertencente à família Bignoniaceae e *Bauhinia cheilantha* e *Erythrina mulungu* pertencentes à família Fabaceae.

As mudas foram plantadas nos dias 02 e 03 de abril de 2009, em plena estação chuvosa, em covas de com diâmetro de 0,20 m e 0,30 m de profundidade. Em cada unidade experimental foram plantadas 180 mudas florestais de espécies nativas do Bioma Caatinga, conforme a Tabela 7.

Tabela 7: Essências florestais e totais de mudas transplantadas nas nanobacias e no plantio direto em 2009

Espécie florestal	Nome vulgar	Grupo ecológico (*)	Mudas Florestais Plantadas - abril de 2009	
			Nas Nanobacias	Plantio direto
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Angico	Pioneira tardia	20	20
<i>Myracrodruon urundeuva</i> (Allemão & Cysneiro)	Aroeira	Secundária tardia	20	20
<i>Tabebuia áurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. F. ex S. Moore	Craibeira	Pioneira tardia	20	20
<i>Cnidoscolus phyllacanthus</i> (M.A.) Pax et K. Hoffm.	Faveleira	Pioneira tardia	20	20
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul.	Jucá	Pioneira tardia	20	20
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mofumbo	Pioneira	20	20
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Mororó da caatinga	Pioneira tardia	20	20
<i>Erythrina mulungu</i> Mart. ex Benth.	Mulungu	Pioneira tardia	20	20
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	Ipê roxo	Climácica	20	20
T O T A L	-	-	180	180

(*) MAIA (2004); SILVA et al (2012)

Visando um desenvolvimento inicial das mudas florestais colocaram-se, em cada cova, 180 g dos macronutrientes N-P-K, através da formulação pronta, 06-24-12. A opção por esta formulação de fertilizante químico, segundo Araújo (2013), foi o baixo nível de fósforo verificado na área e, sobretudo suprir a carência deste elemento no solo além de atender a necessidade inicial das mudas, sobretudo o fortalecimento do sistema radicular.

Após 38 meses de transplantadas, em junho de 2012, foram avaliados os percentuais de sobrevivência, diâmetro do colo e altura de plantas.

A Tabela 8 compara os valores dos percentuais de sobrevivência obtidos em 2012 com os aferidos no mês de maio de 2015; ambos os valores são relativos ao número inicial de mudas transplantadas.

Tabela 8: Espécies florestais sobreviventes na área da pesquisa em 2012 e 2015

Espécie florestal	Mudas Florestais Plantadas em Abril/2009		Plantas Sobreviventes em Julho de 2012		Plantas Sobreviventes em maio de 2015		Percentual de Sobrevivência (%) em 2012		Percentual de Sobrevivência (%) em 2015	
	NB	PD	NB	PD	NB	PD	NB	PD	NB	PD
<i>A. macrocarpa</i>	20	20	11	4	6	3	55,0	20,0	30,0	15,0
<i>M. urundeuva</i>	20	20	20	8	12	3	100,0	40,0	60,0	15,0
<i>T. aurea</i>	20	20	12	3	2	0	60,0	15,0	10,0	0,0
<i>C. phyllacanthus</i>	20	20	8	3	2	1	40,0	15,0	10,0	5,0
<i>C. ferrea</i>	20	20	8	4	2	1	40,0	20,0	10,0	5,0
<i>C. leprosum</i>	20	20	10	3	3	1	50,0	15,0	15,0	5,0
<i>B. cheilantha</i>	20	20	6	4	6	1	30,0	20,0	30,0	5,0
<i>E. mulungu</i>	20	20	1	0	0	0	5,0	0,0	0,0	0,0
<i>T. impetiginosa</i>	20	20	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
T O T A L	180	180	76	29	33	10	42,2	16,1	18,3	5,6

Fonte: Dados de Araújo (2013) e dados aferidos em campo em 2015

Na avaliação de Araújo (2013), das 180 espécies transplantadas nas áreas com plantio direto apenas 29 sobreviveram, o que proporciona uma percentagem de sobrevivência de 16,10%. Quando do preparo do solo com nanobacias, as plantas sobreviventes totalizaram 76, o que equivale a uma percentagem de sobrevivência de 42,20%.

O autor atribui esta diferença no percentual de sobrevivência ao preparo do solo com nanobacias por ter sido oferecido, a essas plantas, maior tempo de disponibilidade de umidade já que nessas áreas não ocorreu escoamento superficial durante o período analisado.

Dentre as espécies sobreviventes em 2012, merece destaque a *Myracrodruon urundeuva*, por ter alcançado 100% de indivíduos sobreviventes no ambiente preparado com nanobacias. No plantio direto, essa espécie obteve 40% de sobrevivência. Por outro lado, a espécie *Tabebuia impetiginosa*, conhecida vulgarmente por ipê-roxo, não sobreviveu nos ambientes degradados estudados em 2012; se supõe por se tratar de uma planta climácica, ou seja, uma planta do último estágio sucessional do Bioma Caatinga.

Também mereceu destaque na avaliação de Araújo (2013) a espécie *Erythrina mulungu*, conhecida vulgarmente por mulungu, na qual apenas uma planta sobreviveu, na área com nanobacias, o que poderá estar relacionado ao fato dessa espécie ser encontrada naturalmente nas proximidades de corpos d'água na Região Semiárida Brasileira.

Para o ano de 2015, os percentuais de sobrevivência em relação ao número de mudas transplantadas em 2009 caíram para todas as espécies consideradas, exceto para a espécie *Bauhinia cheilantha* transplantada nas nanobacias; esta espécie manteve em 30% a sua

sobrevivência neste ambiente, enquanto no ambiente com plantio direto, seu percentual caiu de 20 para 5%.

A espécie *Myracrodruon urundeuva*, que havia sobrevivido 100% em 2012 no ambiente com nanobacias, registrou apenas 60% no ano de 2015 para o mesmo ambiente. Tal como a *Tabebuia impetiginosa*, a *Erythrina mulungu*, que havia registrado 5% de sobrevivência em 2012, também não sobreviveu nos ambientes estudados em 2015.

No tocante à altura das plantas sobreviventes, a espécie que registrou maior altura foi a *Myracrodruon urundeuva* com 173,0 cm nas nanobacias (NB). A menor altura foi registrada para a espécie *Combretum leprosum* com 14,0 cm também nas (NB). A maior altura média foi a da espécie *Bauhinia cheilantha*, que obteve 144,50 cm no ambiente com nanobacias. (Tabela 9).

Tabela 9 - Altura das espécies sobreviventes nas áreas de plantio direto (PD) e solo preparado com nanobacias (NB)

Espécies	Maior altura (cm)		Menor altura (cm)		Altura média (cm)		Desvio padrão		CV (%)	
	PD	NB	PD	NB	PD	NB	PD	NB	PD	NB
<i>A. macrocarpa</i>	112	121	50	58	84,67	91	31,64	22,32	37,37	24,53
<i>B. cheilantha</i>	140	170	140	115	140	144,50	-	22,58	-	15,63
<i>C. ferrea</i>	52	173	52	91	52	132	-	57,98	-	43,93
<i>C. phyllacanthus</i>	150	152	150	51	150	101,5	-	71,42	-	70,36
<i>C. leprosum</i>	60	42	60	14	60	30,33	-	14,57	-	48,04
<i>M. urundeuva</i>	84	173	51	41	70,67	111,17	17,39	41,56	24,61	37,39
<i>T. aurea</i>	-	98	-	55	-	76,5	-	30,41	-	39,75

Fonte: Dados levantados em campo no ano de 2015.

As espécies do PD que apresentaram valores iguais para a maior altura, menor altura e altura média são espécies que só registraram um indivíduo, sendo esses valores referentes aos únicos representantes dessas espécies, por isso não se calculou o desvio padrão e, conseqüentemente, os Coeficientes de Variação (CV) dessas espécies. Na análise de Araújo (2013), estas espécies foram mais abundantes no PD, sendo em número de quatro indivíduos para as espécies *B. cheilantha*, *C. ferrea* e *C. leprosum*, e de três indivíduos para a espécie *C. Phyllacanthus*, possibilitando o cálculo desses parâmetros.

Quanto ao Coeficiente de Variação, Garcia (1989) propôs uma nova classificação, específica para a realidade florestal. Para um determinado caráter os CV foram classificados como baixo [$CV \leq (\bar{x} - 1 DP)$], médio [$(\bar{x} - 1 DP) < CV \leq (\bar{x} + 1 DP)$], alto [$(\bar{x} + 1 DP) < CV \leq (\bar{x} + 2 DP)$] e muito alto [$CV > (\bar{x} + 2 DP)$]. Dentro deste critério a maioria dos valores dos

CV encontrados é considerada média, com exceção da espécie *Cnidocolus phyllacanthus* cujo valor de CV foi alto no NB; das espécies *Anadenanthera macrocarpa* e *Bauhinia cheilantha*, que foram considerados baixos no NB, sendo esta última zero no PD; e da espécie *Myracrodruon urundeuva* que foi considerado baixo no PD.

Dentre as espécies do PD que caíram para um indivíduo por espécie em 2015, os valores de CV encontrados por Araújo (2013) foram considerados baixos para a *B. cheilantha* nos dois ambientes e para a *C. leprosum* no PD, e médios para *C. ferrea* e *C. phyllacanthus*.

Com relação às medidas de diâmetro dessas espécies os valores estão dispostos na Tabela 10.

Tabela 10: Diâmetro do coleto das espécies sobreviventes em 2015 nas áreas de plantio direto (PD) e solo preparado com nanobacias (NB)

Espécies	Maior Diâmetro (cm)		Menor Diâmetro (cm)		Diâmetro Médio (cm)		Desvio Padrão		CV (%)	
	PD	NB	PD	NB	PD	NB	PD	NB	PD	NB
<i>A. macrocarpa</i>	1,1	1,6	0,4	0,6	0,73	0,95	0,35	0,38	47,89	39,81
<i>B. cheilantha</i>	2,1	8,1	2,1	0,9	2,1	2,62	-	2,71	-	103,61
<i>C. ferrea</i>	0,6	1,2	0,6	1,1	0,6	1,15	-	0,07	-	6,15
<i>C. phyllacanthus</i>	2,0	3,3	2,0	1,6	2,0	2,45	-	1,20	-	49,06
<i>C. leprosum</i>	1,8	1,1	1,8	0,4	1,8	0,83	-	0,38	-	45,43
<i>M. urundeuva</i>	1,1	2,3	0,6	0,6	0,9	1,57	0,26	0,53	29,40	33,59
<i>T. aurea</i>	-	2,1	-	1,1	-	1,6	-	0,71	-	44,19

Fonte: Dados levantados em campo no ano de 2015.

Há uma grande heterogeneidade nos diâmetros encontrados das espécies sobreviventes. A espécie que mais se desenvolveu em diâmetro de coleto foi *Bauhinia cheilantha* alcançando o diâmetro máximo de 8,1cm em áreas de NB. Na análise de Araújo (2013) esse valor era de 2,14 cm, tanto no PD quanto no NB. A espécie de menor desenvolvimento em diâmetro foi a *C. ferrea*, cujo diâmetro médio foi de 0,6 cm no PD. Para Araújo (2013) esse valor foi 0,32 cm para a espécie *A. macrocarpa* no PD. O maior valor de diâmetro médio também foi apresentado pela espécie *Bauhinia cheilantha*, com 2,62 cm no NB.

De acordo com o CV, proposto por Garcia (1989) específico para a realidade florestal, visando a determinado caráter, todos os valores dos CV encontrados para os diâmetros foram considerados muito altos, com exceção da espécie *Caesalpinia ferrea* nas nanobacias, que foi considerado baixo. Na análise de Araújo (2013) todos os valores, sem exceção, também foram considerados muito altos.

De modo geral, as condições de adaptação, sobrevivência e desenvolvimento estrutural das espécies nos dois ambientes experimentados permaneceram análogas às apresentadas por Araújo (2013), ou seja, o ambiente preparado com nanobacias hidrográficas apresentou melhor desempenho na sobrevivência e crescimento das mudas transplantadas do que o ambiente do plantio direto.

Mesmo apresentado redução do percentual geral de sobrevivência nos dois ambientes, de 16,1% em 2012 para 5,5% no plantio direto, e de 42,2 para 18,3% nas nanobacias, bem como o desaparecimento de duas espécies, o experimento comprova que as vantagens de se aplicar uma técnica de preparo do solo como esta são explícitas, uma vez que, num ambiente semiárido, o crescimento das plantas está condicionado às condições hidrológicas do ambiente, além de adaptações fisiológicas das plantas que garantam maior eficiência no aproveitamento da umidade do solo.

De acordo com Trovão *et al.* (2007), as plantas da Caatinga apresentam diversas adaptações fisiológicas às condições estressantes, sendo o estudo desses parâmetros de vital importância para o entendimento dos ecossistemas do semiárido.

O conhecimento dessas variáveis fisiológicas possibilita o entendimento de como as espécies vegetais conseguem se estabelecer neste ambiente, exteriorizando fenótipos condicionados pelo seu patrimônio genético, permitindo-lhes a permanência e, portanto, a sua evolução nos diversos ambientes, muitas vezes considerados inóspitos e inviáveis à sobrevivência (TROVÃO *et al.*, 2007).

Os mesmos autores afirmam que o potencial hídrico é um parâmetro que reflete o estado fisiológico dos vegetais, sua estabilidade ou completa eficiência no uso da água.

A absorção de água pelas raízes ocorre devido a um gradiente de potencial hídrico entre solo e a raiz, ou seja, quando o solo seca e seu potencial hídrico declina, as plantas passam a apresentar dificuldade para extrair água do solo, rápido o suficiente para balancear as perdas por transpiração, condições em que as plantas perdem o estado normal de turgidez e murcham (Araújo, 2013).

Níveis menos negativos de potencial hídrico refletem disponibilidade de água no solo ou adaptações bem sucedidas às condições estressantes. Conhecendo-se as variações no potencial hídrico de algumas das espécies vegetais que compõem a Caatinga, pode-se analisar as possíveis adaptações relacionadas a este fator e avaliar a sua influência em outros fatores fisiológicos (TROVÃO *et al.*, 2007).

Algumas das primeiras respostas ao estresse parecem ser mediadas predominantemente por acontecimentos biofísicos, mais do que por alterações de reações químicas causadas pela desidratação (TAIZ; ZEIGER, 1998).

Com a falta de umidade no solo as plantas sofrem alterações, tanto na condutância estomática quanto na atividade fotossintética na folha, a partir do limite térmico, condição de redução da umidade no solo. Taiz e Zeiger (1998) afirmam que, à medida que o estresse se torna mais severo, a eficiência fotossintética do uso da água vai diminuindo, assim como o metabolismo da folha vai sendo mais inibido e que, no início do estabelecimento da seca, a eficiência fotossintética do uso da água absorvida na fotossíntese por vapor de água perdido na transpiração pode aumentar porque o fechamento parcial dos estômatos vai afetar mais a transpiração que a absorção do CO₂.

Nesse sentido, o preparo do solo com nanobacias cumpriu um papel fundamental na contenção do escoamento superficial e da erosão laminar, propiciando solos mais úmidos e favoráveis ao crescimento das plantas, uma vez que facilitou a absorção de água pelas raízes e favoreceu o metabolismo e crescimento vegetativo das plantas.

Quanto aos decréscimos verificados nos percentuais de sobrevivência das espécies ao longo dos anos analisados, sobretudo no ambiente de plantio direto, deve-se considerar, além das condições adversas dos solos deste ambiente, que a seleção de espécies florestais adequadas é fundamental para utilização em recuperação de áreas degradadas. Espécies florestais do grupo ecológico climácico, tampouco espécies de ocorrência natural em proximidade de corpos d'água, não devem ser recomendadas para um trabalho de recomposição de áreas degradadas no domínio das caatingas.

Araújo (2013) recomenda, com base nos resultados de seu experimento, que a data ideal para se efetuar o plantio das mudas florestais, no domínio das caatingas, seja quando a precipitação pluviométrica ultrapassar os 50% da evapotranspiração e continuar ascendente no sentido de atingir a estação úmida.

4.5 Análise espaço-temporal da fertilidade do solo

Em atendimento ao objetivo específico (iv) fez-se a análise espaço-temporal da fertilidade do solo. Essa denominação levou em consideração os diferentes ambientes da pesquisa (espaço) e os distintos períodos analisados (tempo).

Diferentemente de Araújo (2013), que analisou o solo comparando os resultados de antes do experimento com plantio de mudas com os de depois do experimento, a comparação

que se fez para este estudo foi dos índices verificados em 2012 com os apresentados em 2015 entre os ambientes de Plantio Direto (PD), Nanobacias (NB) e porções aleatórias da Área Degradada como um todo (AD), tendo como referência os números alcançados por Araújo (2013) e os parâmetros utilizados por ele (Tabela 11).

Tabela 11: Classes de interpretação dos atributos químicos do solo

Atributos	Classes de Interpretação						
	Acidez			Neutro	Alcalinidade		
pH ⁽¹⁾ (CaCl ₂)	Alta < 5	Média 5,1 – 5,9	Baixa 6,0 – 6,9	7,0	Baixa 7,1 – 7,4	Média 7,5 – 7,9	Alta >7,9
Ca ⁽²⁾ (cmolc.dm ⁻³)	Baixo < 2,0			Médio 2,0 – 4,0	Alto >4,0		
Mg ⁽²⁾ (cmolc.dm ⁻³)	Baixo < 0,4			Médio 0,4 – 0,8	Alto >0,8		
K ⁽¹⁾ (cmolc.dm ⁻³)	Baixo 0,0 – 0,15			Médio 0,16 – 0,3	Alto 0,31 – 0,6	Muito Alto >0,61	
P ⁽³⁾ (µg.cm ⁻³)	Baixo 0,0 - 10			Médio 11, 0 - 30	Alto >30		
PST (%) ⁽⁶⁾	Levemente sódico 0,0 – 15 %		Moderadamente sódico 15,01 – 20 %			Muito sódico >20%	
H + Al ⁽⁴⁾ (cmolc.dm ⁻³)	Muito baixa ≤1,0	Baixa 1,01-2,5	Média 2,51-5,0	Bom 5,01-9,0	Muito Bom >9,0		
CTC ⁽⁴⁾ (cmol.cdm ⁻³)	Muito baixa ≤0,8	Baixa 0,81-2,3	Média 2,31-4,6	Bom 4,61-8,0	Muito Bom >8,0		
SB ⁽⁵⁾ (cmolc.dm ⁻³)	Muito baixa ≤ 0,60	Baixa 0,61-1,80	Média 1,81-3,60	Bom 3,61-6,00	Muito Bom > 6,00		
%V ⁽⁵⁾	Muito baixa <20%	Baixa 20,1- 44%	Média 40,1- 60%	Bom 60,1- 80%	Muito Bom >80%		
C. Organico (g.dm ⁻³)	Muito baixo <4,0	Baixo 0,41- 11,6	Médio 11,7- 23,2	Bom 23,3- 40,6	Muito Bom >40,6		
MO ⁽⁵⁾ (g.dm ⁻³)	Baixo < 15	Médio 15-25			Alto <25		

⁽¹⁾UFC - Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Ceará (1993); ⁽²⁾Tomé Jr.(1997);

⁽³⁾EMATER-PB - Sugestões de adubação para o estado da Paraíba-1ª aproximação (1979); ⁽⁴⁾CFSEMG (1999);

⁽⁵⁾Ribeiro et al (1999); ⁽⁶⁾Velasco (1981). ⁽⁷⁾Alvarez V. et al (1999)

As características químicas que indicam a fertilidade do solo no Plantio Direto (PD) e no ambiente com nanobacias (NB) foram analisadas e comparadas para os anos de 2012 e 2015, conforme a Tabela 12.

Tabela 12: Características químicas dos solos da área degradada com valores iniciais e valores médios obtidos para os anos de 2012 e 2015 nos ambientes de Nanobacias (NB) e Plantio Direto (PD)

Características Químicas	Valor Inicial	Características químicas do solo em 2012 e 2015											
		Valores Médios (2012)		Desvio Padrão (2012)		Valores Médios (2015)		Desvio Padrão (2015)		CV (%) (2012)		CV (%) (2015)	
		PD	NB	PD	NB	PD	NB	PD	NB	PD	NB	PD	NB
Cálcio*	2,59	1,90	4,34	0,52	1,23	2,53	3,87	0,46	0,54	27,47	28,42	18,18	13,95
Magnésio*	1,28	2,20	3,55	0,66	0,59	0,88	1,03	0,25	0,42	30,08	16,67	28,40	40,77
Sódio*	0,05	0,04	0,06	0,02	0,02	0,06	0,06	0,00	0,01	38,51	26,81	0,00	16,66
Potássio*	0,26	0,32	0,58	0,07	0,15	0,28	0,36	0,06	0,07	23,51	26,30	21,42	19,44
Soma de Bases	4,18	4,42	8,48	0,81	1,63	3,75	5,32	0,77	1,04	18,40	19,29	20,53	19,55
H + Al*	0,96	1,69	1,35	0,90	1,34	1,23	0,97	0,64	0,26	62,66	86,00	52,03	26,80
CTC*	5,61	6,10	9,82	0,97	2,68	4,98	6,29	1,41	1,3	15,96	27,31	28,31	20,67
PST	0,93	0,70	0,62	0,24	0,10	1,20	0,95	0,00	0,77	0,34	0,17	0,00	80,64
Carbono Orgânico**	3,70	6,90	15,09	2,39	2,59	0,61	0,81	0,06	0,27	25,58	17,16	9,83	3,33
Matéria Orgânica**	6,40	11,90	25,98	4,64	4,43	1,04	1,40	0,09	0,46	28,36	17,07	8,65	32,85
Nitrogênio**	0,30	0,60	1,45	0,29	0,26	0,47	0,08	0,81	0,03	31,98	18,06	172,34	37,50
Fósforo Assimilável***	1,48	0,99	5,00	0,28	0,93	3,00	1,92	2,41	0,49	24,12	18,55	80,33	25,52
V (%)	81,0	72,40	86,27	11,17	9,57	75,3	84,6	54,6	80,0	15,43	11,09	72,52	94,59
pH***	6,07	5,67	6,52	0,30	0,46	6,08	6,64	0,49	0,05	5,26	7,10	8,05	0,75

*($\text{Cmol}_c.\text{dm}^{-3}$); **(g/kg); ***($\text{mg}.\text{dm}^{-3}$) V = Saturação por bases

Na análise de Araújo (2013), comparando-se os valores iniciais com os de 2012, verifica-se a partir da Tabela 12 que, no geral, a fertilidade do solo aumentou na área degradada estudada, em todos os atributos químicos analisados.

Os níveis de Cálcio no solo no interior das nanobacias, para o ano de 2012, se encontravam altos ($> 4 \text{ Cmol}_c.\text{dm}^{-3}$). Já para o ano de 2015 foram considerados médios ($3,87 \text{ Cmol}_c.\text{dm}^{-3}$). No plantio direto o valor médio do Cálcio foi baixo em 2012 ($1,90 \text{ Cmol}_c.\text{dm}^{-3}$) e médio em 2015 ($2,53 \text{ Cmol}_c.\text{dm}^{-3}$).

Quanto ao Magnésio, todos os valores antes e depois do experimento em 2012 foram considerados altos ($> 0,8 \text{ Cmol}_c.\text{dm}^{-3}$) com maiores valores nas nanobacias. Para o ano de 2015 os valores médios de Magnésio continuaram acima de $0,8 \text{ Cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, sendo considerados altos.

Os valores médios de teor de Potássio em 2012 foram superiores ao valor inicial, sendo que o valor médio encontrado nas nanobacias foi duas vezes superior ao inicial. Para o ano de 2015 os valores de Potássio também foram superiores ao valor inicial, porém, apresentaram decréscimo dos números em relação a 2012 nos dois ambientes considerados, caindo de 0,32 no PD e 0,58 no NB, para 0,28 e 0,36 respectivamente.

A soma de bases nas duas formas de preparo do solo em sua maioria, apresentou valores superiores a $3,6 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ em 2012, indicando níveis bons e muito bons de SB, de acordo com a classificação proposta por Ribeiro et al (1999), exceção ao menor valor encontrado no plantio direto que foi de $3,24 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$. Para a análise de 2015 os valores

médios da soma de bases, de acordo com os mesmos critérios, também apresentaram níveis bons, porém, com decréscimo dos números em relação a 2012, caindo de 4,42 no PD e 8,48 no NB, para 3,75 e 5,32 respectivamente.

Os níveis de acidez potencial (H+Al) se encontravam com valores médios baixos em 2012 (entre 1,01 e 2,50 $\text{Cmol}_c.\text{dm}^{-3}$) nas duas formas de preparo do solo, porém, maiores que o valor inicial. Para o ano de 2015 a acidez potencial foi considerada muito baixa nas nanobacias ($< 1,0$) e baixa no plantio direto (entre 1,01 e 2,50 $\text{Cmol}_c.\text{dm}^{-3}$).

Tomando-se como referência a classificação dos valores de CTC propostos pela CFSEMG (1999), o valor médio encontrado nas nanobacias em 2012 foi considerado muito bom ($\text{CTC} > 8,0$) enquanto o valor médio no plantio direto foi considerado bom (CTC entre 4,61 e 8,0). Para a análise de 2015 os valores médios de CTC foram considerados bons nos dois ambientes, porém com decréscimo dos números em relação a 2012, de 6,10 no PD e 9,82 no NB, para 4,98 e 6,29 respectivamente.

Com relação ao Sódio, na análise de Araújo (2013) todos os valores deste elemento e, conseqüentemente, do PST foram considerados baixos antes e depois da implantação do experimento. Em todas as amostras o PST ficou abaixo do limite de 15%. Para o ano de 2015 os dois ambientes continuaram levemente sódicos, porém, com valores superiores aos de 2012, tendo um aumento no PST de 0,70 no PD e 0,62 no NB, para 1,20 e 0,95 respectivamente.

Tomando-se como referência a classificação dos valores de Carbono Orgânico (CO) proposto por Alvares *et al.* (1999) o valor médio encontrado nas nanobacias em 2012 foi considerado médio (CO entre 11,7 e 23,2) e o valor médio no plantio direto foi considerado baixo (CO entre 4,1 e 11,6). O valor inicial do Carbono Orgânico do solo era muito baixo (3,70). No estudo de Araújo (2013) o Carbono Orgânico tinha apresentado melhorias consideráveis ao longo do experimento nos dois tipos de preparo do solo, sendo o valor médio encontrado nas nanobacias 4,1 vezes maior que o valor inicial, e no plantio direto 1,86 vezes o valor inicial. Para o ano de 2015 os valores médios do Carbono Orgânico caíram novamente para muito baixo ($< 4,0$) tanto no plantio direto quanto nas nanobacias, ambos sendo inferiores ao valor inicial.

No que tange à Matéria Orgânica, Araújo (2013) afirma que em solos degradados do Semiárido Brasileiro o aporte de matéria orgânica normalmente é pequeno e a concentração tende a ser baixa. A importância da matéria orgânica no solo é indiscutível devido à sua influência nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo. Tomando-se como referência a

classificação dos valores de Matéria Orgânica (MO) proposto por Sugestões de Adubação para o Estado da Paraíba - 1ª aproximação (1979) o valor médio encontrado nas nanobacias em 2012 foi considerado alto (MO >25) enquanto o valor médio no plantio direto é considerado baixo (MO <15). O valor inicial de Matéria Orgânica do solo era muito baixo (6,40). Na análise de Araújo (2013) tinha-se observado melhorias consideráveis para a Matéria Orgânica ao longo do experimento, sobretudo nas nanobacias, cujo valor médio encontrado (25,98) era quatro vezes maior que o valor inicial. Para o ano de 2015 os valores médios de Matéria Orgânica também caíram para muito abaixo do valor inicial nos dois tipos de preparo do solo.

Os sistemas de exploração do solo que priorizam o aporte de resíduos orgânicos e a sua menor mobilização, como o plantio direto, (Wright *et al.*, 2005) os sistemas agroflorestais (Kaur *et al.*, 2000) e silvipastoris, (Maia *et al.*, 2008) e os cultivos orgânicos, (Xavier *et al.*, 2006), têm-se mostrado eficientes em manter e, às vezes, elevar, os teores de N e C do solo, preservando sua qualidade. Esta melhor qualidade do solo foi evidenciada na análise de Araújo (2013) mediante a adoção dos manejos de plantio direto e construção das nanobacias. Observou-se que o teor médio do Nitrogênio nas nanobacias em 2012 foi 4,8 vezes superior ao valor encontrado no início do experimento; por outro lado, no plantio direto foi de 2,0 vezes. Para o ano de 2015 os valores encontrados para o Nitrogênio caíram em relação a 2012 para os dois tipos de preparo do solo, sendo que nas nanobacias ficou abaixo do valor inicial.

Para o Fósforo Assimilável em todas as amostras analisadas e nos dois sistemas de preparo do solo o valor encontrado em 2012 foi baixo (P entre 0,0 e 10 mg dm⁻³) segundo as sugestões de adubação para o estado da Paraíba - 1ª aproximação (1979). Para o ano de 2015 esses valores permaneceram baixos, porém houve um aumento no ambiente de plantio direto de 0,99 mg dm⁻³ em 2012, para 3,00 mg dm⁻³ em 2015. Nas nanobacias aconteceu o contrário: houve uma queda de 5,00 mg dm⁻³ para 1,92 mg dm⁻³.

Segundo a classificação proposta por Ribeiro *et al.* (1999), a saturação média por bases (%V) nos dois tipos de preparo do solo se encontrava classificada como boa e muito boa, 72,40 e 86,27% no plantio direto e nanobacias respectivamente, para o ano de 2012. Para 2015 esses valores também foram considerados entre bom e muito bom, sendo respectivamente 75,30 e 84,60.

O pH é um atributo químico indicador das alterações nos processos do solo que implicam na disponibilidade e absorção dos nutrientes pelas plantas e pode ser considerado uma acidez ativa. De acordo com a análise de Araújo (2013), quando comparado o valor

inicial (6,07) com a média, há uma tendência de melhoria do solo nas nanobacias (pH 6,52) e deterioração no plantio direto (pH 5,67). Para a análise de 2015 o pH dos dois ambientes considerados continuou baixo (entre 6,0 e 6,9), porém, a tendência de melhoria verificada por Araújo (2013) se manteve não só para as nanobacias, mas também para o plantio direto, que registraram respectivamente 6,08 e 6,64 de valores médios para o pH.

Na análise de Araújo (2013), de acordo com a classificação do coeficiente de variação (CV) proposta por Warrick e Nielsen (1980) o pH apresentou o CV baixo ($< 12\%$), apenas a acidez potencial representada pelo somatório de H + Al apresentou CV alto ($> 62\%$); já os demais elementos apresentaram CV médio (12 a 62%). Para valores de CV acima de 35%, segundo Vanni (1998), a média tem pouco significado em função da grande variabilidade dos parâmetros do solo e mostra que a série de dados é heterogênea. Na análise de 2012, enquadrando-se nesta condição os atributos sódio nos solos onde ocorreu plantio direto e o somatório de H + Al nos dois ambientes estudados.

Para a análise de 2015 a maioria dos valores (57,1%) encontrados para o CV, considerando os mesmos critérios supracitados, é considerada valores médios (entre 12 e 62%), sobretudo no ambiente com nanobacias. O Carbono Orgânico e o pH apresentaram valores baixos de CV nos dois ambientes ($< 12\%$), acompanhados da Matéria Orgânica, do PST e do Sódio no plantio direto, sendo estes dois último de valor 0,00 para o CV. Os mais altos valores de CV foram registrados para o Nitrogênio no PD (172,34%), para o V (%) no NB (94,59%), para o PST no NB (80,64%), para o Fósforo Assimilável no PD (80,33%) e para o V (%) no PD (72,52%). O Nitrogênio e o V (%) foram considerados heterogêneos tanto no PD quanto no NB ($> 35\%$), bem como o Magnésio no NB, a Acidez Potencial no PD e o PST no NB.

Para as amostras coletadas aleatoriamente na área degradada em geral (AD) os resultados para as características químicas do solo, com base na Tabela 11, foram baixos para o Cálcio, o Sódio, o Potássio, a Acidez Potencial, a Matéria Orgânica, o Nitrogênio e o Fósforo Assimilável; o pH foi médio, o Carbono Orgânico foi muito baixo e apenas o Magnésio foi alto. Esses índices mostram a similaridade que existe entre os solos da área degradada em geral e o ambiente experimental de plantio direto, ou seja, dentro da área degradada o solo sem preparo para receber e conter água nas raízes das plantas é muito mais propenso à degradação do que o solo preparado com nanobacias.

A maioria dos atributos químicos de fertilidade do solo, que haviam melhorado em 2012 com relação aos valores iniciais, apresentou decréscimo no ano de 2015, porém,

manteve-se a premissa de que o solo preparado com nanobacias apresenta maior eficiência nos índices de fertilidade e de crescimento vegetativo das plantas do que o solo sem preparo.

De todos os atributos químicos analisados, os únicos que aumentaram os índices nos dois ambientes de um ano para o outro foram o pH (de 5,67 no PD e 6,52 no NB em 2012, para 6,08 no PD e 6,64 no NB em 2015) e o PST % (de 0,70 no PD e 0,62 no NB em 2012, para 1,20 no PD e 0,95 no NB em 2015). Além desses, o Cálcio, o Sódio, o Fósforo Assimilável e a Saturação por Bases também aumentaram os índices entre os dois anos analisados, porém, só no ambiente de plantio direto. Todos os demais atributos apresentaram decréscimo dos números entre 2012 e 2015, apenas mantendo-se o Sódio no ambiente com nanobacias. Mesmo com os decréscimos verificados nos números, as nanobacias continuam com os melhores índices nos atributos químicos analisados.

Compreende-se este decréscimo como uma prerrogativa sistêmica dentro do conjunto de fatores ambientais observados na área. Ou seja, a queda da fertilidade decorre, dentre outros fatores, do pouco tempo de disponibilidade de água no solo, que por sua vez inibe o crescimento das plantas, que deixam o solo desprotegido da ação erosiva e do intemperismo, que é lixiviado e erodido perdendo nutrientes, matéria orgânica e fertilidade, formando um ciclo de interdependência que caracteriza o ecossistema e reflete a influência de um fator impactante sobre o outro.

Vale salientar que esse decréscimo nos índices dos atributos químicos de fertilidade do solo foi observado apenas no ambiente do experimento com mudas, entre os ambientes de nanobacias e de plantio direto. Das amostras analisadas referentes às porções aleatórias da área degradadas em geral não houve como verificar se houve aumento ou diminuição da fertilidade, pois, não havia valores iniciais de fertilidade para essas áreas. Porém, mesmo com a maioria dos atributos químicos sendo classificados como baixos houve significativa recuperação da cobertura vegetal do solo na área degradada em geral.

4.6 Contribuição dos diversos fatores ambientais (clima, solo, vegetação, água) para a recuperação da área

Em atendimento ao objetivo específico (v), este tópico discorre sobre as contribuições dos diversos fatores ambientais para a recuperação observada na área degradada estudada e suas limitações.

De forma geral a área apresentou significativo aumento na cobertura vegetal, porém, a configuração de sua fitomassa ainda apresenta similaridade com os resultados do primeiro estudo, ou seja, o ambiente periférico continua com maior densidade da vegetação arbustivo-

arbórea do que o ambiente central. Este último, por sua vez, apresentou os maiores índices de crescimento da vegetação em número de indivíduos, porém, com maior significância apenas no estrato subarbustivo-herbáceo.

Quanto à área experimental, onde foram plantadas as mudas de espécies nativas, este ambiente também permaneceu com a mesma configuração, ou seja, o ambiente preparado com nanobacias continua registrando melhores índices de sobrevivência e crescimento das espécies do que o ambiente de plantio direto, porém, nesta área experimental, os números apresentaram decréscimo em relação à última análise e aos números iniciais, tanto para a fertilidade do solo, quanto para o crescimento vegetativo das plantas.

Considerando os números gerais, a recuperação apresentada contou com a contribuição dos vários fatores ambientais característicos da área para a formação da fitomassa observada.

A formação de fitomassa nos domínios da caatinga apresenta limitações relativas aos componentes, clima, água, solo, vegetação, fauna e demais organismos, de cada uma das unidades e tipos de Caatinga.

De acordo com Mafra (2005) a fitomassa é a massa vegetal do ecossistema, formada a partir do fluxo de energia da cadeia alimentar com seus produtores, consumidores e decompositores, tendo as plantas como o elo inicial que dão origem à produtividade bruta a partir da fotossíntese. Da produtividade bruta, descontada a energia gasta no processo respiratório, resultará a produtividade líquida ou primária: isto é, a massa vegetal ou fitomassa do ecossistema. Esta fitomassa é a forma de energia básica para os demais componentes, consumidores e decompositores, do ecossistema.

O mesmo autor afirma que, com base na influência da transpiração e do déficit de saturação do vapor d'água do ar atmosférico sobre a fotossíntese, verifica-se que a mais baixa eficiência da transpiração das plantas nas condições naturais de semiaridez limita o potencial de fitomassa a ser formada. Portanto, a vegetação de caatinga apresenta essa condição natural de baixa produção de fitomassa, tornando moroso o processo de recuperação de áreas degradadas nesse domínio.

Quanto aos fatores climáticos, estes são os principais a serem considerados quando se estuda áreas degradadas no bioma caatinga. A pequena quantidade e distribuição irregular das chuvas em primeiro plano, a temperatura alta, evaporação elevada e o baixo teor de umidade do ar atmosférico são, entre os demais elementos constituintes do clima, os principais

condicionantes, através do processo de transpiração das plantas, da formação de fitomassa, no Domínio das Caatingas.

Observando-se a série histórica de chuvas acumuladas na região da área de estudo nos últimos dez anos (2006 – 2015) percebe-se que o ano mais chuvoso foi o ano de 2008, ano em que a área foi isolada para o início dos estudos (Figura 11). Esse fator contribuiu com a recuperação da vegetação, uma vez que a disponibilidade de água no solo propiciou o brotamento e crescimento de várias espécies nativas, gradativamente, nesse período. Além disso, nos períodos mais úmidos a saturação de vapor d'água no ar atmosférico é maior, auxiliando as plantas no processo de fotossíntese e transpiração, uma vez que estas não necessitam fechar seus estômatos para a contenção da perda de água para o ar, com a mesma intensidade que o fazem nos períodos secos.

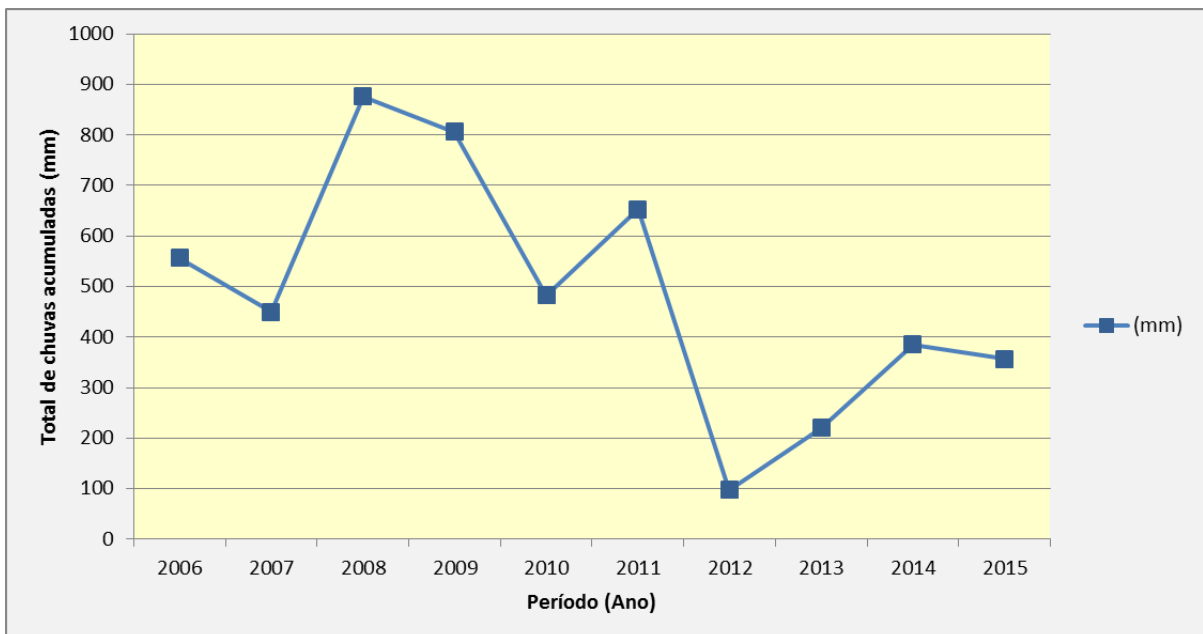


Figura 11: Gráfico do total de chuvas acumuladas na região da área degradada entre os anos de 2006 e 2015. Fonte: Elaborado a partir do Banco de dados meteorológicos da AESA-PB, 2015

De acordo com Andrade (1996), as águas do escoamento superficial podem ser, em parte, acumuladas em reservatórios, barragens nos próprios cursos dos rios, açudes, barreiros, etc. Esses reservatórios estão sujeitos à evaporação média anual de 2.548 mm na superfície líquida livre, sendo 35% durante o período chuvoso e 65% na época seca do ano. Essa evaporação também aumenta a saturação do vapor d'água no ar atmosférico e, consequentemente auxilia a formação de fitomassa.

Dando prosseguimento à série histórica verifica-se que entre 2008 e 2015 os níveis de chuvas acumuladas decresceram de mais de 800 para menos de 400 mm. Tendo o fator

climático como o principal influente na recuperação da cobertura vegetal da área em questão, tal fato revela que a inconstância do regime de chuvas, que não mantém uma tendência ascendente nem decrescente por longos anos consecutivos, influencia na recuperação da área de modo que as condições ambientais necessárias ao crescimento das plantas sofrem variações que comprometem sua plena realização.

Mesmo que a recuperação verificada tenha sido atribuída, principalmente, a ascendência pluviométrica atípica ocorrida em 2008, a área deve levar muitos anos ainda para alcançar a plenitude do processo de recuperação total de sua vegetação.

Analisando-se mês a mês as precipitações dos últimos quatro anos da série supracitada, percebe-se que o mês de março de 2014 foi o que apresentou maior índice pluviométrico, chegando a 188,4 mm. Entre os meses de maio e dezembro as precipitações foram menores para os quatro anos, sendo inferiores a 21,5 mm, com exceção dos meses de novembro e dezembro de 2013, que registraram 19,1 e 87,8 mm, respectivamente (Figura 12).

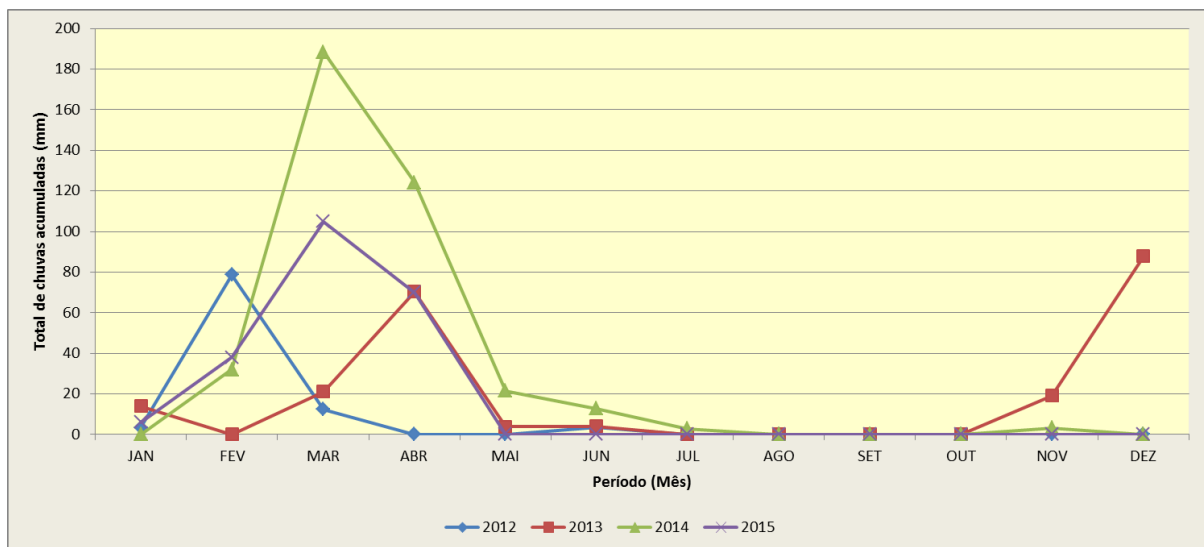


Figura 12: Gráfico do total de chuvas acumuladas mês a mês entre os anos de 2012 e 2015

Fonte: Elaborado a partir do Banco de dados meteorológicos da AESA-PB, 2015

Como a maior parte dos anos é de baixos índices de chuvas acumuladas, o processo de recuperação da área é lento e as mudanças na fitofisionomia da paisagem é pouco variável ao longo dos anos.

Além do fator climático com sua irregularidade pluviométrica, outros fatores como solo, vegetação e fauna também influenciaram na recuperação da área analisada no período considerado.

No tocante ao solo da área, este foi classificado por Araújo (2013) como Luvissole Crômico Órtico Lítico. Os Luvissoles, de acordo com Araújo Filho (2000), são solos

normalmente pouco profundos a rasos e apresentam limitações agrícolas como alta suscetibilidade à erosão, pequena profundidade efetiva, pedregosidade superficial e, às vezes, o relevo movimentado.

Com exceção do relevo, que se apresentou ligeiramente plano, as características supracitadas são encontradas na área degradada em questão, principalmente a pedregosidade superficial. Observa-se na Figura 13 que os locais onde ocorre essa pedregosidade superficial são desprovidos de qualquer resquício de cobertura vegetal, indicando desprovimento de um banco de sementes no local, bem como os efeitos da lixiviação do solo.

Essas características do solo influenciam a recuperação da área de modo a limitar a expansão das espécies e a formação de fitomassa. Mesmo as espécies invasivas como a *Sida galheirensis* não foram encontradas sobre este tipo de substrato pedregoso.



Figura 13: Imagem de solo com camada superficial pedregosa e ausente de vegetação no interior da área degradada na Fazenda Barra, município de Santa Luzia – PB. Foto: Sousa, 2015

Além das limitações do solo, o tipo de vegetação de caatinga característico da região estudada também tem influência no processo de recuperação da área. De acordo com Tavares (1979), o aspecto fisionômico da vegetação marcante na região do Seridó do Rio Grande do Norte e da Paraíba é do tipo Caatinga Campestre. As Caatingas Campestres são geralmente constituídas por um tapete contínuo ou mais comumente descontínuo de ervas entre pequenos arbustos e não são tão expressivas em termos de ocupação de áreas (MAFRA, 2005).

Quanto aos fatores favoráveis da vegetação para a recuperação observada na área, nota-se que o maior aumento no número de indivíduos se deu por parte da vegetação

subarbustivo-herbácea que, em sua maioria, é do tipo efêmera, segundo a classificação de Duque (1973). As plantas efêmeras, ou que escapam à seca, têm em geral ciclo curto. Aproveitam a estação chuvosa para germinação ou brotação, crescimento, floração e frutificação, desaparecendo no período seco do ano. Porém, essas plantas possuem adaptações morfológicas e fisiológicas às condições de semiaridez, de modo que, toda vez que chove, elas rebrotam e recobrem o solo formando uma fitomassa que auxilia no controle da erosão laminar. Ao conjunto de adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas à semiaridez, Duque (1973) deu o nome de xerofilismo.

Quanto ao aspecto faunístico pouco se pôde observar alguma influência mais significativa no que se refere à presença de animais silvestres habitando a área. As condições do ambiente são inóspitas para a manutenção de habitat para animais de grande e médio porte. No entanto, peles de cobras foram vistas no local, evidenciando a passagem de pequenos animais de hábitos noturnos pela área. Além disso, a dispersão de sementes por meio dos pássaros e de morcegos pode ter acarretado o surgimento de algumas espécies que não haviam sido registradas na área no último censo.

Quanto á presença de animais ruminantes e de grande porte, a área está protegida desde o ano de 2008, quando foi isolada para a os estudos de Araújo (2013). Esse fator, associado aos anos de altos índices pluviométricos, foi o de maior significância no processo de recuperação, uma vez que a suspensão do sobrepastoreio no local preservou a vegetação remanescente, descompactou o solo e favoreceu a recuperação natural da vegetação a partir do aproveitamento do máximo tempo de umidade do solo pelas plantas nos períodos chuvosos.

5 CONCLUSÕES

A área degradada objeto deste estudo apresentou evolução significativa no processo de recuperação desde o seu isolamento em 2008 até os dias atuais. Mesmo com a irregularidade do regime de chuvas, o isolamento da área propiciou que a vegetação tivesse expressiva recuperação, uma vez protegida da ação de animais ruminantes e da conseqüente compactação do solo provocada pelo pisoteio.

Diante de todas as análises feitas na área pode-se afirmar que a recuperação verificada na cobertura vegetal, considerando-se todo o tempo de pousio, desde o isolamento do ambiente da pesquisa em 2008, é notória pela fitofisionomia atual da paisagem. Durante todo esse tempo, a preservação dos remanescentes florísticos, em conjunto com os índices pluviométricos verificados, sobretudo no ano em que este se procedeu, garantiram maior tempo de disponibilidade de água no solo e, conseqüentemente, maior aproveitamento dessa umidade pelas plantas, propiciando a formação de fitomassa.

Já para os últimos três anos o que se observa é uma estabilidade do processo de recuperação. Se compararmos as imagens de satélite mais recentes que se tem da área (disponíveis no Google Earth), datadas de 2013 e 2016 (Anexo A, Imagens 5 e 6), pouca ou nenhuma diferença pode-se notar nas manchas vegetacionais apresentadas nas referidas imagens.

Contudo, os fatores tempo e disponibilidade de água ao longo dos anos foram os que mais influenciaram o aumento da vegetação dentro do ambiente degradado. Esse fato se comprova pelo surgimento de novas espécies, Gêneros e famílias, além do acréscimo no número de indivíduos que já havia no ambiente desde o primeiro estudo.

Diante disto conclui-se que:

- 1) O número total de indivíduos aumentou de 2.507 para 12.258 entre 2008 e 2015. Isto significa um aumento superior a 400% considerando-se os dois ambientes;
- 2) O número de espécies aumentou de 20 para 28; o de gêneros de 17 para 27 e o de famílias de 12 para 15;
- 3) O aumento do número de indivíduos e espécies aumentou os parâmetros de Densidade em 212,6%, Dominância em 483,5% e Área Basal em 393,7% entre os anos analisados;
- 4) O percentual de sobrevivência das plantas da área experimental caiu para a grande maioria (75%) das espécies transplantadas;

- 5) Os níveis de crescimento em diâmetro e altura das plantas transplantadas caíram, sobretudo no ambiente do plantio direto;
- 6) Os níveis de fertilidade do solo que haviam aumentado em 2012 em todos os parâmetros analisados caíram em relação à última análise e ao número inicial, sobretudo no ambiente de plantio direto;
- 7) O fator que mais contribuiu para a recuperação geral da vegetação verificada na área foi o isolamento da área em conjunto com os níveis pluviométricos observados no período;
- 8) As condições ambientais no interior da área permaneceram as mesmas de 2012, apesar do aumento nos números da vegetação, ou seja, o ambiente periférico continuou mais denso e com mais indivíduos do estrato $\geq 2\text{m}$ do que o ambiente central. Já no ambiente do experimento com mudas, o solo preparado com nanobacias continuou se sobressaindo em relação ao de plantio direto no que concerne à fertilidade do solo e ao crescimento vegetativo das plantas.

A contribuição desta pesquisa para os estudos dessa natureza está em demonstrar as potencialidades e limitações do processo regenerativo da caatinga, dependendo das técnicas empregadas no processo de recuperação de áreas degradadas. As potencialidades demonstram-se pela alta resistência da vegetação aos efeitos do clima, bem como pela escolha correta do manejo dos recursos com fins de auxiliar a recuperação natural. As limitações ficam por conta do déficit hídrico propiciado pela irregularidade pluviométrica característica do semiárido.

6 REFERÊNCIAS

AESA-PB. **Shapefiles: Estados do Nordeste e Municípios/IBGE, 2007**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportals/shapes.html>. Acesso em 03/05/2015.

ALVAREZ, V. V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H., eds. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p.43-60, 1999.

ALVES, J. J. A.; SOUZA, E. N.; NASCIMENTO, S. S. **Núcleos de Desertificação no Estado da Paraíba**. R. RA'E GA, Curitiba, n. 17, p. 139-152, 2009.

ANDRADE, G. O.; LINS, R. C. Os climas do nordeste. In: Vasconcelos-Sobrinho, J. **As regiões Naturais do Nordeste: o meio e a civilização**. Recife: CONDEPE, 2005. pp. 95-138.

ANDRADE, I.V. **Semiárido água e sede por que?**. Recife. SUDENE. 1996.

ARAÚJO FILHO, J. C.; BURGOS, N.; LOPES, O. F.; SILVA, F. H. B. B.; MEDEIROS, L. A. R.; MÉLO FILHO, H. F. R.; PARAHYBA, R. B. V.; CAVALCANTI, A. C.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SILVA, F. B. R.; LEITE, A. P.; SANTOS, J. C. P.; SOUSA NETO, N. C.; SILVA, A. B.; LUZ, L. R. Q. P.; LIMA, P. C.; REIS, R. M. G.; BARROS, A. H. C. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco**. Recife: Embrapa Solos - UEP Recife; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 252 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 11). 1 CD-ROM.

ARAÚJO, B. A. **Recuperação de áreas degradadas por meio da recomposição da cobertura vegetal e oasificação por nanobacias na microrregião do Seridó paraibano**. 2013. 108 p. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2013.

ARAÚJO, E. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N. **Composição florística e fitossociológica de três áreas de caatinga de Pernambuco**. Revista Brasileira de Biologia, Rio de Janeiro, v. 55, n. 4, p. 595-607, 1995.

ARAÚJO, L. V. C. **Composição florística, fitossociologia e influência dos solos na estrutura da vegetação em uma área de caatinga no semi-árido paraibano**. 2007. 111f. Tese (Doutorado em Agronomia) - UFPB- CCA, Areia-PB, 2007.

ARAÚJO, S. M. S. **A Região Semiárida do Nordeste do Brasil: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos**. In. Rios Eletrônica- Revista Científica da FASETE ano 5 n. 5 dezembro de 2011

ARAÚJO, Sérgio M. S. de. **Ecodinâmica e degradação ambiental no Setor Sul de Belém de São Francisco-PE**. (Dissertação de Mestrado).Recife: DCG/CFCH/UFPE,1996. 168 p.

BARROS, R. S. M. **Medidas de diversidade biológica**. Texto elaborado como parte dos requisitos da disciplina Estágio Docência do Programa de Pós Graduação em Ecologia/UFJF, 2007.

BEZERRA, N. F.. **Água e Desenvolvimento Sustentável no Semiárido**. FUNCEME. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, Série Debates nº 24, dezembro, 2002.

BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo**. 1997. 185 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Minas) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo/Departamento de Engenharia de Minas, São Paulo, 1997.

BITAR, Omar Yazbek & BRAGA, Tania de Oliveira. **O meio Físico na Recuperação de Áreas Degradadas**. in: _____. Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente. São Paulo: ABGE/IPT-DG, 1995. (série meio ambiente) p. 165-179.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Recife: Sudene, 1972. v.2, 354 p. (Boletim Técnico, 26).

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Recife: Sudene, 1973. v.1, 359 p. (Boletim Técnico, 26).

BRAUN-BLANQUETT, J. **Fitosociología. Base para el estudio de las comunidades vegetales**. Madrid: H. Blume Ediciones, 1979. 820 p.

CAIN, S. A.; CASTRO, G. M. O. **Manual of vegetation analysis**. New York. Hafner Publishing Company. 325p., 1971.

CARDINS, I. de S. A. **Susceptibilidade Sócioambiental à Desertificação nos Municípios de Junco do Seridó e Santa Luzia, Estado da Paraíba – Brasil**. 2012. 157 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, CE, 2012.

CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T. **Estrutura diamétrica da comunidade e das principais populações arbóreas de um remanescente de floresta Atlântica submontana (Silva Jardim-RJ, Brasil)**. Revista Árvore, Viçosa, v.33, n.2, p.327-337, 2009.

CARVALHO, G. H. **Contribuição para a determinação da reserva madeireira do sertão central do Estado de Pernambuco**. Boletim Recursos Naturais, Recife. v. 9, n. 112, p. 289-312, 1971.

CARVALHO, J. O. P. **Inventário diagnóstico da regeneração natural da vegetação em áreas da Floresta Nacional do Tapajós no Estado do Pará**. 1982. 128 f. Dissertação (Mestrado)–Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 1982.

CFSEMG - **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG. 360p, 1999.

CHAVES, Alan Del Carlos Gomes et al. **A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a conservação e preservação das florestas**. Agropecuária Científica no Semiárido – ACSA. V. 9, n. 2, p. 42-48, abr - jun, 2013.

CHAVES, L. H. G. et al. **Propriedades químicas do solo aluvial da ilha de assunção – Cabrobó (Pernambuco)**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 28, p. 431-437, 2004.

CHAVES, R. C. B.; PEREIRA, D. D.; MARINHO, I. V.; PEREIRA, F. C.. **Considerações Acerca da Presença e Manejo da Algaroba (*Prosopis juliflora*), no Semiárido Brasileiro, Desmistificando seu Mito de Vilã e um Estudo de Caso em Camalaú – PB**. In. Manejo de Plantas Xerófilas no Semiárido. PEREIRA et al. (Organizador), Campina Grande: ADUFCG, 2013.

DAJOZ, R. **Ecologia geral**. Rio de Janeiro, Vozes, 1983. 472p.

DUQUE, J.G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. Fortaleza. Banco do Nordeste do Brasil. 1973.

EMATER-PB – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Paraíba. **Sugestões de adubação para o estado da Paraíba-1ª Aproximação**. João Pessoa-PB. 105p, 1979

FACHIN, Odília. **Fundamentos de Metodologia**. São Paulo: Saraiva, 2001.

FAO. *Natural resources and the human environment for food and agriculture*. Environment Paper Nº. 1. Roma, 1980.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia. Comunicações Técnicas Florestais**, Brasília-DF, v.5, n.1, 68p, 2003.

FELFILI, J. M.; VENTUROLI, F. **Tópicos em análise de vegetação. Comunicações Técnicas Florestais**, Brasília, v.2, n.2, 34p. 2000.

FINOL, H. **Nuevos parâmetros a considerarse en el analisis structural de las selvas virgenes tropicales**. Revista Florestal Venezuelana, v. 21, p. 29-42, 1971.

FRANCISCO, P. R. M., **Os limites do Semiárido Brasileiro**. In. Manejo de Plantas Xerófilas no Semiárido. PEREIRA et al. (Organizador), Campina Grande: ADUFCG, 2013.

GARCIA, C. H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Circular Técnica, n.171,12 p,1989.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GIRÃO, E. M. C.; PEREIRA, I. C. A. de. **Primeira contribuição para o mapeamento e avaliação das áreas de matas nativas densas do Sertão Central do Estado de Pernambuco, através de fotointerpretação**. SUDENE, Boletim de Recursos Naturais, Recife, v. 9, p. 229-287, 1971.

GIULIETTI, A. M., R. M. HARLEY, L. P. QUEIROZ, M. R.V. BARBOSA, A.L. BOCAGE NETA & M.A. FIGUEIREDO. **Plantas endêmicas da caatinga**. p.103-115 In: Vegetação e flora das caatingas (SAMPAIO, E. V. S. B., A. M. GIULIETTI, J. VIRGÍNIO & C.F.L. GAMARRA-ROJAS, ed. APNE / CNIP, Recife, PE. 2002.

GOMES, M. A. F. **Padrões de caatinga nos Cariris Velhos, Paraíba.** 1979. 88 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, PE.

GOMEZ-POMPA, A.; VASQUIES, C., GIJEVARA, 3. **The tropical rain forest: a non-renewable resource.** Science, (177) :762—5, 1972.

GUERRA, H. O. C & CHAVES, L. H. G. Solos Agrícolas. Campina Grande: EDUFPG, 2006

HASPER, J. L., WILLIAMS, T.J., SAGAR, G. R. **The behavior of seeds in the soil. The heterogeneity off soil surfaces and its role in determining the establishment of plants from seeds.** J. Ecology, (53) :273-86, 1965.

HOSOKAWA, R. T. **Introdução ao manejo de florestas naturais em regime de rendimento sustentado.** Pernambuco. UFRPE. 27p., 1984.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração: Técnicas de Revegetação.** Brasília: IBAMA, 1990. 96 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico de 2010.** Portal do IBGE Cidades. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Acesso em: 05/05/2015.

ISRIC/UNEP **world map of the status of human-induced soil degradation.** Oldeman, L. R.; Hakkeling, R. T. A. e Sombroek, W. G. (orgs.) In: Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD), 2nd revised edition. Wageningen/ Nairóbi, 1991.

JACOMINE, P.K.T. **Solos sob caatingas: características e uso agrícola.** In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentável. Viçosa, SBCS-UFV, 1996. 930p.

JATOBÁ, L. **Noções básicas de geomorfologia.** Recife: Monografias.com. 2006. 19p. Disponível em: <http://br.monografias.com/trabalhos2/geomorfologia/geomorfologia.shtml> Acesso em: 14 de julho de 2015.

KAUR, B.; GUPTA, S. R.; SINGH, G. **Soil carbon microbial activity and nitrogen availability in agroforestry systems on moderately alkaline soils in Northern India.** Soil Ecology, n. 15, p. 283-294, 2000.

KENDALL, H. e PIMENTEL, D. Constraints on the expansion of the global food supply. In. *Ambio*, vol. 23, N° 3, 1994.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica.** São Paulo: Atlas, 1993.

LAMPRECHT, H. **Ensayo sobre la estructura florística de la parte Sur-Oriental del bosque universitario.** El Caimital, Estado Barinas. Revista Florestal Venezolana, v. 7, n. 10/11, p. 77-119, 1964.

LOPES, W. P. et al. **Estrutura fitossociológica de um trecho de vegetação arbórea no Parque Estadual do Rio Doce-Minas Gerais, Brasil**, Acta Botânica Brasílica. São Paulo-SP, v. 16, n. 4, p. 443–456, 2002.

MACIEL, M. de N. M.; WATZLAWICK, L. F.; SCHOENINGER, E. R.; YAMAJI, F. M.. **Classificação Ecológica das Espécies Arbóreas**. Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais, Curitiba, v.1, n.2, p. 69-78, abr./jun. 2003.

MAFRA, R. C.. **Formação de fitomassa no domínio das caatingas: bases teóricas para a implantação de agroecossistemas vegetal e/ou animal**. In. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica, Recife, vol. 2, p.73-89, 2005.

MAGURRAN, A.E. **Measuring Biological Diversity**. Blackwell Science Ltd, Oxford. 2004.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo. D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004.

MAIA, S. M. F. et al. **Frações de nitrogênio em luvissole sob sistemas agroflorestais e convencional no semi-árido cearense**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, n. 32, p. 381392, 2008.

MANTOVANI, M; RUSCHEL A. R.; PUCHALSKY, A; SILVA, J. Z.; REIS M. S. dos; NODARI R. O. **Diversidade de espécies e estrutura siccional de uma formação secundária da floresta ombrófila densa**. Scientia Florestalis, Piracicaba, n. 67, p. 14-16, 2005.

MARTINS, Sebastião. **Recuperação de Áreas Degradadas: como recuperar áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e áreas de mineração**. 3ª Ed. Viçosa-MG: Aprenda Fácil, 2013. p. 15-35

MEDEIROS, J. B. **Redação Científica: a prática de fichamentos, resumos e resenhas**. 11ª ed. São Paulo: Atlas S/A, 2010.

MELLO NETO, A. V.; LINS, R. C.; COUTINHO, S. F. **Áreas de exceção úmidas e subúmidas do semi-árido do nordeste do Brasil: estudo especial**, p. 1-12, 1992.

MELO, M. M. et al. **Estudo fitoquímico da Calotropis procera, sua utilização na alimentação de caprinos: efeitos clínicos e bioquímicos séricos**. Revista Brasileira de Saúde, v. 2, p. 1520, 2001.

MMA - Ministério do Meio Ambiente (Brasil). **Atlas das Áreas Susceptíveis à Desertificação do Brasil**. Brasília, DF, MMA, 2007. 134 p.

MMA - Ministério do Meio Ambiente (Brasil). **Caatinga: pesquisas de 25 anos vão ajudar a proteger o Bioma semiárido mais rico em biodiversidade do mundo**. Disponível em: www.mma.gov.br/estruturas/203/arquivos/matria_manejo_sustentavel_livro_manejo_da_caa_tinga_203.pdf. Acesso em: 01/08/2015

MMA - Ministério do Meio Ambiente/IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros**

por Satélite: Acordo de Cooperação Técnica MMA/IBAMA: Monitoramento do Bioma Caatinga, 2008-2009. Brasília, DF: MMA/IBAMA, 2011. 46 p.

MMA - Ministério do Meio Ambiente/IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite:** Acordo de Cooperação Técnica MMA/IBAMA: Monitoramento do Bioma Caatinga, 2008-2009. Brasília, DF: MMA/IBAMA, 2011. 46 p.

MOREIRA, H. J. C. & BRAGANÇA, H. B. N.. **Manual de identificação de plantas infestantes: hortifrúti.** São Paulo: FMC Agricultural Products, 2011. 1017 p.

MORESI, E. (Organizador). **Metodologia da Pesquisa.** Universidade Católica de Brasília (ucb), Pró-Reitoria de Pós-Graduação: Brasília, DF, 2003. 108 p.

MÜELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology.** J. Wiley & Sons, New York, 547p.,1974.

NOY-MEIR, I. **Desert ecosystems: environment and producer.** Annual Reviews Ecology, 1973.

OLDEAN, L. R. The Global Extent of Soil Degradation. In. Soil Resilience and Sustainable Land Use. Oxon, UK: CAB International, Oxon, UK, 1994.

OLIVEIRA, J.B.; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para o seu reconhecimento.** Jaboticabal, Funep, 1992. 201p.

PEREIRA JÚNIOR, L. R.; ANDRADE, A. P.; ARAÚJO, K. D. **Composição Florística e Fitossociológica de um Fragmento de Caatinga em Monteiro, PB.** Revista Holos, Natal, RN, Vol 6, Ano 28, p. 15, 2012.

POPPER, KARL (1972) - **A Lógica da Pesquisa Científica**, 2a. ed. São Paulo, Editora Cultrix.

RAHMAN, M. A.; WILCOCK, C. C. **A taxonomic revision of Flor de seda (Asclepiadaceae).** Nordic Journal of Botany, v. 11, n. 3, p. 301-308, 1991.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** UFV, Viçosa, MG. p.25-32, 1999.

RODRIGUES, J. L. **Atlas Escolar Paraíba.** João Pessoa: Espaço Geo-Histórico e Cultural. 3 ed. João Pessoa, PB. Editora Grafset, 2002

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. **Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação de monitoramento.** In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. de. (eds.). Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: UFV, 1998. p. 203-215.

RODRIGUES, W.C., 2015. DivEs - **Diversidade de Espécies** v3.0 - Guia do Usuário. Entomologistas do Brasil. 33p. Disponível em: <<http://dives.ebras.bio.br>>.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 208 p.

SANTOS, R. D. et al. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 5ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, 92p, 2005.

SANTOS, R. D. et al. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 5ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, 92p, 2005.

SCHERR, S. e YADAV, S. Land Degradation in the Developing World: Implications for Food, Agriculture and the Environment to 2020. Food, Agriculture and the Environment Discussion Paper Nº. 14. International Food Policy Research Institute, Washington, D. C., 1996.

SCHORN, L. A. **Fitossociologia**. Universidade Regional de Blumenau. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABh3cAA/fitossociologia-apostila>>. Acesso em: 26 de jun. 2014.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23ª ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, J.M.C., M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins (orgs.). 2004. **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.

SILVA, C. M. et al. **Guia de plantas visitadas por abelhas na caatinga**. Editora Fundação Brasil Cidadão. Fortaleza-CE, 1ed, 2012.

SOUZA FILHO, F. de A. de. **A política Nacional de Recursos Hídricos: desafios para sua implantação no semiárido brasileiro**. Recursos hídricos e regiões áridas e semiáridas. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. 440 p.

SOUZA, G. V. **Estrutura da vegetação da caatinga hipoxerófila do Estado de Sergipe**. 1983. 95f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1983.

SUDENE. **Recursos Naturais do Nordeste: Investigação e Potencial**. 3a ed., 165 p. Recife, PE, 1979. (Sumário das atividades).

TAIZ, L.; E. ZEIGER. **Plant Physiology** 2ed. Massachussets. Ed. Sinauer Associates, Inc. 792p., 1998.

TAVARES, S.; PAIVA, F. A. F. LIMA, J. L. S. de. **Inventário florestal do Ceará. II. Estudo preliminar das matas remanescentes de Tauá**. SUDENE. Boletim de Recursos Naturais, Recife, PE, v. 12, n. 2, p. 5-19, 1974a.

TAVARES, S.; PAIVA, F. A. F.; TAVARES, E. J. de. S.; CARVALHO, G. H. de. **Inventário florestal do Ceará. Estudo preliminar das matas remanescentes do município de Quixadá**.

SUDENE. Boletim de Recursos Naturais, Recife, v. 7; n. 1/4, p. 93-111, 1969b.

TAVARES, S.; PAIVA, F. A. V.; TAVARES, E. J. S.; CARVALHO, G. H.; LIMA, J. L. S. **Inventário florestal do Ceará. I. Estudo preliminar das matas remanescentes do município de Quixadá.** Boletim de Recursos Naturais v. 7. n.1/4. p. 93-111. 1969a.

TAVARES, S.; PAIVA, F. A.F.; TAVARES, E. J. de. S.; CARVALHO, G. H. de.; LIMA, J. L. S. de. **Inventário florestal de Pernambuco, estudo preliminar das matas remanescentes dos municípios de Ouricuri, Bodocó, Santa Maria da Boa Vista e Petrolina.** SUDENE. Boletim de Recursos Naturais, Recife, PE, v. 8, p.149-194, 1970.

TAVARES, S.; PAIVA, F. A.F.; TAVARES, E. J. de. S.; CARVALHO, G. H. de. **Inventário florestal na Paraíba e no Rio Grande do Norte. I. Estudo preliminar das matas remanescentes do Vale do Piranhas.** Recife, PE: SUDENE, 31 p. 1975. (SUDENE. Série Recursos Naturais 3).

TAVARES, S.; PAIVA, F. A.F.; TAVARES, E. J. de. S.; LIMA, J. L. S. de. **Inventário florestal do Ceará. III. Estudo preliminar das matas remanescentes do município de Barbalha.** SUDENE. Boletim de Recursos Naturais, Recife, PE, v. 13, n. 2, p. 20-46, 1974b.

TAVARES, S. **Vegetação e flora da zona semi-árida do Nordeste e perspectivas do seu aproveitamento.** Recife. SUDENE. 1979.

TAVARES, Sílvio Roberto de Lucena et al. **Áreas Degradadas: conceitos e caracterização do problema.** In: _____. Curso de Recuperação de Áreas Degradadas: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008.

TOMÉ Jr., J. B. **Manual para Interpretação de Análise de Solo.** Livraria e Editora Agropecuária, Guaíba, RS. 247p, 1997.

TROVÃO, D. M. de B. M.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A. de; DANTAS NETO, J. **Variações Sazonais de Aspectos Fisiológicos de Espécies da Caatinga.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.11, n.3, p.307-311, 2007.

UFC - Universidade Federal do Ceará. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará.** 248p, 1993.

UNEP. In:_____. **Status of Desertification and Implementation of the United Nations Plan of Action to Combat Desertification.** Nairóbi: UNEP, 1992.

VANNI, S. M. **Modelos de regressão: estatística aplicada.** São Paulo: Legmar Informática & Editora, 1998. 177p.

VELASCO, I. **Improving the sodic soils of Spain.** Sulfur Agriculture. 1981.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. **Spatial variability of some physical properties of the soil.** In: Hillel, D. (ed.) Applications of soil physics. New York: Academic Press, p.319-344, 1980.

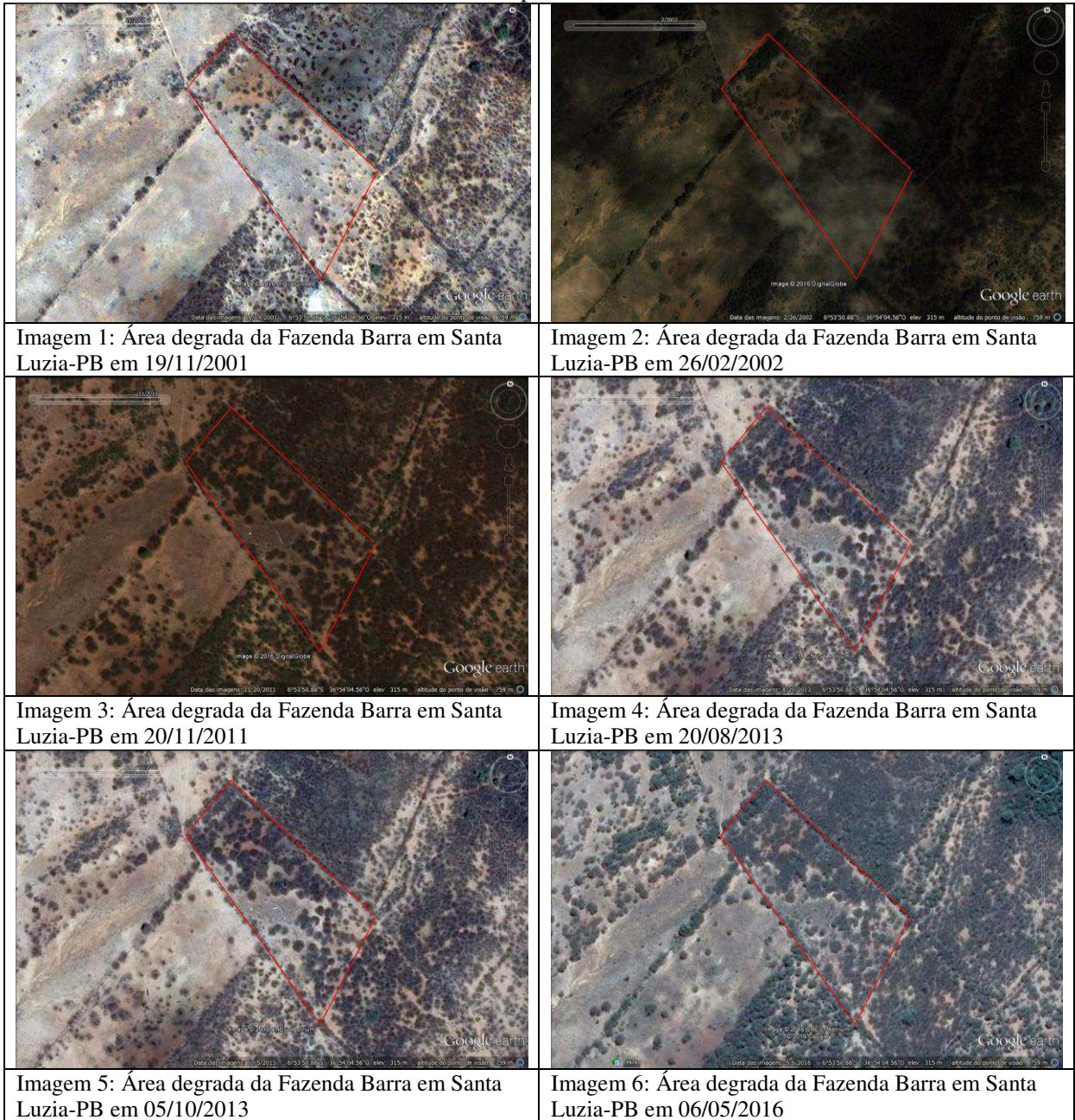
WILSEY, B.J.; CHALCRAFT, D.R.; BOWLES, C.M.; WILLIG, M.R. **Relationships among indices suggest that richness is an incomplete surrogate for grassland biodiversity.** *Ecology*, v. 86, n. 5, p.1178-1184, 2005.

WRI – World Resources Institut. *World Resources 1992-93*. In. Collaboration with the UNEP and UNDP. Nova York: Oxford University Press, 1993.

XAVIER, F. A. S. et al. **Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na Chapada da Ibiapaba – CE.** *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. UFV, Viçosa, MG, n. 30, p. 247-258, 2006.

8 ANEXO

Anexo A: Série de imagens do Google Earth mostrando a fisionomia da vegetação da área degradada estudada na Fazenda Barra, no Município de Santa Luzia-PB, entre os anos de 2001 e 2016.



Fonte: Google Earth, série histórica 2001 - 2016