



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS-CCA
ESPECIALIZAÇÃO EM RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

RAPHAEL AUGUSTO PEREIRA DE ALMEIDA

SOBREVIVÊNCIA DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA CAATINGA EM DOIS
PROJETOS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Imperatriz - MA

2022

RAPHAEL AUGUSTO PEREIRA DE ALMEIDA

**SOBREVIVÊNCIA DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA CAATINGA EM DOIS
PROJETOS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão como requisito básico para a obtenção do título de especialista no curso lato sensu em Especialização em Recuperação de Áreas Degradadas.

Orientadora: Profa. Dra. Thatyane Pereira de Sousa

Imperatriz - MA

2022

A447s

Almeida, Raphael Augusto Pereira de

Sobrevivência de espécies arbóreas da caatinga em dois projetos de recuperação de áreas degradadas. / Raphael Augusto Pereira de Almeida – Imperatriz, MA, 2022.

31 f.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Recuperação de Áreas Degradadas) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2022.

1. Caatinga. 2. Árvores nativas. 3. Regeneração natural. 4. Imperatriz - MA.
I. Título.

CDU 630*23(213.52)

Ficha elaborada pelo Bibliotecário: **Mateus de Araújo Souza CRB13/955**

**SOBREVIVÊNCIA DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA CAATINGA EM DOIS
PROJETOS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**

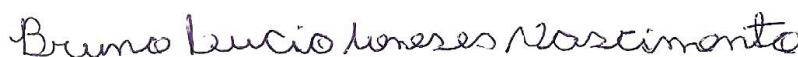
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Universidade Estadual da Região Tocantina
do Maranhão como requisito básico para a
conclusão do Curso de Engenharia
Agrônômica.

Data de aprovação: 17 / 12 / 2022

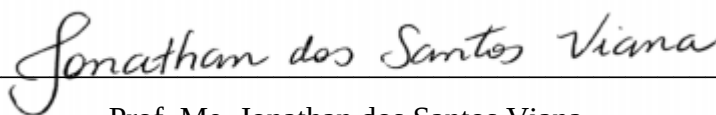
Banca Examinadora



Profa. Dra. Thatyane Pereira de Sousa
Instituição: UEMASUL



Prof. Dr. Bruno Lucio Meneses Nascimento
Instituição: UEMASUL



Prof. Me. Jonathan dos Santos Viana
Instituição: UEMASUL

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me proporcionado muita coragem e força para enfrentar mais um desafio, até mesmo quando parecia impossível;

À minha família, por todo amor e apoio incondicional, por ter contribuído de todas as formas possíveis, sempre me incentivando a busca pelo conhecimento;

Aos meus pais Djalma e Maria Rita por terem me incentivado todos os dias, pelo orgulho que sentem por mim, por acreditarem que o estudo é o caminho para dias melhores;

Aos meus irmãos Felipe e Bruno pelos ensinamentos e apoio, e por terem me acompanhado todo esse tempo, principalmente a Felipe que também é meu sócio no trabalho e um dos meus professores;

A minha companheira, Ana Carolina, que sempre acreditou no meu potencial, mesmo eu descreditando muitas vezes, me apoiou e me deu forças para buscar sempre o melhor de mim.

À professora Thatyane Pereira de Sousa, por ter acreditado em mim, por toda amizade e orientação no meu trabalho de conclusão da Pós em RAD e por sempre ser bastante solícita nas horas que precisei, meus sinceros agradecimentos.

Aos membros da minha Banca Examinadora, Prof. Dr. Bruno Lucio Meneses Nascimento, Prof. Me. Jonathan dos Santos Viana, pela disponibilidade da participação e pelas valiosas contribuições;

A todos os demais colegas da especialização em RAD da UEMASUL por todo apoio e convivência durante esse período, guardarei sempre em minha memória cada momento compartilhado.

RESUMO

A biodiversidade da Caatinga vem sofrendo desde o período colonial, uma série de impactos relacionados ao processo de desertificação, à degradação das terras em regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas. O objetivo do trabalho foi identificar a sobrevivência de espécies florestais em duas áreas degradadas de Caatinga, localizadas na zona rural dos municípios de Santana dos Matos – RN e Alto Santo – CE, submetida ao processo de recuperação pelo método de plantio direto de mudas nativas. O experimento foi desenvolvido em campo, durante o período de maio de 2021 a novembro de 2022. As duas áreas tiveram exploração mineral para retirada de piçarra/saibro e posteriormente sujeitas ao Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). Foi realizado um inventário a 100%, sob a metodologia de Censo Florestal. O censo ocorreu nos dias 22 e 23 de novembro de 2022, onde foram contabilizados todos os indivíduos sobreviventes por espécie. Os resultados mostraram que família Fabaceae apresentou um elevado número de indivíduos regenerantes, com destaque para a espécie *Mimosa tenuiflora* e *Croton blanchetianus* em ambas as áreas, na qual a primeira espécie se aproximou do número de indivíduos plantados, favorecendo assim a recuperação da área degradada de forma natural. Das espécies sobreviventes no município de Alto Santo-CE podemos destacar a espécie *Combretum leprosum* (mofumbo), com 14,8%. É possível observar uma alta taxa de mortalidade das mudas de espécies nativas da Caatinga plantadas nos municípios estudados. Em Alto Santo-CE a mortalidade atingiu aproximadamente 70%, já em Santana dos Matos-RN atingiu 88%. Constatou-se que o maior número de indivíduos sobreviventes tanto plantados como regenerantes pertencentes a família Fabaceae estar relacionado diretamente as espécies pioneiras, que possuem maior resistência. A espécie *Mimosa tenuiflora* (Jurema-preta) foi a que obteve maior número de indivíduos regenerante. Das espécies plantadas, *Combretum leprosum* (mofumbo), foi a que obteve maior porcentagem de sobrevivência, atingindo 14,8%. A alta mortalidade das espécies secundárias, pode ter ocorrido em função de fatores como a distribuição irregular da precipitação.

Palavras-chave: PRAD; Regeneração Natural; Plantio de nativas.

ABSTRACT

The biodiversity of the Caatinga has been suffering since the colonial period, a series of impacts related to the process of desertification, the degradation of the lands in arid, semi-arid and dry sub-humid regions. The objective of this work was to identify the survival of forest species in two degraded areas of Caatinga, located in the rural area of the municipalities of Santana dos Matos - RN and Alto Santo - CE, submitted to the recovery process by the direct planting method of native seedlings. The experiment was carried out in the field, during the period from May 2021 to November 2022. The two areas have mineral exploration for the removal of slate/gravel and subsequently subject to the Project for the Recovery of Degraded Areas (PRAD). A 100% inventory was carried out, using the Forestry Census methodology. The census took place on November 22 and 23, 2022, where all surviving individuals by species were counted. The results showed that the Fabaceae family had a high number of regenerating individuals, with emphasis on the species *Mimosa tenuiflora* and *Croton blanchetianus* in both areas, in which the first species approached the number of individuals planted, thus favoring the recovery of the degraded area of natural shape. Of the surviving species in the municipality of Alto Santo-CE, we can highlight the species *Combretum leprosum* (mofumbo), with 14.8%. It is possible to observe a high mortality rate of seedlings of native Caatinga species planted in the municipalities studied. In Alto Santo-CE, mortality reached approximately 70%, in Santana dos Matos-RN it reached 88%. It was found that the greater number of surviving individuals, both planted and regenerating, belonging to the Fabaceae family, is directly related to the pioneer species, which have greater resistance. The species *Mimosa tenuiflora* (Jurema-preta) was the one that obtained the highest number of regenerating individuals. Of the planted species, *Combretum leprosum* (mofumbo) was the one with the highest percentage of survival, reaching 14.8%. The high mortality of secondary species may have occurred due to factors such as irregular precipitation distribution.

Keywords: PRAD; Natural Regeneration; Native planting.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área de estudo no município de Alto Santo-CE.....	16
Figura 2: Vista aérea da área de implantação do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, Alto Santo-CE. Data: 10/11/2021 (A) e 23/11/2022 (B).....	17
Figura 3: Localização da área de estudo no município de Santana dos Matos-RN.....	18
Figura 4: Vista panorâmica da área de implantação do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, Santana dos Matos-RN. Data: 19/03/2021 (A) e 22/11/2022 (B).....	18
Figura 5: Precipitação mensal registrada nos municípios estudados em 2021(A) e 2022 (B)	21
Figura 6: Espécies regenerantes observadas nas áreas de estudo.....	24
Figura 7: Espécies plantadas sobreviventes observadas na área de estudo após o período seco.....	25

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Lista de famílias, espécies, nome popular e municípios do plantio.....	19
--	----

TABELA 2 - Lista de famílias, espécies, nome popular e número de indivíduos sobreviventes plantados e regenerantes nos municípios de estudo.....	22
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Bioma Caatinga	12
2.2 Principais espécies arbóreas nativas	13
2.3 Revegetação de áreas degradadas.....	14
2.4 Seleção de espécies e plantio de mudas.....	14
2.5 Regeneração natural	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Caracterização da área de estudo.....	16
3.1.1 Alto Santo-CE.....	16
3.1.2 Santana dos Matos-RN	17
3.1.3 Informações do plantio	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1 Precipitação	21
4.2 Estudo da composição florística	22
5 CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga possui uma extensão territorial de cerca de 900.000 km², principalmente na região nordeste, envolvendo oito estados nordestinos além do norte de Minas Gerais (ALMEIDA, 2014). O bioma possui vegetação muito típica, a qual inclui variabilidade típica do clima tropical seco, com duas estações bem definidas, das quais a estação chuvosa predomina nos primeiros meses do ano, e sua vegetação é bastante desenvolvida. Nos períodos de estiagem, as restrições hídricas são maiores, onde as espécies apresentam adaptações a períodos de estiagem intensa, com mecanismos de defesa e manutenção de recursos, como espinhos, sistemas radiculares bem desenvolvidos, caducifólia, etc., tudo para superar as adversidades locais (MAIA et al., 2017).

A biodiversidade da Caatinga vem sofrendo desde o período colonial, uma série de impactos relacionados ao processo de desertificação, à degradação das terras em regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas. Isso inclui desmatamento, poluição de rios, desmatamento, a caça e venda ilegal de animais, erosão, processos estes que inevitavelmente levam à perda da biodiversidade (SEYFARTH; RODRIGUES, 2017).

No Brasil as áreas suscetíveis à desertificação alcançam 980.711 km², distribuídos em oito estados do Nordeste e no norte do Estado de Minas Gerais. Na região do Seridó a área afetada é de aproximadamente 2.341 km² e a pressão antrópica, que contribuiu para este processo, foi relativa às queimadas, ao monocultivo do algodão, pastoreio e ao desmatamento, que são as principais causas da perda da diversidade vegetal (LUETZELBURG, 1923; ANDRADE-LIMA, 1981).

O Nordeste possui seis áreas identificadas como Núcleos de Desertificação, que são: Gilbués (PI), Iaruçuba (CE), Seridó (RN e PB), Cariris Velhos (PB), Sertão do São Francisco (BA) e Cabrobó (PE), com solos expostos e cobertura vegetal descontínua ou ausente (PEREZ-MARIN et al., 2012).

No Estado do Rio Grande do Norte, a extração de piçarra é comum. A piçarra é um material do subsolo composto principalmente de silte, areia e cascalho usado em terraplenagem, aterros sanitários, construção de barragens, etc. A restauração dessas áreas nas quais todo o horizonte foi retirado é um desafio e requer intervenção humana para ajudar os ecossistemas degradados a restaurar sua resiliência (RESENDE; CHAER, 2010; LIMA et al., 2015).

De acordo com o Decreto Federal 97.632/89 (Brasil, 1989), as áreas degradadas são locais onde as ações antrópicas causaram danos ao meio ambiente. A consequência é a redução ou perda de atributos e características naturais.

Em geral, o processo de degradação se inicia com a retirada da cobertura vegetal, pois deixa o solo totalmente exposto às intempéries climáticas e o torna mais suscetível a diversos tipos de erosão, devido à sua estrutura, declividade topográfica, concentração e torrencialidade das chuvas e pelas técnicas de manejo ambiental. A erosão acelerada ocorre principalmente em áreas com encostas íngremes, solos arenosos, falta de vegetação e uso inadequado do solo (GUERRA et al., 2014; SANTOS et al., 2010).

É por isso que o "PRAD", o Programa ou Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas, foi criado com o objetivo principal de criar um roteiro sistemático com informações e especificações técnicas organizadas em etapas lógicas para orientar a restauração técnica ambiental de áreas degradadas ou perturbadas. regiões para atingir os resultados esperados (ALMEIDA, 2016).

Neste contexto, o desenvolvimento de estudos que visam nortear tomadas de decisões por meio da análise da estrutura do componente florestal é sem dúvida imprescindível para conservação e uso dos recursos naturais de forma sustentável (ALVES et al., 2017). Nessa ótica, a análise da sobrevivência de espécies florestais em processo de recuperação de áreas degradadas possibilita melhor conhecimento e entendimento das espécies que compõem a floresta, possibilitando um melhor planejamento para o estabelecimento de estratégias adequadas para a conservação e manejo.

Dessa forma o objetivo do presente trabalho foi identificar a sobrevivência de espécies florestais em duas áreas degradadas de Caatinga, localizadas na zona rural dos municípios de Santana dos Matos – RN e Alto Santo - CE, submetida ao processo de recuperação pelo método de plantio direto de mudas nativas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Bioma Caatinga

A Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro, é considerada dentre as diversidades de vegetação existente na região Nordeste, o maior bioma, ocupando uma área de 844.453 km², equivalente a 11% do território nacional (IBGE, 2004). A vegetação de caatinga apresenta variadas fisionomias e conjuntos florísticos, cuja distribuição é determinada, em boa parte, pelo clima, relevo e embasamento geológico que, em suas múltiplas inter-relações, convertem-se em ambientes ecológicos bastante distintos (RODAL et al., 2008).

Segundo Almeida (2014), o bioma Caatinga, abrange o território semiárido, caracteriza-se por suas relevantes especificidades, especialmente no que diz respeito às suas condições ambientais, em que a vegetação adaptada a climas secos pode ser encontrada em estratos herbáceos, arbustivos e arbóreos. Algumas espécies possuem adaptações relacionadas às características da região, principalmente para evitar a desidratação durante as estiagens prolongadas, quando a maioria das espécies perde as folhas em um processo chamado de caducifolia. Além disso, algumas plantas têm a capacidade de armazenar nutrientes no caule, principalmente no sistema radicular, como fonte de resistência em épocas de escassez. Outros são dotados de espinhos, pelos urticantes, e tricomas, que também servem como estruturas defensivas contra herbívoros. (SILVA, 2016).

Pesquisas realizadas pelo Ministério do Meio Ambiente (2011) apontam que o bioma possui aproximadamente metade da cobertura vegetal original. Em 2008, a vegetação remanescente da área era de 53,62%. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em 2015, apresentou resultados preliminares do monitoramento por satélite da Caatinga. Já foi mapeada uma área de aproximadamente 90 mil Km², o que representa 14% dos seis Estados e 9,15% do total da Caatinga. Até o momento, o monitoramento revela 40% de Caatinga Preservada, 45% de Caatinga Degradada, 7,2% de Solo Exposto, 6,5% de lavoura e 0,7% de corpos d'água.

A Caatinga dentre os biomas brasileiros, é o menos conhecido cientificamente e vem sendo tratado com pouca prioridade, apesar de ser um dos mais ameaçados, devido ao uso inadequado e insustentável dos seus solos e recursos naturais, e por ter cerca de 1% de áreas protegidas por unidades de conservação (PROBIO, 2007).

A Caatinga é considerada um dos biomas brasileiros mais perturbados antropogenicamente no país. Apesar de sua importância e potencial econômico, poucas pesquisas têm sido feitas sobre seu manejo sustentável, sendo importantes pesquisas

relacionadas aos processos responsáveis pela manutenção de sua diversidade, como a composição de bancos de sementes e os processos de regeneração de espécies nativas (BESSA; MEDEIROS, 2011).

2.2 Principais espécies arbóreas nativas

De acordo com Rodal, Martins e Sampaio (2008), o conhecimento da vegetação e das espécies do bioma Caatinga não está bem documentado. A esse respeito, Almeida Neto et al. (2009) observaram que as áreas semiáridas há muito tempo são caracterizadas por possuírem uma vegetação pobre, de baixa importância e com poucas espécies endêmicas. Os autores observam que as pesquisas realizadas mostram que, além de uma variedade de espécies nativas, o bioma também é muito rico. No entanto, sua diversidade e composição da flora desempenham um papel importante no meio ambiente, seja ele ecológico, econômico ou social. Portanto, seu estudo se faz necessário para contribuir e enriquecer mais a literatura sobre o bioma Caatinga.

Prado (2003) cita algumas das plantas lenhosas mais típicas da Caatinga, por exemplo: *Amburana cearensis* (Fr.All.) A.C. Smith, (imburana de cheiro); *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altschul (angico); *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (pereiro); *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira); *Cnidoscolus phyllacanthus* (Müll. Arg.) Pax & Hoffm. (faveleira); *Commiphora leptophloeos* (Mart.) Gillet (imburana); várias espécies de *Croton* (marmeleiros e velames) e de *Mimosa* (juremas); *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., (aroeira), *Schinopsis brasiliensis* Engler (baraúna), e *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex A. DC.) Standley (pau d'arco). Algumas espécies se adaptaram à escassez de água como é o caso da *Spondias tuberosa* Arruda (umbuzeiro), as “barrigudas” *Cavanillesia arborea* Schum. e *Ceiba glaziovii* (Kuntze) Schum. (Bombacaceae), *Jacaratia* sp. (Caricaceae), *Manihot* spp. (maniçoba).

Resende e Chaer (2010) recomendam para plantio em áreas onde houve extração de piçarra na Caatinga, as seguintes espécies: *Eritrina velutina* (Mulungu); *Mimosa tenuiflora* (Jurema); *Mimosa caesalpiniiifolia* (Sabiá); *Enterolobium timbouva* (Timbaúba); *Caesalpinia férrea* (Jucá); *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira); *Tabebuia caraíba* (Craibeira); *Aspidosperma pyrifolium* (Pereiro); *Tabebuia impetiginosa* (Ipê Roxo).

Associado à degradação ambiental, o uso irracional de essências florestais nativas com fins farmacêuticos, industriais e medicinais, através da exploração das folhas, cascas, raízes e frutos, pode levar ao desaparecimento destas espécies. Na caatinga, as espécies aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), braúna (*Schinopsis brasiliensis*), jacarandá (*Jacaranda rugosa*),

cumaru (*Amburana cearensis*) e ipê amarelo (*Tabebuia selachidentata*) já integram a lista de espécies ameaçadas de extinção (PEREIRA, 2011).

2.3 Revegetação de áreas degradadas

A revegetação é uma técnica de conservação primordial para que haja melhoria nos atributos físicos e químicos dos solos, além de proporcionar através da cobertura vegetal, a proteção fundamental para reduzir a perda de sedimentos por erosão, sobretudo a erosão hídrica (GUERRA, 1995; CHAGAS et al., 2001).

Entretanto, a revegetação de áreas severamente impactadas na Caatinga impõe desafios diferentes dos enfrentados em regiões úmidas do País. O mais relevante deles certamente se refere ao clima, o qual apresenta altas temperaturas durante todo o ano, forte sazonalidade de chuvas e longo período de estiagem (GARIGLIO et al., 2010).

Sales (2008) semeou em área degradada e submetida a superpastejo o equivalente a 8-12 milhões de sementes, das seguintes espécies: jurema preta, catingueira, angico e craibeira, entretanto nenhuma plântula conseguiu sobreviver até o final do segundo ano, podendo-se observar os benefícios da aceleração do processo de revegetação de áreas desmatadas advindos da abertura de covas, adição de esterco e fertilizante, ausência de pastejo, produção e plantio de mudas, técnicas utilizadas na área objeto deste estudo.

2.4 Seleção de espécies e plantio de mudas

O plantio de mudas de espécies nativas é uma das técnicas mais utilizadas para a restauração/revegetação de áreas degradadas (ALMEIDA, 2016). No entanto, um aspecto crítico para o sucesso dessa técnica, principalmente em áreas fortemente degradadas, é saber com antecedência quais espécies de plantas serão capazes de sobreviver e prosperar nas condições inóspitas da área degradada.

Estudos de avaliação de desempenho de espécies (geralmente árvores ou arbustos) devem ser realizados na própria área degradada (RESENDE; CHAER, 2010), testando e selecionando o maior número possível de espécies. Grupos selecionados de espécies que introduzirão mudas em áreas degradadas devem ser capazes de restabelecer importantes processos ecológicos e funções para a recuperação da área, como cobertura e proteção do solo, aumento do carbono do solo, fixação biológica de nitrogênio, atração da fauna silvestre e promoção da regeneração natural.

Apesar dos principais aspectos utilizados para a seleção de espécies para plantio nas áreas degradadas estarem relacionados a sobrevivência e crescimento nestas condições, outros também devem ser considerados. Como exemplo, pode ser considerada a prioridade de conservação da espécie para a região ou bioma e a presença de atributos ecológicos e funcionais desejáveis ou que possam contribuir para recuperar o ambiente (RESENDE; CHAER, 2010).

O plantio de mudas é vantajoso porque logo após o desenvolvimento das primeiras plantas, o solo passa a ser coberto por serrapilheira e húmus, atraindo animais dispersores de sementes e dessa forma auxiliando no processo de recuperação da área degradada (RODRIGUES et al., 2009).

2.5 Regeneração natural

A regeneração natural é um processo espontâneo que envolve a recuperação do caráter ambiental de uma determinada área que apresenta um grau de degradação. Seu estudo possibilita a obtenção de informações relacionadas ao comportamento e crescimento futuro das florestas (ALVES et al., 2010). A regeneração é um processo natural que permite a introdução de novos indivíduos para restaurar as condições ideais de uma área (LIMA FILHO et al., 2002).

A regeneração natural das florestas depende de vários fatores, como a disponibilidade e viabilidade das sementes no solo e na serapilheira, o grau de degradação do solo e as perturbações ambientais, principalmente causadas pelo comportamento humano. A regeneração natural é um processo importante na restauração de áreas degradadas, pois permite que propágulos cheguem até a área, permitindo o crescimento de espécies florestais, podendo assim restaurar a composição florística da área degradada (MIRANDA NETO et al., 2012).

Segundo Lima Filho et al. (2002), a regeneração natural permite que espécies induzidas se regenerem e se desenvolvam em povoamentos florestais. O entendimento desse sistema é fundamental, pois permitirá um manejo adequado, aumentando as oportunidades de conservação das florestas e tornando-as mais abundantes.

Portanto, pesquisas sobre processos de regeneração são essenciais para entender sua dinâmica no ambiente, o que pode ser importante para a correta aplicação de programas de manejo e práticas silviculturais para manutenção da vegetação (SILVA et al., 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

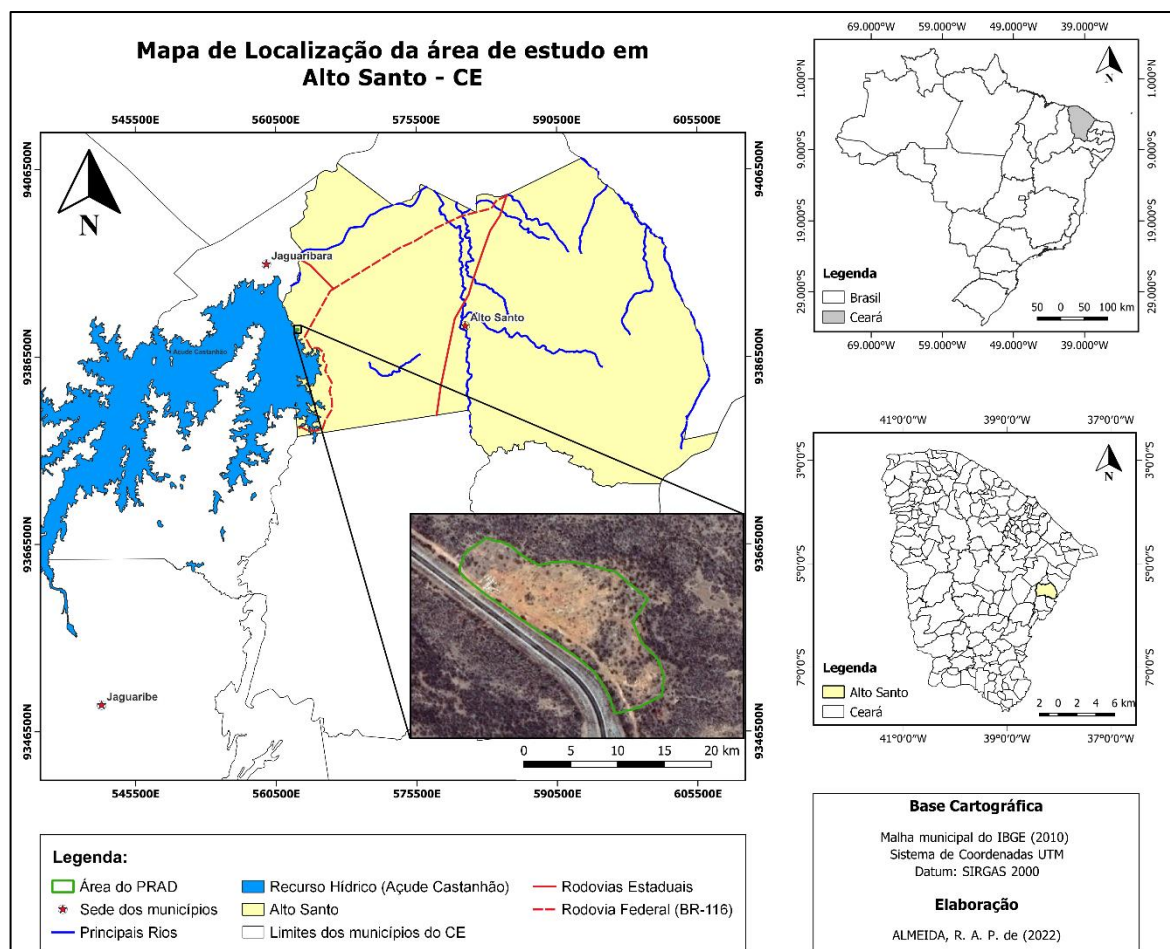
3.1 Caracterização da área de estudo

O experimento foi desenvolvido em campo, durante o período de maio de 2021 a novembro de 2022, sendo duas áreas experimentais subsequentes, nos municípios de Alto Santo-CE (Figuras 1 e 2) e Santana dos Matos-RN (Figuras 3 e 4). As duas áreas tiveram exploração mineral para retirada de piçarra/saibro e posteriormente submetidas à Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). As áreas deste estudo compreendem aproximadamente 3,4 hectares.

3.1.1 Alto Santo-CE

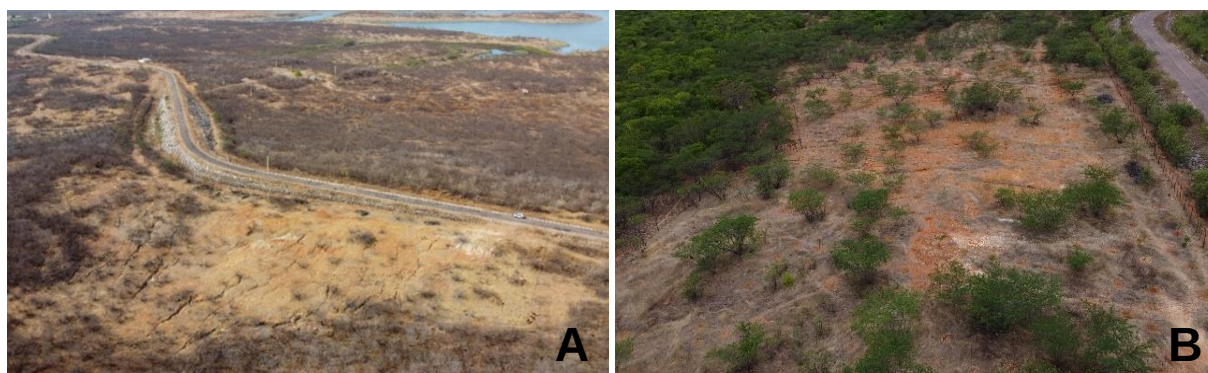
O município de Alto Santo localiza-se no baixo Jaguaribe, porção nordeste do estado do Ceará (figura 1), limitando-se com os municípios de Morada Nova, São João do Jaguaribe, Tabuleiro do Norte, Jaguaribara, Iracema, Potiretama e o estado do Rio Grande do Norte, abrangendo uma área de 1.161 km² (CPRM, 1998).

Figura 1: Localização da área de estudo no município de Alto Santo-CE.



Dados coletados do IPLANCE (1997) e SRH-CE (1992) indicam que a cidade possui clima semiárido com temperaturas médias entre 23 °C e 29 °C e precipitação média anual em torno de 850 mm. A altitude varia de menos de 200 metros a cerca de 500 metros nas montanhas. Os solos também são diversos, encontrando-se principalmente podzólicos, brunos não-cálcicos, cambissolos e solos aluviais. Os tipos de vegetação mais abundantes são a caatinga arbustiva (aberta e também a densa), a caatinga arbórea (ou floresta caducifolia espinhosa) e a mata ciliar ou floresta mista dicótilo-palmácea, onde predomina a carnaúba (CPRM, 1998).

Figura 2: Vista aérea da área de implantação do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, Alto Santo-CE. Data: 10/11/2021 (A) e 23/11/2022 (B).

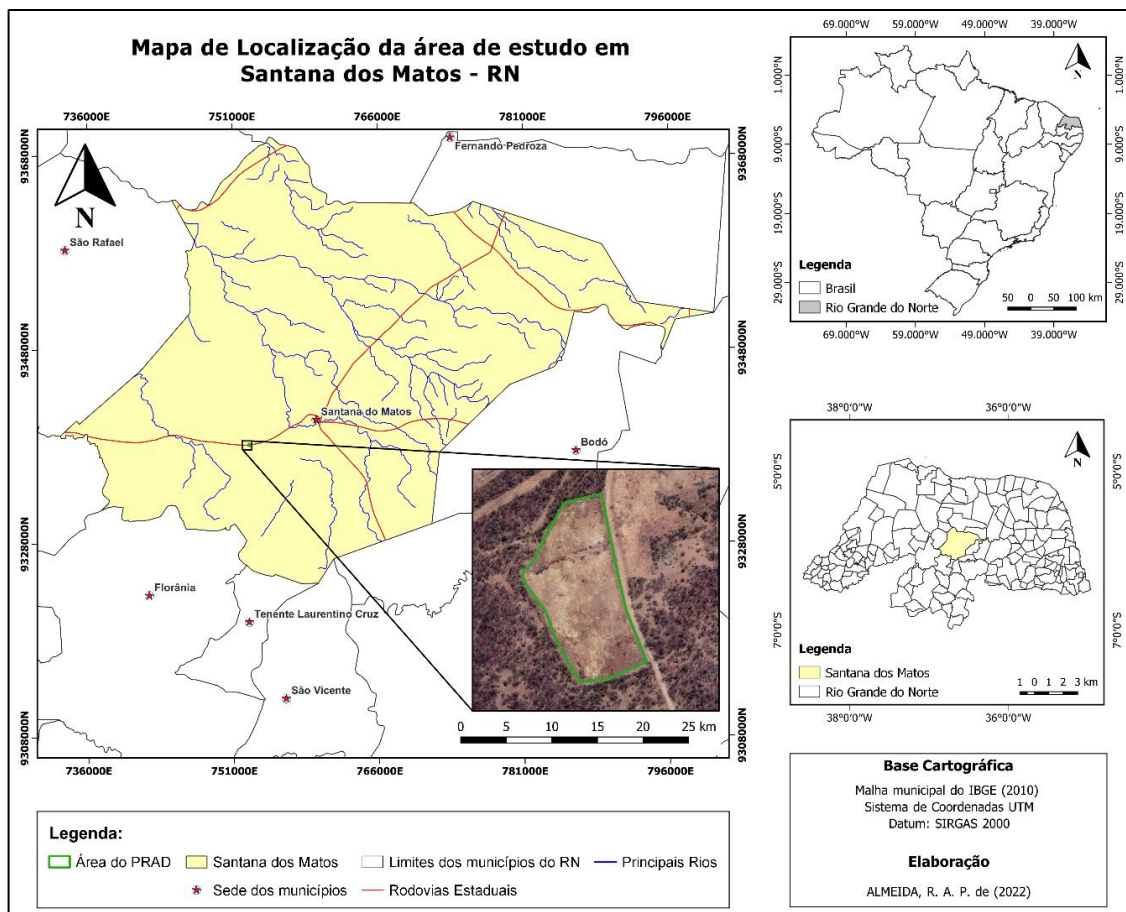


Fonte: Nordeste Reflore – Consultoria Ambiental.

3.1.2 Santana dos Matos-RN

O município de Santana do Matos se localiza na mesorregião Central Potiguar e na microrregião Serra de Santana, limitando-se com os municípios de Fernando Pedroza, Angicos, Itajá, Lagoa Nova, São Vicente, Tenente Laurentino Cruz, Florânia, Jucurutu, Bodó, Cerro Corá e São Rafael (Figura 3), compreende uma área de 1439 km². Apresenta uma condição climática semi-árida, com temperaturas médias entre 21 °C e 32 °C e precipitação pluviométrica média anual em torno de 705,9 mm. As altitudes são variadas, desde 400 metros até cerca de 800 metros na serra. Os solos também são variados, encontrando-se Litólicos Eutróficos, Solonetz Solodizado, Bruno não Cálcico e Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (CPRM, 2005).

Figura 3: Localização da área de estudo no município de Santana dos Matos-RN.



A vegetação predominante é do tipo Caatinga Hiperxerófila - vegetação de caráter mais seco, com abundância de cactáceas e plantas de porte mais baixo e espalhadas. Entre outras espécies destacam-se a jurema-preta, mufumbo, faveleiro, marmeleiro, xique-xique e facheiro (CPRM, 2005).

Figura 4: Vista panorâmica da área de implantação do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, Santana dos Matos-RN. Data: 19/03/2021 (A) e 22/11/2022 (B).



Fonte: Nordeste Reflore – Consultoria Ambiental.

3.1.3 Implantação do PRAD

A implantação do PRAD na área de estudo do município de Alto Santo-CE, ocorreu em dezembro de 2021 em uma área de 2 hectares e no município de Santana dos Matos-RN, ocorreu em maio de 2021 em uma área de 1,4 hectares, tendo como objetivo principal a restauração florestal, com o foco na reabilitação do potencial florestal anterior à exploração mineral em parceria com a empresa de consultoria ambiental Nordeste Reflore. Nas duas áreas foram utilizados o hidrogel para o plantio de 500 mudas cada espécie, foram utilizadas espécies florestais nativas da Caatinga, em um espaçamento de 3mx3m, levando em consideração a regeneração já existente. As mudas foram adquiridas em viveiros da região, a escolha das espécies estava relacionada a disponibilidade de mudas, dando preferência sempre as espécies pioneiras, conforme descritas na Tabela 1.

TABELA 1 - Lista de famílias, espécies, nome popular e municípios do plantio.

Família/ Espécie	Nome popular	Município do Plantio	
		Santana dos Matos-RN	Alto Santo-CE
ANACARDIACEAE			
<i>Anacardium occidentale</i>	Cajueiro		X
<i>Astronium urundeuva</i>	Aroeira	X	X
APOCYNACEAE			
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	Pereiro	X	
BIGNONIACEAE			
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Ipê	X	X
<i>Tabebuia aurea</i>	Craibeira	X	
BURSERACEAE			
<i>Commiphora leptophloeos</i>	Imburana		X
CAPPARACEAE			
<i>Crataeva tapia</i>	Trapiá	X	
COMBRETACEAE			
<i>Combretum leprosum</i>	Mofumbo		X
EUPHORBIACEAE			
<i>Cnidoscolus phyllacanthus</i>	Favela	X	
FABACEAE			
<i>Amburana cearensis</i>	Cumaru	X	X
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Angico		X
<i>Bauhinia cheilantha</i>	Mororó	X	
<i>Cenostigma pyramidale</i>	Catingueira	X	
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Tamboril	X	X
<i>Erythrina mulungu</i>	Mulungu	X	X
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	X	
<i>Libidibia ferrea</i>	Jucá	X	X
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	Sabiá	X	X
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	Jurema-branca		X
<i>Mimosa tenuiflora</i>	Jurema-preta	X	X
<i>Senna spectabilis</i>	Canafistula		X
<i>Vachellia farnesiana</i>	Coronha	X	
MALVACEAE			

<i>Ceiba glaziovii</i>	Barriguda		X
MORINGACEAE			
<i>Moringa oleífera</i>	Moringa	X	
PHYLLANTHACEAE			
<i>Hyeronima sp.</i>	Pau Pedra	X	
RHAMNACEAE			
<i>Sarcomphalus joazeiro</i>	Juazeiro	X	X

A área do experimento foi preparada de forma convencional, as covas de plantios foram abertas com 40 x 40 cm (diâmetro x profundidade), com auxílio de alavanca e cavadeira, a adubação na cova foi realizada utilizando esterco curtido como adubo orgânico. Além do esterco bovino curtido, apenas o hidrogel foi utilizado nas covas no momento do plantio para reduzir o estresse hídrico. Toda a área do experimento foi protegida, consistindo do cercamento com arame farpado para evitar a entrada de animais, principalmente caprinos encontrados em ambas as áreas.

3.2 Precipitação e irrigação

Durante os períodos de janeiro de 2021 a novembro de 2022, foram obtidos os índices de precipitação (FUNCEME e EMPARN) para verificar a distribuição das chuvas durante o período estudado.

Na área de Santana dos Matos foi realizada apenas uma irrigação de salvamento no período seco, em agosto de 2021, já em Alto Santo a irrigação aconteceu a partir de agosto de 2022 de forma intercalada entre as semanas, sendo dispensada a irrigação nas semanas que choviam. O processo de irrigação em ambas as áreas ocorreu de forma manual, utilizando um carro pipa apenas para encher caixas de 500 litros e posteriormente utilizando regadores de 5 l irrigando planta por planta.

3.3 Censo Florestal

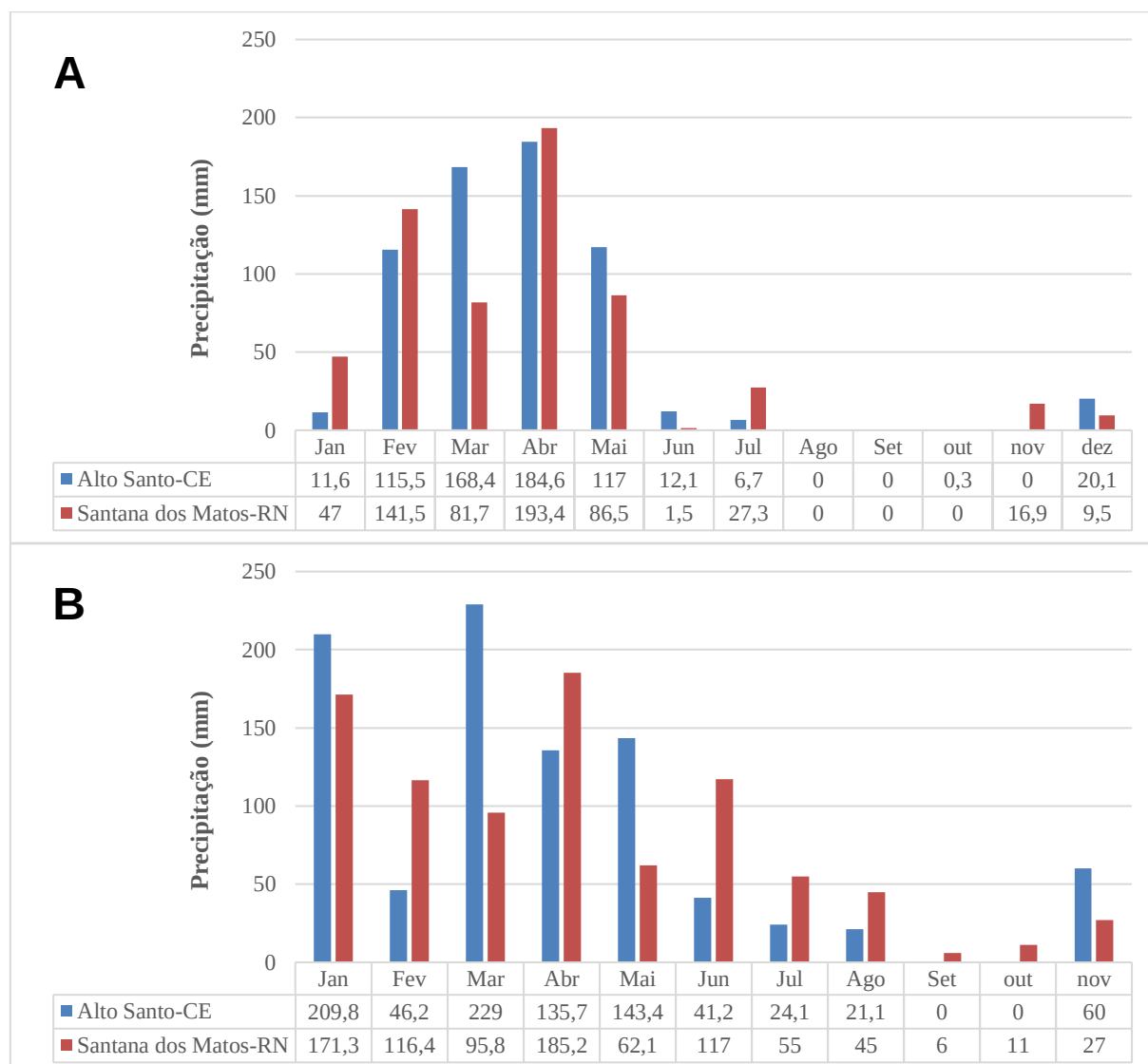
Foi realizado um inventário a 100%, sob a metodologia de Censo Florestal (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997). O censo ocorreu no dia 22 de novembro de 2022 em Santana dos Matos e 23 de novembro de 2022 em Alto Santo, onde foram contabilizados todos os indivíduos sobreviventes por espécie. As variáveis qualitativas dos espécimes florestais, foram registradas através dos parâmetros de Classe de Vitalidade (vivo ou morto), espécie (nome vulgar) e identificadas como plantadas ou regenerantes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Precipitação

A distribuição mensal da precipitação nas áreas de estudo durante o período estudado de maio de 2021 a novembro de 2022, mostram o total registrado foi de 636,0mm em Alto Santo-CE e 605,9 mm em Santana dos Matos-RN em 2021 (janeiro-dezembro), 910,5 mm e 891,8 mm em 2022 (janeiro–novembro). Em ambos os períodos se constata a distribuição das chuvas de janeiro a maio, com destaque para os meses de fevereiro a maio em 2021 e para os meses de janeiro a junho em 2022, cujo total de 92% para Alto Santo-CE e 83% Santana dos Matos-RN, correspondem a precipitação registrada para 2021 e o período estudado (jan-nov/2022) 88% e 84%, respectivamente (Figura 5).

Figura 5: Precipitação mensal registrada nos municípios estudados em 2021(A) e 2022(B).



Fonte: FUNCEME e EMPARN (2022).

A estação chuvosa com maior índice pluviométrico na caatinga é nos primeiros meses do ano (LOBATO et al., 2009), corroborando com os dados apresentados na figura 5. Para Limeira (2008), chuvas esparsas e irregulares ao longo do ano prejudicam o desenvolvimento da vegetação nativa, reduzem a umidade do solo e abastecem os reservatórios. Dessa forma, o período crítico de sobrevivência de mudas lenhosas plantadas em ambientes árido e semiárido, geralmente, está condicionado ao primeiro ano de estiagem, onde as espécies estão se adaptando as novas condições impostas no campo (ABELLA et al., 2015; GONÇALVES, 2017).

Portanto, quanto mais uniformemente distribuída a chuva, maior o aproveitamento da água pelas plantas para conseguirem suportar períodos de estiagem, assim, favorecem uma maior taxa de sobrevivência, principalmente para as espécies primárias e secundárias, que são mais sensíveis ao clima da região. A eficiência do uso da água pela planta oscila com porte da vegetação, o grau de alteração no ambiente (preservada em regeneração degradada), o período do ano, além das suas relações com as condições meteorológicas, e a fenologia da vegetação (SANTOS et al., 2021)

4.2 Estudo da composição florística

Os dados de espécies sobreviventes plantadas e regenerantes nas áreas do PRAD podem ser observados na tabela 2. Os dados indicados foram resultado de uma análise conjunta após as duas estações (seca e chuvosa).

TABELA 2 - Lista de famílias, espécies, nome popular e número de indivíduos sobreviventes plantados e regenerantes nos municípios de estudo.

Família/ Espécie	Nome popular	Nº de indivíduos por Município	
		Santana dos Matos-RN	Alto Santo-CE
ANACARDIACEAE			
<i>Anacardium occidentale</i>	Cajueiro		01
<i>Astronium urundeuva</i>	Aroeira		09
APOCYNACEAE			
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Ipê		03
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	Pereiro		01*
BIGNONIACEAE			
<i>Tabebuia aurea</i>	Craibeira	02	
BURSERACEAE			
<i>Commiphora leptophloeos</i>	Imburana		19
COMBRETACEAE			
<i>Combretum leprosum</i>	Mofumbo		74
EUPHORBIACEAE			
<i>Cnidoscolus phyllacanthus</i>	Favela	01	
<i>Croton blanchetianus</i>	Marmeleiro	34*	118*
<i>Jatropha mollissima</i>	Pinhão-bravo	01*	

FABACEAE			
<i>Amburana cearensis</i>	Cumaru		03
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Angico		14
<i>Cenostigma pyramidale</i>	Catingueira	02 e 19*	02*
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Tamboril		32
<i>Erythrina mulungu</i>	Mulungu		23
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	Sabiá		19
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	Jurema-branca		09
<i>Mimosa tenuiflora</i>	Jurema-preta	350*	20 e 423*
<i>Prosopis juliflora</i>	Algaroba	01*	
<i>Senna spectabilis</i>	Canafistula		05
RHAMNACEAE			
<i>Sarcomphalus joazeiro</i>	Juazeiro	01	

* Espécies regenerantes

É possível observar na tabela 2, que as famílias Fabaceae e Euphorbiaceae apresentaram um elevado número de indivíduos regenerantes, assim como maior número de espécies plantadas. Fabricante e Andrade (2007) analisaram a composição florística e a estrutura da vegetação de um remanescente de caatinga no município de Santa Luzia-PB e constataram que Fabaceae e Euphorbiaceae foram as famílias mais representativas. Situação semelhante foi observada por Pereira Júnior et al. (2012) pesquisando um fragmento de caatinga em Monteiro-PB. A ampla representatividade dessas famílias em outros levantamentos confere a elas uma posição dominante na composição do bioma Caatinga (Pereira Júnior et al., 2012; Fabricante e Andrade, 2007) e apresentam maior riqueza de espécies (BARBOSA et al., 2007; SANTOS & SANTOS, 2008; ANDRADE et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2009; SANTANA et al., 2009; PINHEIRO et al., 2010; SANTOS et al., 2011; GUEDES et al., 2012).

Realizando uma comparação entre as tabelas 1 e 2, é possível observar a ocorrência de indivíduos regenerantes de duas espécies nativas pioneiras da Família Euphorbiaceae, sendo elas as espécies *Croton blanchetianus* (Marmeleiro) e *Jatropha molíssima* (Pinhão-bravo), também é possível verificar a ocorrência da espécie exótica *Prosopis juliflora* (Algaroba).

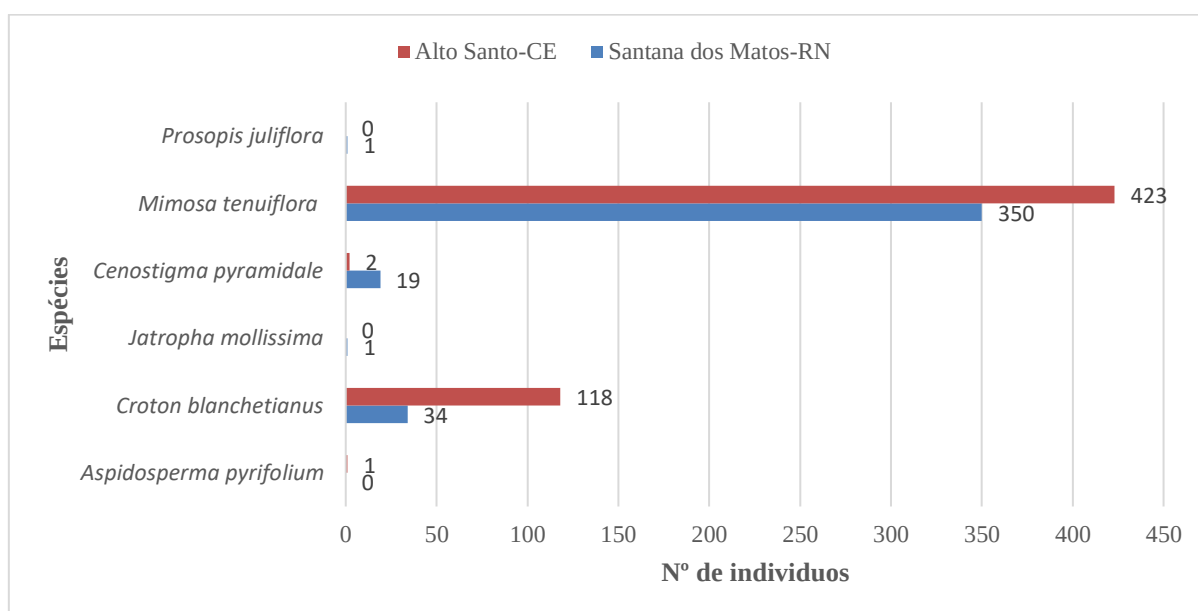
Sampaio et al. (1998), pesquisando uma área de caatinga em Serra talhada-PE, após corte e queima, verificou que a espécie *Croton blanchetianus* se destacou entre as demais espécies no local. Alves et al. (2010) verificou uma dominância por *Croton blanchetianus* em uma área de caatinga em Pombal-PB. A preferência da *Prosopis juliflora* por áreas degradadas já foi relatada em diversos outros estudos realizados na Caatinga (PEGADO et al. 2006; ANDRADE et al. 2010; NASCIMENTO et al. 2014).

Dentre as espécies regenerantes encontradas nas áreas, podemos destacar as espécies *Mimosa tenuiflora* e *Croton blanchetianus* em ambas as áreas (figura 6), na qual a primeira espécie se aproximou do número de indivíduos plantados, favorecendo assim a recuperação da

área degradada de forma natural. As espécies do gênero *Mimosa*, vem se sobressaindo em estudos de recuperação de áreas degradadas na caatinga e de forma geral, espécies de leguminosas arbóreas nodulantes apresentaram boas taxas de sobrevivência e crescimento (LIMA et al., 2015).

A abundância de mudas observada no ambiente levanta a hipótese de que espécies como a jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) possuem um banco abundante de sementes no solo, que servem como um recurso pronto, que pode germinar quando as condições são suficientes, observado neste trabalho pelo maior número de indivíduos regenerantes desta espécie (BAKKE et al., 2006). Segundo Azevêdo et al. (2012), *Mimosa tenuiflora* é uma espécie cujas suas plantas jovens são resistentes e se desenvolvem em condições onde outras espécies normalmente não sobreviveriam, podendo ocupar diversas condições no processo de sucessão natural, iniciais, secundárias ou em solos degradados.

Figura 6: Espécies regenerantes observadas nas áreas de estudo.

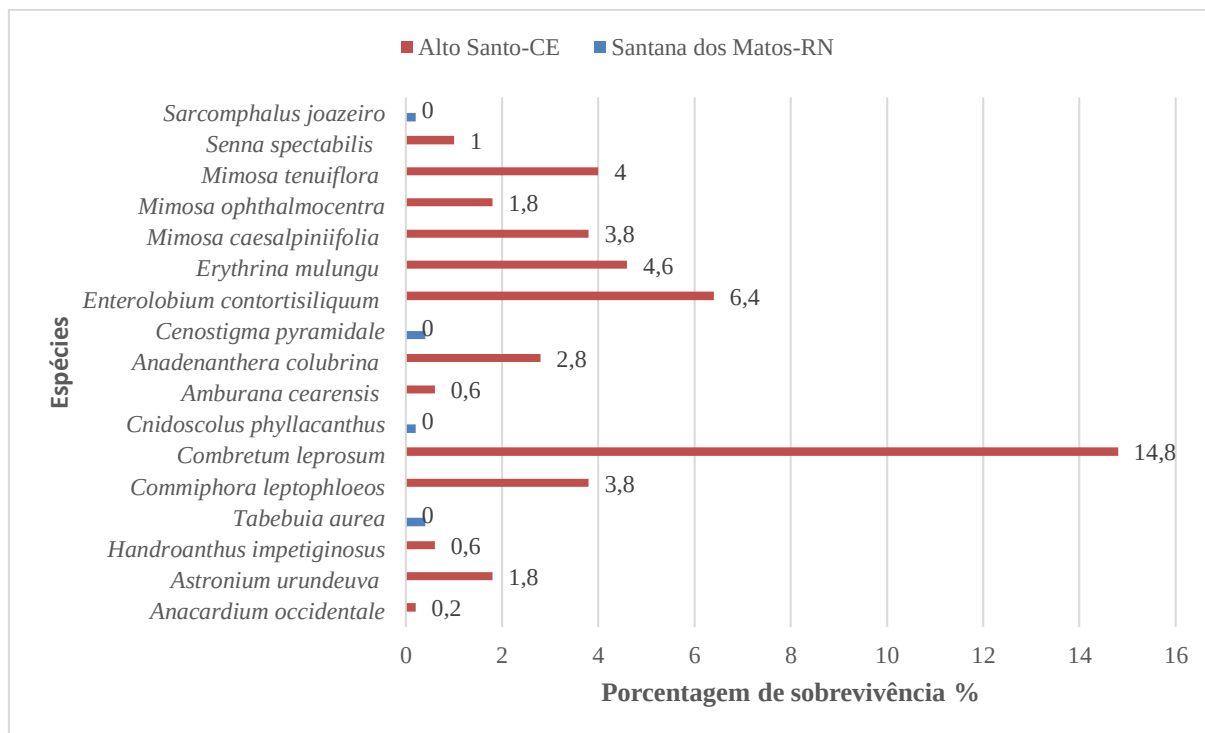


Das espécies plantadas sobreviventes no município de Alto Santo-CE podemos destacar a espécie *Combretum leprosum* (mofumbo), que obteve 14,8% (Figura 7). Segundo Maia (2012) esta espécie é extremamente importante como forrageira e para a recuperação de áreas degradadas, principalmente em matas ciliares.

É possível observar uma alta taxa de mortalidade das mudas de espécies nativas da Caatinga plantadas nos municípios estudados. Em Alto Santo-CE a mortalidade atingiu aproximadamente 70%, já em Santana dos Matos-RN atingiu 88%. Da mesma forma Gonçalves

(2017) em pesquisas no semiárido brasileiro, obteve sobrevivência variando de 3% a 87,5%, dependendo do tipo de solo pesquisado, com menores valores em solo propenso a rachaduras e salinidade.

Figura 7: Espécies plantadas sobreviventes observadas na área de estudo após o período seco.



O aumento taxa de sobrevivência de Alto Santo quando comparada a área de Santana dos Matos, pode ter sido influenciada pelas técnicas de plantio e manutenção utilizadas, como coroamento em torno da cova em que favorece a manutenção de umidade, além do fornecimento semanal de água por meio de regas.

As estratégias de favorecimento da umidade às mudas plantadas em áreas com restrição de chuvas, foi o principal fator apontado por Abella et al. (2015) para uma elevada sobrevivência. Gonçalves et al. (2017) indica que o período crítico de sobrevivência de mudas lenhosas plantadas em ambientes árido e semiárido, geralmente, está condicionado ao primeiro ano de estiagem, onde as espécies estão se adaptando as novas condições impostas no campo.

A caatinga apresenta alta sensibilidade as condições atmosféricas com respostas rápidas em decorrência do déficit hídrico (SOUZA, 2015). Em nível de ecossistema o potencial das espécies em atuarem como fonte ou dreno de CO² depende da disponibilidade hídrica, em regiões semiáridas como a caatinga a assimilação de dióxido de carbono nos ecossistemas são modulados pela precipitação pluvial (MENDES et al., 2020).

Em níveis molecular e bioquímico primários, os efeitos da deficiência hídrica, tem respostas mais complexas, uma vez que dependem da interação de vários processos endógenos e refletindo no desenvolvimento de parte aérea da planta. Os mecanismos fisiológicos como sinalização de ácido abscísico, transporte de íons e fatores de atividade de transcrição, desencadeados pelo déficit hídrico, podem influenciar na condutância estomática, possibilitando a permanência da planta no ambiente (OSAKABE et al., 2014; SANTOS et al., 2021).

5 CONCLUSÕES

O maior número de indivíduos sobreviventes tanto plantados como regenerantes pertencentes a família Fabaceae e Euphorbiaceae está relacionado diretamente as espécies pioneiras, que possuem maior resistência aos períodos de estiagem.

A espécie *Mimosa tenuiflora* (Jurema-preta) foi a que obteve maior número de indivíduos regenerante, com 350 e 423 indivíduos nos municípios estudados.

Das espécies plantadas, *Combretum leprosum* (mofumbo), foi a que obteve maior porcentagem de sobrevivência, atingindo 14,8%.

A alta mortalidade das espécies secundárias, pode ter ocorrido em função de fatores como a distribuição irregular da precipitação, principalmente as espécies plantadas em Santana dos Matos-RN, na qual obteve uma menor precipitação anual e sem irrigação periódica no período de estiagem. Dessa forma, os resultados apresentados mostram que um dos principais entraves para programas de recuperação de áreas degradadas na caatinga consiste na alta taxa de mortalidade das mudas, alertando para o desenvolvimento de tecnologias que possam diminuir a taxa de mortalidade, aumentando a eficiência dos processos de recuperação.

REFERÊNCIAS

- ABELLA, S. R., O'BRIEN, K. L., WEESNER, M. W. Revegetating Disturbance in National Parks: Reestablishing Native Plants in Saguaro National Park, Sonoran Desert. **Natural Areas Journal**, 35(1): 18-25, 2015.
- ALMEIDA, D. S. **Plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD)**. Recuperação ambiental da Mata Atlântica. 3ª ed. rev. Ilhéus/BA: Editus, p. 18-21, 32-39 e 140-158, 2016.
- ALMEIDA, D. S. Modelos de recuperação ambiental. In: ALMEIDA, D. S. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. 3. ed. rev. e ampl. Ilhéus: Editus, p. 100-137, 2016.
- ALMEIDA, F. C. P. **Estrutura e Regeneração Natural em Remanescente de Caatinga sob Manejo Florestal, Cuité-PB**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos-PB, 2014.
- ALMEIDA NETO, J. X. et al. Composição florística e análise populacional do Feijão-bravo (*Capparis flexuosa* L.) no Semiárido Paraibano, Brasil. **Revista Caatinga**, Universidade Rural do Semi-Árido (UFERSA), V. 22, n. 4. 2009.
- ALVES, L. L. B. et al. Análise florística e estrutural de uma área de caatinga preservada no município de Mossoró/R. **Conex. Ci. e Tecnol.** Fortaleza/CE, v. 11, n. 1, p. 8 - 15, mar. 2017.
- ALVES, L. S. et al. Regeneração natural em uma área de caatinga situada no município de Pombal-PB, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 2, p. 152-168, 2010.
- ANDRADE, M. V. M. et al. Levantamento florístico e estrutura fitossociológica do estrato herbáceo e subarbustivo em áreas de Caatinga no Cariri Paraibano. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 229-237, 2009.
- ANDRADE, L. A.; FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, F. X. Impactos da invasão de *Prosopis juliflora* (sw.) DC. (Fabaceae) sobre o estrato arbustivo-arbóreo em áreas de Caatinga no Estado da Paraíba, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 249-255, 2010.
- ANDRADE-LIMA, D. The caatinga dominium. **Revista Brasileira Botânica**, v.4, n.2, p.149-153, 1981.
- AZEVÊDO, S. A et al. Crescimento de plântulas de jurema preta *M. tenuiflora* (Wild) Poiret em solos de áreas degradadas da Caatinga. **Revista Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 3, p. 150-160, 2012.
- BAKKE, I. A. et al. Regeneração natural da jurema preta em áreas sob pastejo e bovinos. **Revista Caatinga**, Mossoró-RN, v.19, n.3, p.228-235, 2006.
- BARBOSA, M. R. V. et al. Vegetação e flora no Cariri Paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 3, p. 313-322, 2007.

BESSA, M. A. P.; MEDEIROS, J. F. Levantamento florístico e fitossociológico em fragmento de Caatinga no município de Taboleiro Grande-RN. **Revista Geotemas**, v. 1, n. 2, p. 69-83, 2011.

CHAGAS, N. G. et al. **Efeito de sistema de cultivo e manejo na conservação do solo e produtividade das culturas para agricultores de sequeiro**. In: 3 Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no semi-árido. Campina Grande, 2001.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Santana do Matos, estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Alto Santo, estado do Ceará**. Fortaleza, 1998.

_____. **Decreto nº 97.632 - 10 abril de 1989**. Regulamentação do Artigo 2º, inciso VII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, Brasília, DF, 10 Abr 1989.

EMPARN. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. Relatório Pluviométrico. **Santana do Matos**. 2022.

FABRICANTE, J. F.; ANDRADE, L. A. Análise estrutural de uma remanescente de Caatinga no Seridó Paraibano. **Revista Oecologia Brasiliense**, v.11, n.3, p.341-349, 2007.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Calendário das Chuvas. **Alto Santo**. 2022.

GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília DF: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368 p.

GONÇALVES, M. P. M. **Técnicas de recuperação florestal em áreas perturbadas na Caatinga**, Ceará. Tese de doutorado, Departamento de Ciência Florestal, UFRPE, 2017.

GUEDES, R. S. et al. Caracterização florístico-fitossociológica do componente lenhoso de um trecho de caatinga no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 99-108, 2012.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T., CUNHA, S. B. (eds.). **Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos**, 2ª edição, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil. p.149-209, 1995.

GUERRA, A. J. T. et al. **Soil erosion and conservation in Brazil**. Anuário do Instituto de Geociências, Rio de Janeiro, v. 37, n. 1, p. 81-91, 2014.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1 mapa. Escala 1: 5.000.000, 2004.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Notícias: **INPE Nordeste mapeia desmatamento da Caatinga**. 2015.

LIMA FILHO, D. A. et al. Regeneração natural de três hectares de floresta Ombrófila densa de terra firme na região do Rio Urucu-AM, Brasil. **Revista Acta Amazônica**, v. 32, n. 4, p. 555-569, 2002.

LIMA, K.D.R. et al. Seleção de espécies arbóreas para revegetação de áreas degradadas por mineração de piçarra na caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 203 – 213, jan./mar. 2015.

LIMEIRA, R.C. **Variabilidade e tendência das chuvas no Estado da Paraíba**. 122 p. Dissertação (Mestrado) Meteorologia. Universidade Federal de Campina Grande – PB. 2008.

LOBATO, F. A. O. et al. Perdas de solo e nutrientes em área de Caatinga decorrente de diferentes alturas pluviométricas. **Revista Agroambiente on-line**, v. 3, n. 2, p. 65-71, 2009.

LUETZELBURG, P. V. Estudo botânico do Nordeste. Rio de Janeiro: **Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas**, v.3, n.57, Série 1-A, p.197-250, 1923.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2. ed. Fortaleza, CE: PRINTCOLOR GRÁFICA E EDITORA, 413 p., 2012.

MAIA, J. M. et al. Motivações socioeconômicas para a conservação e exploração sustentável do bioma Caatinga. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 41, p. 295-310, 2017.

MENDES, K. R., et al. Seasonal variation in net ecosystem CO₂ exchange of a Brazilian seasonally dry tropical forest. **Scientific Reports**, 10, 2020.

MIRANDA NETO, A.; et al. Estrato de regeneração natural de uma floresta restaurada com 40 anos. **Revista Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 72, p. 409, 2012.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiro por Satélite: Acordo de Cooperação Técnica MMA/IBAMA. **Monitoramento do Bioma Caatinga 2008 a 2009**. 2011.

NASCIMENTO, C. E. S. et al. The introduced tree *Prosopis juliflora* is a serious threat to native species of the Brazilian Caatinga vegetation. **Science of the Total Environment** 481: 108–113, 2014.

OLIVEIRA, P. T. B. et al. Florística e fitossociologia de quatro remanescentes vegetacionais em áreas de serra no Cariri Paraibano. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 169-178, 2009.

OSAKABE, Y. et al. **Response of plants to water stress** *Frontiers in Plant Science*. Frontiers Research Foundation 5. 2014.

PEGADO, C. M. A. et al. Efeitos da invasão biológica de algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 20(4):887-898, 2006.

PÉLLICO NETTO, S. & BRENA, D. A. **Inventário Florestal**. v.1, Curitiba – PR, 316p, 1997.

PEREIRA JÚNIOR, L. R.; ANDRADE, A. P.; ARAÚJO, K. D. Composição florística e fitossociológica de um fragmento de Caatinga em Monteiro, PB. **Revista Holos**, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte Natal, Brasil, v. 6, p. 73-87, 2012.

PEREIRA, M. de S. **Manual técnico Conhecendo e produzindo sementes e mudas da caatinga**. Fortaleza: Associação Caatinga, 60 p., 2011.

PEREZ-MARIN, A. M. et al. **Núcleos de desertificação do semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica?** Parecer. *Estratégias*, 17, 87-106, 2012.

PINHEIRO, K. et al. Floristic composition of different soil types in a semi-arid region of Brazil. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 68-77, 2010.

PRADO, D. E. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Ed. Universitária da UFPE, Recife, PE, pp. 03-74, 2003.

PROBIO – Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira. **Subprojeto: levantamento da cobertura vegetal e do uso do solo do bioma caatinga**. 2007.

RESENDE, A. S.; CHAER, G. M. **Manual para recuperação de áreas degradadas por extração de piçarra na Caatinga**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 78 p.7., 2010.

RODAL, M. J. N.; COSTA, K. C. C. C.; SILVA, A. C. B. L. Estrutura da vegetação caducifolia espinhosa (Caatinga) de uma área do sertão central de Pernambuco. **Hoehnea**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 209-217, 2008.

RODAL, M. J. N.; MARTINS, F. R.; SAMPAIO, E. V. S. B. Levantamento quantitativo das plantas lenhosas em trechos de vegetação de Caatinga em Pernambuco. **Revista Caatinga**, Universidade Rural do Semi-árido (UFERSA), (Mossoró,Brasil), v.21, n.3, p.192-205, 2008.

RODRIGUES, R. R. et al. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1242-1251, 2009.

SALES, F. C. V. **Revegetação de área degradada da Caatinga por meio da semeadura ou transplântio de mudas de espécies arbóreas em substrato enriquecido com matéria orgânica**. 2008. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agrosilvopastoris no Semi-Árido) Universidade Federal de Campina Grande, Patos – PB, 2008.

SAMPAIO, E. V. S. B. et al. Regeneração da vegetação de caatinga após corte e queima, em Serra Talhada, PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 5, p. 621-632, maio 1998.

SANTANA, J. A. S. et al. Levantamento Florístico e Associação de Espécies na Caatinga da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN-Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 4, 2009.

SANTOS, A. M. M. & SANTOS, B. A. S. Are the vegetation structure and composition of the shrubby Caatinga free from edge influence? **Acta Botânica Brasilica**, v. 22, n. 4, p. 1077-1084, 2008.

SANTOS, G. G.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.2, p.115–123, 2010.

SANTOS, W. R. et al. Eficiência do Uso da Água para Espécies da Caatinga: uma Revisão Para o Período de 2009-2019. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.14, n.05, 2573-2591, 2021.

SANTOS, R. M. et al. Estrutura e florística de um remanescente de Caatinga arbórea em Juvenília, Norte de Minas Gerais, Brasil. **Cerne**, v. 17, n. 2, p. 247-258, 2011.

SEYFFARTH, J.A.S.; RODRIGUES, V. **Parcerias Estratégicas**: impactos da seca sobre a biodiversidade da caatinga. Brasília-DF. CGEE, v. 22, n. 44, p. 41-62, 2017.

SILVA, M. F. **Uma análise do bioma Caatinga no município de Gado Bravo – PB através do índice Vegetacional por Diferença Normalizada**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental - PPGCTA) Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 51 p., 2016.

SILVA, S. O. et al. Regeneração natural em um remanescente de Caatinga com diferentes históricos de uso no Agreste Pernambucano. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 36, n. 3, p. 441-450, 2012.

SOUZA, L.S. B.de. et al. Balanço de energia e controle biofísico da evapotranspiração na Caatinga em condições de seca intensa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** (Online), 50, 627-636, 2015.