

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**  
**UNIDADE ACADÊMICA ESPECIALIZADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**ESCOLA AGRÍCOLA DE JUNDIAÍ**  
**GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**SISTEMA AGROFLORESTAL: ESTRATÉGIA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA  
DEGRADADA NO BIOMA CAATINGA**

**DÉBORA BAIOCCHI PRINCIVALLI CAMPOS**

Macaíba - RN  
Dezembro de 2020

DÉBORA BAIOCCHI PRINCIVALLI CAMPOS

**SISTEMA AGROFLORESTAL: ESTRATÉGIA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA  
DEGRADADA NO BIOMA CAATINGA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientadora:  
Profa. Dra. Tatiane Kelly Barbosa de Azevêdo Carnaval

Macaíba - RN  
Dezembro de 2020

DÉBORA BAIOCCHI PRINCIVALLI CAMPOS

**SISTEMA AGROFLORESTAL: ESTRATÉGIA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA  
DEGRADADA NO BIOMA CAATINGA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de graduação  
em Engenharia Florestal da  
Universidade Federal do Rio Grande  
do Norte, como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheiro  
Florestal.



---

Profa. Dra. Tatiane Kelly Barbosa de Azevêdo Carnaval



---

Prof. Dr. Sergio Marques Júnior



---

Eng. Florestal João Gilberto Meza Ucella Filho

Macaíba - RN  
Dezembro de 2020

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN  
Sistema de Bibliotecas - SISBI

Catálogo de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial Prof. Rodolfo Helinski - Escola Agrícola de Jundiá -  
EAJ

Campos, Debora Baiocchi Princivalli.

Sistema agroflorestal: estratégia de recuperação de área degradada no bioma caatinga / Debora Baiocchi Princivalli  
Campos. - 2020.  
38f.: il.

Monografia (Graduação) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Curso de Engenharia Florestal, Macaíba, RN, 2020.

Orientador: Profa. Dra. Tatiane Kelly Barbosa de Azevêdo Carnaval.

1. Desertificação - Monografia. 2. Reflorestamento - Monografia. 3. Recuperação Ambiental - Monografia. I. Carnaval, Tatiane Kelly Barbosa de Azevêdo. II. Título.

RN/UF/BSPRH

CDU 504.123

## RESUMO

A Caatinga é o principal bioma do Nordeste Brasileiro, que vem sofrendo ao longo dos anos devido a sua intensa exploração econômica. Exploração esta que transformou quase metade da sua extensão em áreas desertificadas. Por conta disso, estudos estão sendo realizados afim de mitigar os impactos negativos gerados por essas atividades. Baseado nisso, este estudo tem como objetivo avaliar implementação de um Sistema Agroflorestal como estratégia de recuperação de área degradada em uma área considerada em acelerado processo de desertificação do bioma Caatinga. O estudo foi realizado no assentamento rural Trangola, localizado no município de Currais Novos, região Seridó do estado do Rio Grande do Norte. Para o experimento, foram utilizadas mudas de espécies arbóreas madeireiras e frutíferas, implantadas nos espaçamentos 3 x 5 m e NI x NI m, respectivamente. Após o plantio, as mudas foram irrigadas uma vez por semana, por um período de 30 dias, e avaliadas em função das variáveis: diâmetro do colo (DC), altura (H) e sobrevivência. A *Tabebuia aurea*, *Gliricidia sepium*, *Cenostigma nordestinum* e *Anadenantera columbrina* foram as espécies que apresentaram melhores resultados ao final do período avaliado. A taxa de sobrevivência total encontrada foi de 40%, enquanto as frutíferas e madeireiras apresentaram 26% e 63% de sobrevivência, respectivamente. Resultados esperados e considerados positivos para as condições adversas do local.

**Palavras-chave:** desertificação, reflorestamento, recuperação ambiental.

## ABSTRACT

Caatinga is the main biome of the Brazilian Northeast, which has suffered over the years due to its intense economic exploitation. This exploitation has transformed almost half of its extension into desertified areas. Because of this, studies are being conducted to mitigate the negative impacts generated by these activities. Based on this, this study aims to evaluate the implementation of an Agroforestry System as a strategy for the recovery of degraded areas in an area considered to be undergoing an accelerated desertification process of the Caatinga biome. The study was conducted in the rural settlement Trangola, located in the municipality of Currais Novos, Seridó region of the state of Rio Grande do Norte. For the experiment, seedlings of timber and fruit tree species were used, implanted in the 3 x 5 m and NI x NI m spacing, respectively. After planting, the seedlings were irrigated once a week, for a period of 30 days, and evaluated according to the variables: neck diameter (DC), height (H) and survival. *Tabebuia aurea*, *Gliricidia sepium*, *Cenostigma nordestinum* and *Anadenantera columbrina* were the species that presented the best results at the end of the evaluated period. The total survival rate found was 40%, while the fruit trees and lumber trees presented 26% and 63% of survival, respectively. Results were expected and considered positive for the adverse conditions of the site.

**Keywords:** desertification, reforestation, environmental recovery.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. A) Localização geográfica do município de Currais Novos. B) Localização do Assentamento Rural Trangola no Estado do Rio Grande do Norte. C) Mapa do Assentamento Trangola. ....	17
Figura 2. Índice pluviométrico do período avaliado no Assentamento Rural Trangola comparado com o normal do município de Currais Novos - RN.....	18
Figura 3. A) Tubetes de plástico de 290 ml usados na produção das mudas. B) Saquinhos de mudas de utilizados na produção das mudas. C) Areia e esterco bovino peneirados para produção das mudas em tubetes. ....	19
Figura 4. Esquema representativo de plantio do Sistema Agroflorestal. Onde A = mudas de espécies arbóreas madeireiras (nativas e exóticas); F = mudas de espécies frutíferas (nativas e exóticas). ....	20
Figura 5. A) Taxa de sobrevivência e mortalidade da totalidade das mudas plantadas ao fim do período de análise. B) Taxa de sobrevivência e mortalidade das espécies madeireiras ao fim do período de análise. C) Taxa de sobrevivência e mortalidade das espécies frutíferas ao fim do período de análise. ....	22
Figura 6. Taxa de mortalidade de espécies madeireiras ao longo do tempo. ....	23
Figura 9. Diâmetro médio das espécies madeireiras durante o período avaliado, 15 meses após o plantio. ....	26
Figura 10. Altura média das espécies madeireiras durante o período avaliado, 15 meses após o plantio. ....	26

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista das principais espécies arbóreas nativas da Caatinga da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte, Rio Grande do Norte. ....	15
Tabela 2. Lista de espécies utilizadas na implantação do Sistema Agroflorestal.....	18

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	10
2.1. OBJETIVO GERAL.....	10
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	11
3.1. BIOMA CAATINGA .....	11
3.2. ESTRATÉGIAS PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS.....	12
3.3. TIPOS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....	13
3.4. ESPÉCIES INDICADAS PARA REECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS .....	14
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
6. CONCLUSÕES.....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28



## 1. INTRODUÇÃO

A Caatinga é considerada o bioma de clima semiárido mais biodiverso do mundo (WWF, 2014) apresentando diferentes formas vegetacionais, desde campos, florestas arbustivas a florestas altas, com estrato herbáceo efêmero e muitas plantas espinhentas e suculentas (MICCOLLIS, 2016). Apesar disso, toda essa diversidade se encontra ameaçada devido à exploração indevida dos seus recursos naturais, como práticas impróprias do uso do solo, redução da cobertura vegetal nativa, entre outros (ARAÚJO e SOUSA, 2011).

Estima-se que aproximadamente 68% da área total do bioma encontra-se alterada pela atividade humana (BRASIL. MMA, 2002). Essas transformações apresentam ameaças para a flora e fauna do bioma, pois sua restauração natural é quase impossível de ocorrer (ARAÚJO FILHO, 2013). Nesses casos, para que esses ambientes possam voltar ao equilíbrio, a interferência humana se mostra de suma importância.

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) podem ser um importante aliado nessa transformação, sendo uma alternativa economicamente sustentável para os agricultores familiares (STEENBOCK e VEZZANI, 2013). Nesses sistemas verifica-se diversos benefícios diretos e indiretos ao ambiente como a conservação do solo, maior variedade de produção agrícola e florestal, sombra e criação de microclimas propícios para o desenvolvimento de culturas e melhoria na estrutura e restauração da fertilidade do solo (ABDO et al, 2008).

Apesar dos benefícios mencionados acima a implantação de um sistema agroflorestal pode apresentar dificuldades. Segundo Embrapa (2000) e Santos (2007), a região do Seridó do estado do Rio Grande do Norte se enquadra em um dos quatro principais núcleos de desertificação do semiárido brasileiro. Localizado no centro do “Polígono das Secas” abrange, dentre vários outros, o município de Currais Novos (PEREZ-MARIN et al, 2012) local onde este estudo será realizado. Locais como este apresentam uma série de desafios, como pouca disponibilidade de água e nutrientes, solos lixiviados, compactados e com pouca matéria orgânica (MICCOLLIS, 2016).

Baseado nisto, este estudo tem como objetivo avaliar a implementação de um Sistema Agroflorestal como estratégia de recuperação de área degradada em uma região em acelerado processo de desertificação do bioma Caatinga.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Avaliar a implantação e o desenvolvimento inicial de um Sistema Agroflorestal (SAF) como alternativa para a recuperação de áreas degradadas em um assentamento rural localizado em uma região com acelerado processo de desertificação do bioma Caatinga.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Construir uma agrofloresta que atenda às necessidades dos produtores locais, visando ainda a recuperação do bioma e produtividade da área plantada;
- Analisar a sobrevivência, o crescimento em altura e DC das espécies na área;
- Verificar a viabilidade da implementação de um SAF para recuperar uma área em acelerado processo de desertificação da Caatinga.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. BIOMA CAATINGA

O termo caatinga tem sua origem do tupi-guarani ka´a = mata e tinga = branca, o que define bem sua paisagem no período de seca quando a vegetação perde suas folhas deixando a mostra seus troncos esbranquiçados (ALVES, 2007). O termo se refere ao conjunto paisagístico que se estende pelo domínio de climas semiáridos do sertão nordestino brasileiro (MMA, 2010) e o norte da região sudeste (LOIOLA et al, 2012).

As formações que o compõem abrangem uma área de mais de 826.411 km<sup>2</sup> (BRASIL, 2016) representando 11% do território nacional e englobando partes dos territórios pertencentes aos estados do Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe, e parte de Minas Gerais (ALVES et al., 2009).

Por muito tempo foi visto de forma errônea, sendo descrito como um bioma homogêneo, pouco degradado e guarnecido de poucas espécies endêmicas e baixa biodiversidade (RESENDE e CHAER, 2010). Sabe-se atualmente que a composição vegetal da Caatinga é representada por mais de 5000 espécies, com o expressivo número de 380 espécies endêmicas (SIQUEIRA FILHO, 2012).

Sua vegetação é extremamente heterogênea, conhecida pela presença de formações xerófilas (as caatingas) muito diversificadas por razões climáticas, antrópicas, edáficas e topográficas (MMA, 2010). São reconhecidos 12 tipos diferentes de caatingas que impressionam com seus diversos artifícios de adaptação ao clima semiárido (ALVES, 2007).

Segundo Eiten (1982) o clima na região apresenta uma forte irregularidade com um longo período de seca e grande claudicância pluviométrica (ANDRADE-LIMA, 1981; KROL et al., 2001; CHIANG & KOUTAVAS, 2004). Apresentando os dados meteorológicos mais extremos do país: a mais forte insolação, as mais altas médias térmicas, as mais elevadas taxas de evaporação e os mais baixos índices pluviométricos (REDDY, 1983; SAMPAIO, 2003). Por isso, a Caatinga exibe uma fisionomia semelhante a um deserto.

Devido a intensa ocupação humana e de suas atividades socioeconômicas a paisagem natural deste bioma tem perdido grande parte das suas características geológicas (TRIGUEIRO et al, 2009). Em decorrência disso, tornou-se atualmente

um dos biomas brasileiros mais alterados por atividades antrópicas devido ao alto consumo de lenha nativa, em sua maioria de forma ilegal, e conversão de áreas naturais em áreas agrícolas e de pastagens (RESENDE e CHAER, 2010).

Segundo o Drummond et al. (2016) mais de 50% da área total do bioma se encontra alterada ou comprometida. O que é excepcionalmente preocupante pois estudos indicam que a Caatinga é uma região extremamente frágil á interferências antrópicas (ALVES, 2007). Sua flora apesar de ser conhecida pelo seu histórico de adaptação ao calor e à seca em alguns casos se mostra incapaz de se reestruturar naturalmente (ALVES et al., 2009). O que reforça a importância de estudos sobre a recuperação de áreas degradadas no bioma.

### **3.2. ESTRATÉGIAS PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**

Um dos principais problemas hoje enfrentados no bioma caatinga é o acelerado processo de desertificação de parte de seu território (MMA/SBF, 2002). Regiões acometidas por esta adversidade perdem sua resiliência e são incapazes de retornar ao clímax naturalmente (WWF, 2014). Em casos como esse a intervenção humana é de suma importância visando auxiliar na recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído (SER, 2004).

Uma das principais metas dos projetos de recuperação de áreas degradadas é o restabelecimento e o desenvolvimento de uma cobertura vegetal que seja capaz de se autossustentar. As estratégias para promover a revegetação variam de acordo com o tipo de ecossistema, as interações humanas, e o histórico da área (RODRIGUES et al, 2015). Segundo o WWF (2014) as técnicas mais utilizadas atualmente no Brasil, em escala crescente de intervenção, são: regeneração natural, dividida em condução, adensamento e enriquecimento; nucleação; poleiros naturais ou artificiais; transplante de plântulas; transplante de banco de sementes e serapilheira; estaquia; semeadura direta; e plantio de mudas.

A condução da regeneração natural envolve capina seletiva da vegetação rasteira, com o intuito de favorecer as espécies nativas presentes, coroamento e adubação orgânica (RESENDE, 2010). A técnica de adensamento consiste no preenchimento das falhas existentes na vegetação por meio da introdução de indivíduos e espécies (NETTO, 2015). Por fim, no enriquecimento da vegetação natural é acrescentado espécies de outros grupos sucessionais e funcionais aumentando a diversidade e a quantidade de indivíduos na área (WWF, 2014).

Segundo a Embrapa (2017) a técnica de nucleação consiste na criação de pequenos núcleos florestais na área sem recobrir a área inteira, de modo a reduzir os custos do projeto. A tendência é de que esses núcleos, espalhados estrategicamente, promovam processos de dispersão de sementes, regeneração e atraiam a fauna (WWF, 2014). A formação dos núcleos pode ser feita por meio da utilização de estratégias como a transposição de solos, semeadura direta ou hidrossemeadura, poleiros artificiais, transposição de galharia, plantio de mudas em ilhas de alta diversidade, transposição de chuvas de sementes, entre outras (REIS et al., 2003).

Atualmente a legislação ambiental brasileira, Lei 12.854, incentiva o uso de sistemas agroflorestais (SAF's) para recuperação de áreas degradadas, especialmente em pequenas propriedades rurais (BRASIL, 2013). Vários estudos também mostram que os SAF's possuem grande potencial para restauração (STEENBOCK e VEZZANI, 2013; MACEDO, 2014; BRAGA, 2015; SIMINSKI et al. 2016). Atuando na regulação do ciclo hidrológico, controle da erosão e do assoreamento, melhorar a atividade de macro e microrganismos que exercem papel importante na ciclagem de nutrientes e aumentar a diversidade de espécies. Além disso, possibilita a rentabilidade e diversos benefícios socioambientais (MICCOLIS et al, 2016).

### **3.3. TIPOS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS**

O ICRAF (International Council for Research in Agroforestry) define Sistema Agroflorestal como um sistema de uso da terra em que plantas lenhosas perenes são usadas na mesma unidade de manejo de culturas agrícolas ou animais (NAIR, 1984). Esse sistema tem se mostrado uma interessante alternativa de aliar a conservação com a qualidade de vida dos agricultores focados em produção de forragem animal, bem como culturas de ciclo curto e fruteiras na caatinga (MICCOLIS et al, 2016).

Existem diversos tipos de SAF's que variam de acordo com o seu grau de complexidade, quantidade de espécies, intensidade de manejo e principais produtos gerados (WWF, 2014). Nair (1993) propôs que eles fossem divididos em três grandes grupos: silvipastoril, agrossilvicultural e agrossilvipastoril. Mas outras subdivisões foram surgindo ao longo dos anos e para cada uma delas existem denominações distintas.

Aqueles que promovem a integração entre pecuária e floresta são denominados sistemas silvipastoris, geralmente voltados para a criação animal por

meio da associação entre pastagens e árvores (ALVES et al, 2015). Vale ressaltar que a utilização desse tipo de sistema para fins de restauração pode ser um problema devido aos impactos negativos desses animais às plantas. Podendo compactar, descobrir e revolver o solo; e esgotar as plantas, principalmente as brotações novas, quando se alimentam de forma indiscriminada (MICCOLIS et al, 2016).

Quando há o consórcio entre espécies agrícolas e espécies florestais dá-se o nome de sistema agrossilviculturais (SILVA, 2014). Já sistemas agrossilvipastoris se referem ao cultivo de espécies florestais e agrícolas simultânea ou sequencialmente à criação de animais (FERREIRO-DOMINGUEZ et al. 2011, SEMA, 2017).

Os sistemas mais diversificados e similares as florestas naturais são conhecidas por agroflorestas sucessionais ou biodiversas. Baseadas na alta diversidade de espécies e cujo manejo imita a sucessão ecológica de uma floresta nativa (PENEIREIRO, 2003). Esse tipo de sistema tem sido disseminado em diversos biomas do Brasil (GOSTCH, 1992; PENEIRO, 1999; HOFFMANN, 2013) sendo encontradas experiências promissoras no Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica e Amazônia (MICCOLIS et al, 2016).

### **3.4. ESPÉCIES INDICADAS PARA REECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**

A recuperação de uma área degradada é uma operação criteriosa que depende de vários fatores para obtenção de um bom resultado. Dentre eles a seleção adequada das espécies a serem utilizadas pode ser um fator determinante ao seu sucesso (DRUMOND et al, 2016). Essa escolha deve levar em conta a lógica sucessional e a origem evolutiva das mesmas, pois é a mola propulsora para o desenvolvimento dos ecossistemas (MICCOLIS, 2016).

Espécies nativas de ocorrência regional são recomendadas para esse tipo de atividade. Por crescerem e se desenvolverem no território se tornam adaptadas às condições locais. Desse modo, espera-se que elas desenvolvam adaptações ecológicas que favoreçam suas chances de sobrevivência (NETTO et al, 2015).

A tabela abaixo apresenta uma lista de algumas das principais espécies nativas da Caatinga, encontradas em um levantamento florístico realizado na Estação Ecológica do Seridó em Serra Negra do Norte, RN (Tabela 1). Dentre essas espécies as que são consideradas mais importantes, de acordo com sua abundância, são *Aspidosperma pyrifolium* (Pereiro), *Croton sonderianus* (Marmeleiro), *Mimosa*

*tenuiflora* (Jurema-preta), entre outras (AMORIM et al., 2005; SANTANA e SOUTO, 2006).

**Tabela 1.** Lista das principais espécies arbóreas nativas da Caatinga da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte, Rio Grande do Norte.

Nome vulgar	Nome científico	Família
Angico	<i>Anadenanthera columbrina</i> (Vell.) Brenan	Fabaceae
Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Anacardiaceae
Catingueira	<i>Cenostigma nordestinum</i> E. Gagnon & G.P. Lewis	Fabaceae
Embiratanha	<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.-Hil., Juss. & Cambess.) A.Robyns	Malvaceae
Espinheiro	<i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth	Fabaceae
Favela	<i>Cnidocolus quercifolius</i> Pohl.	Euphorbiaceae
Feijão-bravo	<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl	Capparaceae
Imburana	<i>Commiphora Leptophloeos</i> (Mart.) Gillett	Burseraceae
Juazeiro	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Ramnaceae
Jurema-preta	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Wild.) Poir.	Fabaceae
Jurema-vermelha	<i>Mimosa ophthalmocenthra</i> Mart. ex Benth.	Fabaceae
Jurema-branca	<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Fabaceae
Maniçoba	<i>Manihot carthagenensis</i> (Jacq.) Müll.Arg.	Euphorbiaceae
Marmeleiro	<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Euphorbiaceae
Mororó	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Fabaceae
Mofumbo	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Combretaceae
Mulungu	<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Fabaceae
Pau-ferro	<i>Libidibia férrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	Fabaceae
Pereiro	<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	Apocynaceae
Pinhão-bravo	<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Euphorbiaceae
Ipê-roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Bignoniaceae
Umbu	<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Anacardiaceae

Fonte: DAVI (2020); AMORIM et al. (2005); SANTANA & SOUTO (2006)

Segundo o Novo Código Florestal, Lei Florestal 12.651, espécies exóticas também podem ser utilizadas para recuperação de áreas, inclusive em APPs e RLs, desde que, nesses casos, intercalada com espécies nativas e não podendo exceder 50% da área total (BRASIL, 2012). Algumas dessas espécies, apesar de virem de outros biomas, se adaptaram muito bem às condições climáticas adversas da Caatinga e podem proporcionar diversos benefícios ao lugar.

O déficit hídrico pode ser um grande empecilho no plantio e desenvolvimento das mudas, desse modo, espécies que apresentam estratégias de armazenamento de água são especialmente indicadas para condições extremas como do semiárido nordestino. A *Spondias tuberosa* (Umbu) e *Spondias mombin* (Cajá-mirim), por exemplo, possuem estruturas subterrâneas chamadas de xilopódio que funcionam como verdadeiras caixas d'água (MICCOLIS, 2016).

Espécies nondulantes e fixadoras de nitrogênio no solo são fortemente recomendadas para recuperação de áreas degradadas devido aos baixos teores de carbono orgânico no substrato, principal fonte de N para as plantas (MARTÍNEZ-ROMERO, 2009). Freitas et al. (2010) destacam a *Mimosa tenuiflora* (Jurema-preta) como uma espécie nodulantes, com alta taxa de crescimento e capacidade de fixação biológica de nitrogênio. A *Leucaena leucocephala* (Leucena), *Cajanus cajan* (Feijão-guandu) e *Opuntia ficus-indica* (Palma-forrageira) também apresentam capacidade de associação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium*, que fixam nitrogênio (MICCOLIS, 2016).

A alta produção de biomassa e boa resposta à poda também são características de suma importância. Espécies como a *Gliricidia sepium* (Gliricídia), *Prosopis juliflora* (Algaroba) e *Mimosa caesalpiniiifolia* (Sabiá) são bons exemplos pois, além de também serem fixadoras de nitrogênio, podem ser constantemente podadas e os resíduos depositados sobre o solo o protegem contra a erosão e melhoram a sua fertilidade (MICCOLIS, 2016).

Em suma, a seleção das espécies de SAFs com finalidade de restauração deve ser uma resposta as condições do local, bem como aos interesses dos agricultores. Por exemplo, em áreas onde o foco do sistema, além da restauração, for gerar retorno econômico é importante que as espécies escolhidas tenham potencial de mercado. Em áreas onde o solo se encontra frágil e com baixa fertilidade é necessário selecionar espécies especialmente eficientes para recuperar a estrutura e nutrição desse substrato, e assim por diante.

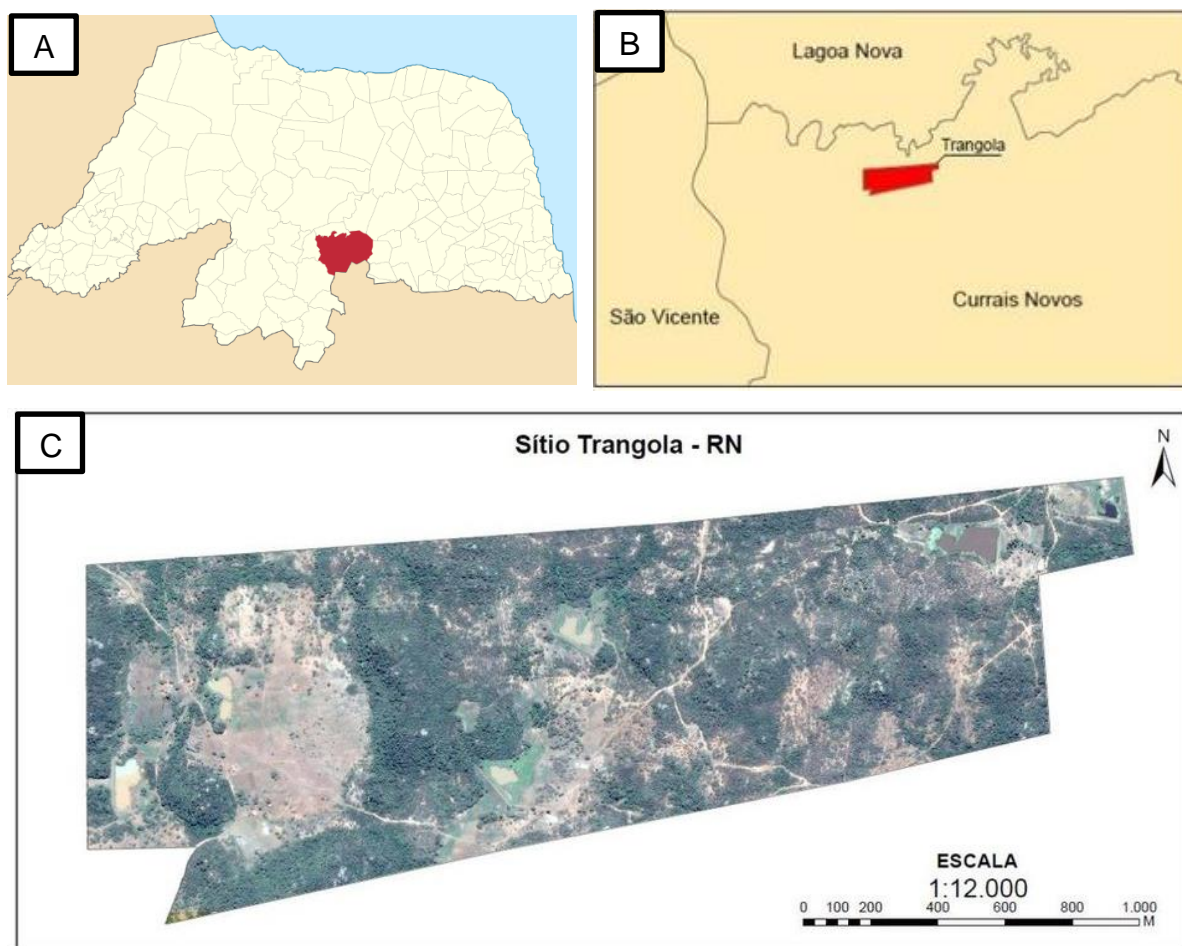
Dessa maneira, os SAFs apresentam potencial para recuperação de áreas com o plantio de espécies nativas em consórcio com exóticas, para fins comerciais e de restauração em pequena e larga escala. Alinhando sempre as práticas de restauração com as demandas dos agricultores e as iniciativas de conservação dos ecossistemas.

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no assentamento rural Trangola, localizado no município de Currais Novos, região Seridó do estado do Rio Grande do Norte (Figura 1). O clima do município é caracterizado como Semiárido, tipo *BSh* segundo a classificação de Köppen e Geiger. Seu regime de chuvas é irregular, ocorrendo geralmente entre os meses de janeiro a abril em regiões semiáridas, e caracterizado



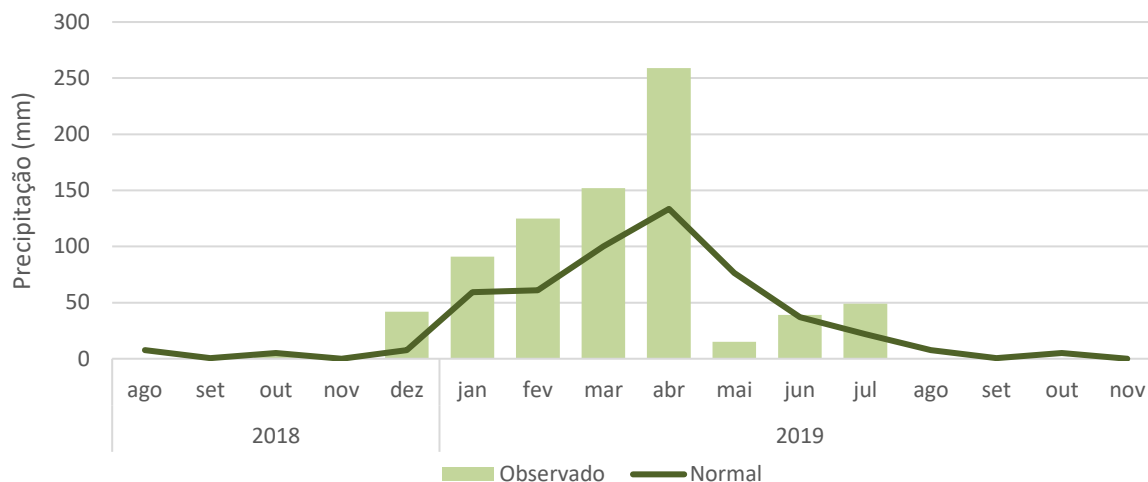
por sua baixa precipitação pluviométrica, com pluviosidade média de 400 a 600 mm anuais (ALVARES et al.,2013). O estado possui temperatura média anual de 25,5°C, com máxima de 31,3° e mínima de 21,1°. O número de horas de insolação mostra pouca variação de 2.400 a 2.700 horas por ano e a umidade relativa do ar apresenta uma alteração média anual entre 59 e 76% (IDEMA, 2012).



**Figura 1.** A) Localização geográfica do município de Currais Novos (WIKIPÉDIA, 2018). B) Localização do Assentamento Rural Trangola no Estado do Rio Grande do Norte (SANTOS e OLIVEIRA NETO, 2018). C) Mapa do Assentamento Trangola (SANTOS e OLIVEIRA NETO, 2018).

A partir de dados coletados nos últimos 20 anos, pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), foi possível calcular a precipitação acumulada média mensal para o município de Currais Novos. Essas médias quando comparadas com a precipitação acumulada mensal observada durante o período avaliado pelo presente estudo, obtidos através do Pluviômetro do Assentamento Trangola, demonstram que o índice pluviométrico foi, em sua maioria, mais alto que o normal durante a estação chuvosa, compreendida entre os meses de janeiro a maio.

Entretanto, o período de seca, abrangido pelos meses de junho a dezembro, se manteve com expressiva escassez pluviométrica na região (Figura 2).



**Figura 2.** Índice pluviométrico do período avaliado no Assentamento Rural Trangola comparado com o normal do município de Currais Novos - RN.

Neste estudo, foi realizada a implementação de um Sistema agroflorestal do tipo agrossilvicultural, com a utilização de mudas de espécies madeireiras e frutíferas, nativas e exóticas (Tabela 2). Parte das mudas foram produzidas em viveiro florestal da Escola Agrícola de Jundiá (EAJ), município de Macaíba, Rio Grande do Norte. Para produção das mesmas foram utilizados saquinhos de muda de 30 cm e tubetes de plástico de 290 mL, e como substrato areia peneirada e esterco bovino, na proporção 2:1 (Figura 3). Sua produção se deu a partir de sementes e estacas coletadas na Área Experimental Florestal da EAJ. A outra parte das mudas foram adquiridas através de doações de viveiros da cidade de Natal/RN e alunos da EAJ.

**Tabela 2.** Lista de espécies utilizadas na implantação do Sistema Agroflorestal.

Classificação	Nome vulgar	Nome científico	Família
<b>Madeireiras</b>	Cumaru	<i>Amburana cearensis</i>	Fabaceae
	Craibrera	<i>Tabebuia aurea</i>	Bignoniaceae
	Mulungu	<i>Erythrina velutina</i>	Fabaceae
	Catingueira	<i>Cenostigma nordestinum</i>	Fabaceae
	Gliricídia	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae
	Angico	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Fabaceae
<b>Frutíferas</b>	Umbu	<i>Spondias tuberosa</i>	Anacardiaceae
	Acerola	<i>Malpighia emarginata</i>	Malpighiaceae
	Tangerina	<i>Citrus reticulata</i>	Rutáceae
	Laranja	<i>Citrus maxima</i>	Rutáceae
	Manga	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae
	Limão	<i>Citrus limonum</i>	Rutáceae
	Ubaia	<i>Eugenia pyriformis</i>	Myrtaceae

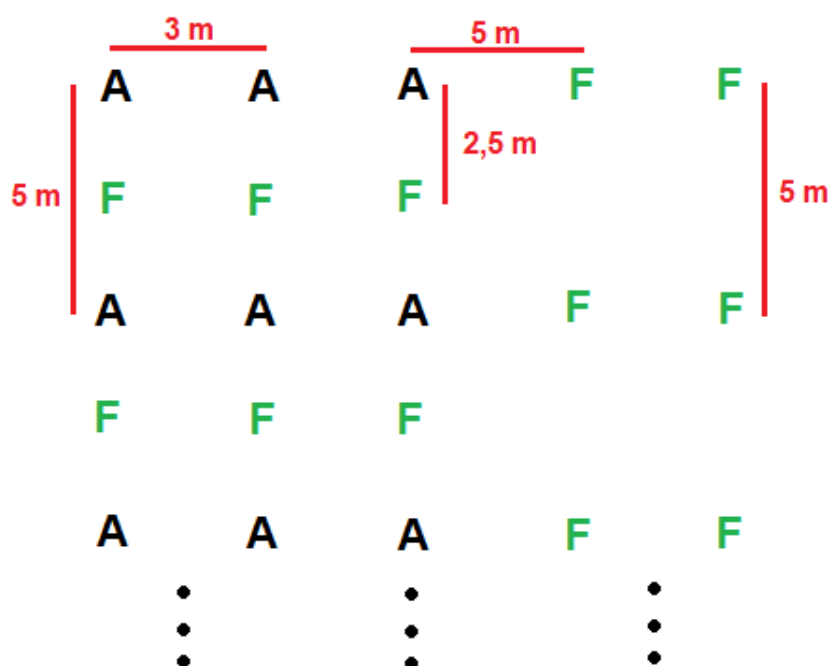
Classificação	Nome vulgar	Nome científico	Família
	Caju	<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae
	Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>	Myrtaceae
	Abacate	<i>Persea americana</i>	Lauraceae
	Graviola	<i>Annona muricata</i>	Annonaceae
	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	Fabaceae



**Figura 3.** A) Tubetes de plástico de 290 ml usados na produção das mudas. B) Saquinhos de mudas de utilizados na produção das mudas. C) Areia e esterco bovino peneirados para produção das mudas em tubetes.

O plantio das espécies arbóreas madeireiras foi realizado em agosto de 2018, com espaçamento de 3 x 5 m, afim de proporcionar espaço amplo para o desenvolvimento das mesmas (NASCIMENTO et al., 2012). As frutíferas foram inseridas no sistema oito meses depois, em abril de 2019, com o intuito de esperar o estabelecimento parcial das mudas de espécies madeireiras. A distribuição das espécies no campo foi realizada de forma alternada na linha de plantio conforme

esquema representado na figura abaixo (Figura 6). A utilização desse método teve como principal objetivo evitar a propagação de doenças e pragas que atacam apenas algumas espécies de modo que as outras plantas funcionem como barreiras naturais. As frutíferas de menor porte foram colocadas nas entrelinhas das madeireiras enquanto as de maior porte foram inseridas em novas linhas na lateral do plantio com espaçamento maior de 5 x 5 m entre elas.



**Figura 4.** Esquema representativo de plantio do Sistema Agroflorestal. Onde A = mudas de espécies arbóreas madeireiras (nativas e exóticas); F = mudas de espécies frutíferas (nativas e exóticas).

Após o plantio, as mudas foram irrigadas uma vez por semana por um período de 30 dias pelos assentados. Todos os indivíduos plantados foram plaqueados, mensurados e avaliados sendo a primeira medição realizada dois meses após o plantio das espécies madeireiras. As mudas foram monitoradas em função das variáveis: sobrevivência, diâmetro do colo (DC) e altura (H) a cada aproximadamente 6 meses no período de 1 ano e 3 meses após o plantio das mudas no campo.

A altura foi obtida com o auxílio de fita métrica ou trena, enquanto o DC foi medido com o auxílio de paquímetro digital. A taxa de sobrevivência foi aferida através da identificação dos indivíduos mortos e vivos dentro do plantio. Foram classificados como mortos os indivíduos sem folha e/ou com o caule seco, enquanto os vivos, apesar de apresentarem desfolha, após ligeira raspagem no tronco da muda era possível verificar atividade meristemática.

O crescimento médio, tanto vertical quanto horizontal, das mudas foi calculado através do somatório de todos os elementos dividido pela quantidade desses elementos. A porcentagem de mudas vivas e mortas foi calculada pela subtração da quantidade de mudas plantadas pela quantidade de mudas vivas ou mortas de cada espécie, multiplicado por 100. Os dados foram tabulados no software Microsoft Excel (2010).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final do estudo foi encontrada uma sobrevivência de 40% das mudas para o total de espécies plantadas, tanto madeireiras quanto frutíferas. Isso se deve, principalmente, ao alto índice de mortalidade dos indivíduos de espécies frutíferas, que chegou, ao final do período avaliado, a 74% (Figura 5).

Guimarães et al. (2010) e Silva (2019), durante a avaliação de plantas frutíferas em SAF's sem irrigação, implantados, respectivamente, em áreas de pastagem degradada no Pará e no Sertão do Pajeú em Pernambuco, encontraram índice de sobrevivência médio de 50% de todas as espécies frutíferas plantadas. O que comprova a baixa resistência de algumas espécies à escassez hídrica. Fato que é corroborado por Araújo Filho et al. (1998), que recomenda nos casos de estiagens prolongadas e durante a estação seca, uma irrigação diária de pelo menos 10 litros de água por planta para mudas de graviola recém plantadas.

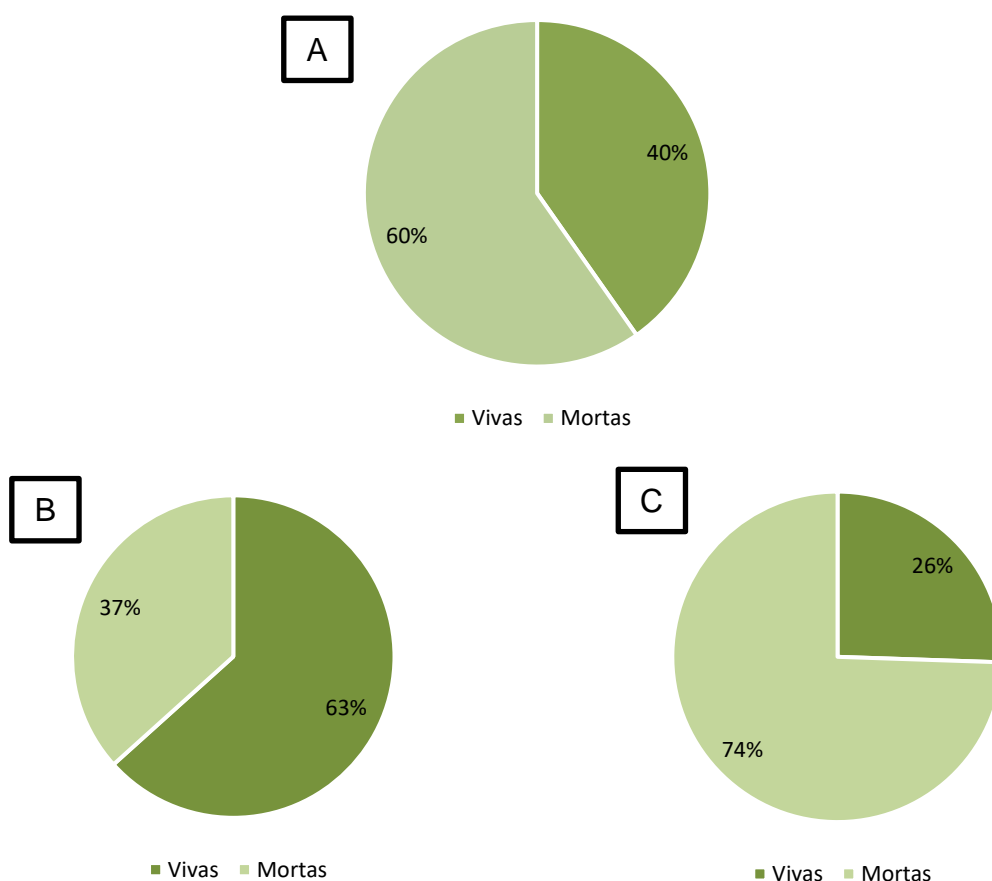
Esses resultados mostram que a inserção do componente agrícola em um SAF deve ser muito bem planejada, principalmente se a área de implantação estiver localizada em regiões delicadas como a do presente estudo. Os estudos com frutíferas no semiárido ainda são relativamente pouco numerosos, e são majoritariamente voltados para o extrativismo. Mediante a isso, mais estudos que investiguem manipulações que aumentem o desempenho dessas espécies no campo devem ser realizados.

Concomitantemente, as espécies madeireiras apresentaram uma sobrevivência de 63% (Figura 5). Esses valores embora sejam baixos quando comparados com áreas úmidas, eram esperados e se mostram positivos para as condições de aridez da região.

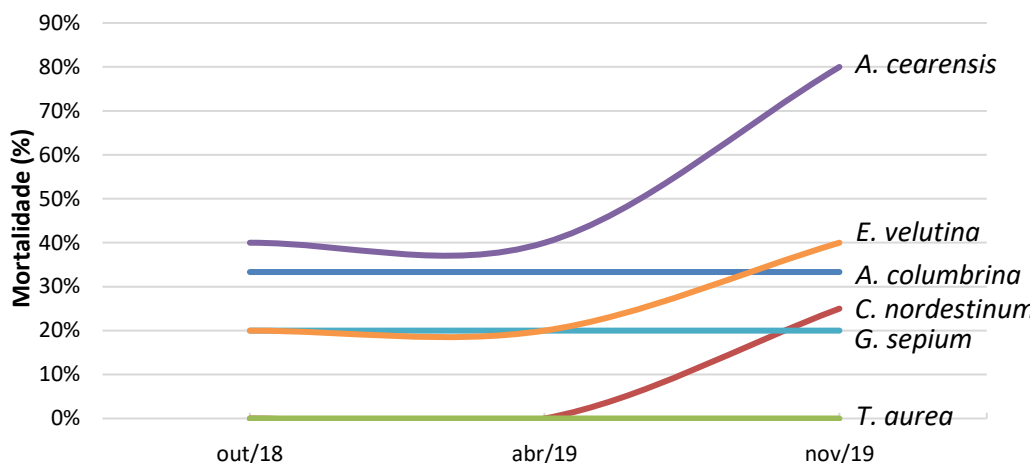
Lima et al (2015), ao realizarem estudo semelhante de recuperação de área degradada na Caatinga Baiana, utilizando apenas espécies nativas em sua pesquisa,

foi relatada uma sobrevivência total média de 46,5% após um ano do plantio, sem adoção de nenhuma técnica de manejo. Paralelo a isso, Resende e Chaer (2010) obtiveram uma média de 76% e 56% de sobrevivência, de espécies nodulantes e não-nodulantes respectivamente, entre as 6 áreas de recuperação estudadas, 22 meses após o plantio.

Esses valores mais elevados provavelmente se dão devido a utilização de técnicas como adubação orgânica e química, irrigação e inoculação de fungos micorrízicos e estirpes de rizóbio nas mudas. O que mostra que a adoção de técnicas de manejo adequadas às espécies é de suma importância para o sucesso de projetos de recuperação de áreas degradadas no bioma Caatinga. Entretanto, para que se possa indicar as melhores estratégias que aumentem a sobrevivência de espécies é necessário a ampliação de estudos que avaliem as mais resistentes e também as melhores técnicas para reduzir os filtros ambientais.



**Figura 5.** A) Taxa de sobrevivência e mortalidade da totalidade das mudas plantadas ao fim do período de análise. B) Taxa de sobrevivência e mortalidade das espécies madeireiras ao fim do período de análise. C) Taxa de sobrevivência e mortalidade das espécies frutíferas ao fim do período de análise.



**Figura 6.** Taxa de mortalidade de espécies madeireiras ao longo do tempo.

Em relação ao comportamento das espécies é possível observar que durante o período chuvoso não houve crescimento da taxa de mortalidade de nenhuma das espécies (Figura 6). Os períodos de seca foram aqueles que proporcionaram o aumento da mortalidade das mudas. O que comprova que o componente hídrico é de suma importância para a sobrevivência em campo.

O plantio das espécies madeireiras foi realizado no meio da estação seca, no mês de agosto, e a irrigação feita durante os primeiros 30 dias após o plantio não foi suficiente para proporcionar aporte hídrico suficiente para garantir a sobrevivência das mudas em sua fase crítica inicial. Baseado nisso, recomenda-se que o plantio seja realizado durante o período chuvoso, sendo essencial para garantir água em quantidade e qualidade para o pleno desenvolvimento das espécies plantadas.

A espécie que se mostrou mais resistente, durante todo o período de análise, foi a *Tabebuia aurea* (Craibeira) apresentando 100% de sobrevivência, 1 ano e 3 meses após o plantio. Resultados parecidos foram encontrados por Lima et al (2015) e Resende e Chaer (2010) em trabalhos de revegetação de áreas degradadas por mineração de piçarra na Caatinga, nos quais a *T. aurea* apresentou índices de sobrevivência superiores a 90%.

Soares et al (2019) e Giotto (2010) também registraram bons resultados quanto a utilização da craibeira em projetos de recuperação no Cerrado, bioma o qual a mesma também é considerada nativa. Ao fim dos 4 anos de análise, os autores dos dois trabalhos encontraram, respectivamente, taxa de sobrevivência entre 70% e 100% para a espécie sob condições de manutenção do plantio, como coroamento, replantio e, no caso de Soares et al (2019), irrigação.

Esses resultados demonstram que as estratégias de sobrevivência da espécie são eficientes diante de condições severas, como áreas mineradas desativadas ou em acelerado processo de desertificação do semiárido nordestino. Uma dessas estratégias, já identificada em estudos com a espécie, é o desenvolvimento de um sistema radicular profundo (MAIA, 2004; LORENZI, 1998) que permite que a planta alcance com mais facilidade fontes de água subterrânea (MARKESTEIJN e POORTER, 2009). Evidenciando, desse modo, o alto potencial de utilização da *T. aurea* em projetos de recuperação de áreas degradadas dos domínios fitogeográficos aos quais ela pertence.

Outras espécies que também se destacaram, com taxa de sobrevivência superior a 70% até o fim o período analisado, foram a *Gliricidia sepium* (Gliricídia) e a *Cenostigma nordestinum* (Catingueira). Trabalhos como o de Lima et al (2015) e Resende e Chaer (2010), desenvolvidos em áreas degradadas do sertão nordestino, encontraram resultados parecidos para a *G. sepium* e para a *Cenostigma bracteosum*, espécie morfológicamente semelhante e do mesmo gênero da *C. nordestinum*.

Outros trabalhos como os de Drumond e Carvalho Filho (1999), avaliaram a sobrevivência da gliricídia, após 48 meses em regime de sequeiro, no município de Petrolina (PE) e Nossa Senhora da Glória (SE), e constataram sobrevivência de 100% dos indivíduos. O mesmo resultado foi observado por Dias et al (2005), em experimento com espécies leguminosas arbóreas em pastagens, incluindo a gliricídia, realizado no Rio de Janeiro, aos 6 meses após as mudas serem transplantadas, época na qual inseriu-se o componente animal no sistema interagindo na dinâmica de sobrevivência.

De modo que, independente das condições ambientais e da dinâmica da água que entra no seu sistema de cultivo, as mudas de *G. sepium* permanecem vivas em larga escala. Isso mostra que a mesma é uma espécie exótica de fácil adaptabilidade a diferentes condições de solo e clima. Comportamento que é reforçado pelos resultados obtidos no presente trabalho.

Apesar disso, o plantio de espécies exóticas com o intuito de recuperação de áreas degradadas deve ser evitado ou feito respeitando o uso futuro que se pretende dar ao plantio. Além disso, deve-se ter o conhecimento prévio de que a espécie exótica em questão não possui o potencial de se tornar uma espécie invasora do ecossistema natural adjacente (RESENDE & CHAER, 2010).

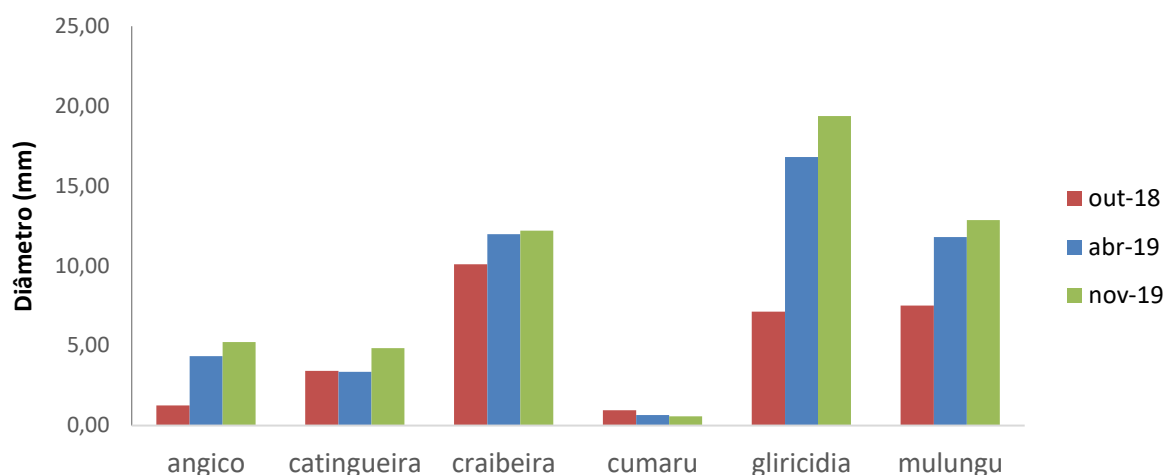


A espécie que apresentou maior taxa de mortalidade durante todo o experimento foi a *Amburana cearensis* (Cumaru) chegando, ao final do período avaliado, a 80% de mortalidade. A *A. cearensis* é uma espécie nativa da Caatinga conhecida por apresentar diversas estratégias de sobrevivência às condições estressantes do semiárido nordestino como, por exemplo, a formação de tuberosidade na raiz principal para armazenamento de água e amido em sua fase inicial (FIGUEIRÔA et al., 2004; LIMA, 1994), o que a torna uma espécie pouco sensível à variação do conteúdo de água do solo (TROVÃO et al., 2007).

Entretanto, alguns estudos, que utilizam o Cumaru na recuperação de áreas degradadas, têm obtido resultados diferentes do esperado. Oliveira (2017) avaliou o potencial da *Amburana cearensis* para restauração da Caatinga em um plantio dentro da Floresta Nacional de Açu (FLONA de Açu), localizada ao norte do estado do Rio Grande do Norte, e encontrou taxa de sobrevivência menor do que 50% ao final da avaliação, que foi realizada por dois meses durante a estação chuvosa. Resende e Chaer (2010) e Lima (2015) também utilizaram o Cumaru para recuperação de área minerada, mediante aplicação de solo superficial na Caatinga nordestina, e 22 meses após o plantio observaram apenas 40% de sobrevivência da espécie.

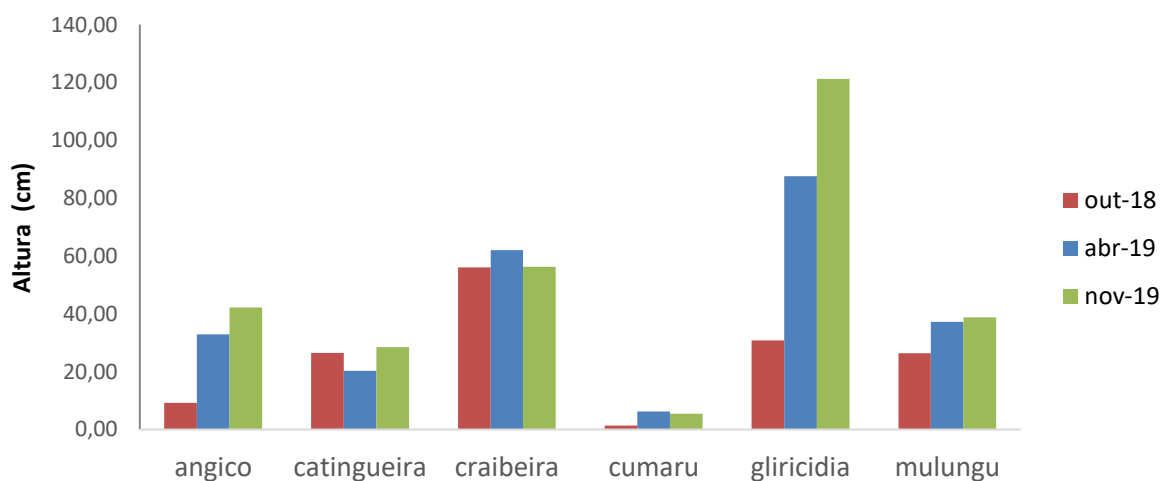
Estes resultados indicam que a *A. cearensis* possui um crescimento sensível ao estresse climático e uma sobrevivência afetada por fatores os quais precisam ser investigados. Segundo Rizzini (1963) e Ferraz et al (1998) indivíduos de *A. cearensis* são comumente encontrados em matas ciliares da Floresta Atlântica brasileira, e a vegetação da Caatinga possui estreita relação com esse bioma. Desse modo, a ampla distribuição da espécie em ambientes úmidos e de alta disponibilidade hídrica pode ser um dos fatores que influenciou na redução da sobrevivência da mesma em ambientes mais secos como o do semiárido.

Contudo, manipulações que aumentem o desempenho dessa espécie no campo devem ser investigadas, devido à importância tanto econômica quanto ambiental da mesma, visto que é uma espécie considerada em risco de extinção desde 1998 (IUCN, 2017). Desse modo, recomenda-se o seu uso em projetos de restauração áreas sob condições menos estressantes com o intuito de conservar a espécie.



**Figura 7.** Diâmetro médio das espécies madeireiras durante o período avaliado, 15 meses após o plantio.

O desenvolvimento das espécies madeireiras em diâmetro se manteve, em sua maioria, crescente durante todo o período avaliado (Figura 12). Apenas a *Amburana cearensis* (Cumaru) apresentou números decrescentes, isso ocorre em função do alto índice de mortalidade desta espécie, e como os dados são baseados em médias das sobreviventes, é possível que isto ocorra.



**Figura 8.** Altura média das espécies madeireiras durante o período avaliado, 15 meses após o plantio.

Quanto ao desenvolvimento em altura, o mesmo também se manteve crescente durante o período avaliado, com algumas exceções (Figura 13). Essas exceções provavelmente se dão devido a alguma perda do topo da parte aérea da muda ocasionado por quebras acidentais ou herbivoria.

A espécie que apresentou maior crescimento tanto em altura quanto em diâmetro foi a *G. sepium* (Gliricídia), espécie conhecida pelo seu rápido progresso. Drumond e

Carvalho Filho (1999) encontraram, no semiárido nordestino, Incremento Médio Anual (IMA) de 7,9 m<sup>3</sup>/ha e 8,6 m<sup>3</sup>/ha em Petrolina – PE e Nossa Senhora da Glória – SE, respectivamente, aos 4 anos após o plantio.

A *Anadenantera columbrina* (Angico) também apresentou um bom desenvolvimento, tanto em altura quanto em diâmetro, durante todo o período avaliado. Resultado esse respaldado por Carvalho (2003) que classificou a espécie como de crescimento de moderado a rápido, atingindo produtividade anual de até 31,35 m<sup>3</sup>/ha/ano.

Enquanto isso, a *A. cearencis*, em geral, apresentou um crescimento lento. Assim como o encontrado por Ramos et al (2004), em sua pesquisa desenvolvida em território de Cerrado na Estação Experimental da Universidade de Brasília (UnB). Segundo Flinta (1960), o incremento médio máximo registrado para a espécie é de 2 m<sup>3</sup>/ha/ano, aos 9 anos de idade, em Santa Helena - PR. Esses resultados juntamente com a dificuldade da espécie de sobreviver às condições severas da região explicam o seu baixo desenvolvimento.

## 6. CONCLUSÕES

Um grande gargalo na fase inicial de recuperação de áreas degradadas na Caatinga é alta mortalidade de mudas após o plantio. Os resultados deste trabalho reforçam a necessidade de se buscar estratégias alternativas para aumentar a sobrevivência de mudas. Algumas espécies foram particularmente sensíveis, apresentando mortalidade em torno de 80%, enquanto outras tiveram bom desempenho. Dentre essas, a *Tabebuia aurea* se destacou, apresentando 100% de sobrevivência até o final do estudo.

O desenvolvimento dos indivíduos foi diretamente afetado pela disponibilidade hídrica, dificuldade frequentemente encontrada pelos produtores da região. Estudos que avaliem a sobrevivência de mudas após o plantio na Caatinga ainda são escassos, mas se mostram de suma importância para indicação de metodologias mais adequadas para melhorar o desenvolvimento de plantas ou quais espécies seriam mais adequadas para projetos de recuperação de áreas degradadas no bioma.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V. MARTINS, A. L. M. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v. 1, n. 2, p. 50-59, 2008.

IUCN. Americas Regional Workshop (Conservation & Sustainable Management of Trees, Costa Rica, November 1996), 1998. *Amburana cearensis*. **The IUCN Red List of Threatened Species**, 2017.

ANDRADE-LIMA, D. de. The caatingas dominium. **Revista brasileira de Botânica**, v. 4, n. 2, p. 149-153, 1981.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. v. 22, n. 6, p. 711 – 728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507

ALVES, J. J. Geoecologia da caatinga no semi-árido do Nordeste brasileiro. **CLIMEP: Climatologia e Estudos da Paisagem**. Rio Claro, v. 2, n. 1, p. 58-71, 2007.

ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Caminhos da geografia**. Uberlândia, v. 9, n. 27, p. 143 – 155. 2008.

ALVES, J. J. Am.; ARAÚJO, M. A. de; NASCIMENTO, S. S. do. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009.

ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; DE ALMEIDA, R. G. Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável. **Embrapa Gado de Corte-Livro técnico (INFOTECA-E)**, Brasília - DF, p. 208, 2015.

AMORIM I.L.; SAMPAIO E.V.S.B.; ARAÚJO E.D.L. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta botânica brasílica**, v. 19, n. 3, p. 615-623, 2005.

ARAÚJO FILHO, J. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. IICA, Brasília. Projeto Dom Helder Câmara, Recife. Projeto SEMEAR, Brasília. Associação Brasileira de Agroecologia, Rio Grande do Sul, p. 200, 2013.

ARAÚJO FILHO, G. C.; ANDRADE, O. M. S.; CASTRO, F. D. A.; de SÁ, F. T. Instruções técnicas para o cultivo da gravioleira. Instruções Técnicas, **Embrapa Agroindústria Tropical**, n. 02, p. 2, dez. 1998.

ARAUJO, C. S. F.; SOUSA, A. N. Estudo do processo de desertificação na Caatinga: uma proposta de educação ambiental. **Ciência & Educação (Bauru)** vol.17 no.4 Bauru, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000400013>.

BARBOSA, L. M. Manual para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares do estado de São Paulo. **São Paulo: Instituto de Botânica**, 2006.

BRAGA, D. P. P. **Sistemas agroflorestais com cacau para recuperação de áreas degradadas, em São Félix do Xingu-PA**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 5º Relatório Nacional para a Convenção Sobre Diversidade Biológica. **Secretaria de Biodiversidade e Florestas**; Coordenador Carlos Alberto de Mattos Scaramuzza. Brasília: MMA, 2016.

BRASIL. Lei nº 12.854, de 26 de agosto de 2013. Fomenta e incentiva ações que promovam a recuperação florestal e a implantação de sistemas agroflorestais em áreas rurais desapropriadas e em áreas degradadas, nos casos que especifica. **Diário oficial da união**, Brasília, DF. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato20112014/2013/lei/L12854.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2012.854%2C%20DE%2026,degradadas%2C%20nos%20casos%20que%20especifica](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20112014/2013/lei/L12854.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2012.854%2C%20DE%2026,degradadas%2C%20nos%20casos%20que%20especifica).

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário oficial da união**, Brasília, DF. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm).

BRASIL. Resolução nº 429 de 28 de fevereiro de 2011. Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente – APPs. **Diário oficial da união**. Brasília, nº 43, p. 76, 02 mar. 2011.

BRASIL. Ministério Do Meio Ambiente. Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília: MMA/SBF, p. 404, 2002.

COELHO, G. C., HÜLLER, A., ZORZI, C., & KUYVEN, T. Sistema agroflorestal em área de preservação permanente do Rio Uruguai, Dr. Maurício Cardoso, Rio Grande do Sul, após 15 anos de implantação. **XI Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais**. 2018.

CHIANG, J. C. H.; KOUTAVAS, A. Tropical flip-flop connections. **Nature**, v. 432, n. 7018, p. 684-685, 2004.

DAVI, A. C. C. E-flora da ESEC Seridó: compreendendo os usos e o potencial das árvores do sertão Potiguar. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais, Macaíba, RN, 2020.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; FRANCO, A. A. Introdução e avaliação de leguminosas arbóreas em pastagens da baixada e região serrana do estado do Rio de Janeiro. **Embrapa Agrobiologia**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 9. Seropédica- RJ, 2005.

DRUMOND, M.; KIILL, L.H.P.; RIBASKI, J.; AIDAR, S. D. T. Caracterização e usos das espécies da caatinga: subsídio para programas de restauração florestal na Unidades de Conservação da Caatinga (UCCAs). **Embrapa Semiárido-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**. Petrolina, p. 37, 2016.

DRUMOND, M. A.; LIMA, P. C. F.; SOUZA, S. M. de; LIMA, J. L. S. de. Sociabilidade das espécies florestais da caatinga em Santa Maria da Boa Vista, PE. **Embrapa Semiárido - Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 1982.

DRUMOND, M.A.; CARVALHO FILHO, O.M. de. Introdução e avaliação da *Gliricidia sepium* na região semi-árida do Nordeste brasileiro. In: QUEIROZ, M.A. de;

GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R.R. (Ed.). Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. Petrolina, PE: **Embrapa Semi-Árido; Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 1999.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, v. 38, n. 2, p. 201-341, 1972.

EMBRAPA. Nucleação. 2017. Disponível em :><https://www.embrapa.br/codigoflorestal/nucleacao>> Acesso em 27 de Junho de 2020.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária / Centro Nacional de Pesquisa de Solos / UEP Recife / CPATSA. ZANE. **Zoneamento Agroecológico do Nordeste**. 2000. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/zapenet/index.htm>> Acesso em 03 de Julho de 2020.

EMPARN - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte / Gerência de Meteorologia. Dados - Precipitação Médias Municipais. 2013. Disponível em: <[http://meteorologia.emparn.rn.gov.br:8181/climaRN/medias\\_historicas\\_municipios\\_RN.htm](http://meteorologia.emparn.rn.gov.br:8181/climaRN/medias_historicas_municipios_RN.htm)> Acesso em 14 de Outubro de 2020.

FERREIRO-DOMÍNGUEZ, N.; RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.; MOSQUERA-LOSADA, M. R. Response to sewage sludge fertilisation in a *Quercus rubra* L. silvopastoral system: Soil, plant biodiversity and tree and pasture production. **Agriculture, Ecosystems & Environmental**. v. 141, n. 1-2, p. 49-57, 2011.

FIGUEIRÔA, J. M.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Miracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 3, p. 573-580, 2004.

FREITAS, A. D. S.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SANTOS, C. E. R. S.; FERNANDES, A. R. Biological nitrogen fixation in tree legumes of the Brazilian semi-arid caatinga. **Journal of Arid Environments**, Londres, v. 74, n. 3, p. 344-349. 2010.

GIOTTO, A. C. Avaliação do desenvolvimento dos componentes arbóreos herbáceos na recuperação de áreas degradadas na Bacia do Ribeirão do Gama, Distrito Federal.

**Dissertação de Mestrado** – Universidade de Brasília, Faculdade Tecnológica, f. 85, 2010.

GOTSCH, E. Natural Succession of Species in Agroforestry and in Soil Recovery. Fazenda Três Colinas, Pirai do Norte, Bahia, 1992.

GUIMARÃES, T. P. et al. Avaliação do crescimento inicial de frutíferas em Sistema Agroflorestais no P. A. Belo Horizonte I, São Domingos Do Araguaia, PA. **Agroecossistemas**, v. 2, n. 1, p. 39-47, 2010.

HOFFMANN, M. R. M. Sistemas Agroflorestais para Agricultura Familiar: Análise Econômica. **Dissertação de Mestrado**. Universidade de Brasília, Brasília – DF, p.133, 2013.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente. Aspectos físicos do RN. 2012. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20091007085651/http://www.idema.rn.gov.br/governo/secretarias/idema/perfilrn/Aspectos-fisicos.pdf>>. Acesso em: 01 de julho de 2020.

IIS – Instituto Internacional para Sustentabilidade. Análise preliminar de viabilidade econômica de modelos de restauração florestal como alternativa de renda para proprietários rurais na Mata Atlântica. Relatório interno. p. 84, 2013.

KROL, M. S.; JAEGAR, A.; BRONSTERT, A.; KRYWKOW, J. The semi-arid integrated model (SIM), a regional integrated model assessing water availability, vulnerability of ecosystems and society in NE-Brazil. **Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere**. v. 26, n. 7-8, p. 529-533, 2001.

LEITE, T. V. P. Sistemas Agroflorestais na restauração de espaços protegidos por lei (APP e Reserva Legal): estudo de caso do sítio Geranium, DF. **Tese de Doutorado**. Universidade de Brasília. p. 117, 2014.

LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Brasília, DF: EMBRAPA, v. 1, 2014.



LIMA, M. M. de; SANTOS, L. de A.; NOGUEIRA, E. M. de S.; MOURA, F. de B. P. Sobrevivência inicial de seis espécies usadas na recuperação de uma área degradada na Caatinga. **Revista Ouricuri (ISSN 2317-0131)**, Paulo Afonso, Bahia, v. 5, n. 2, p.132-137, 2015.

LIMA, R. S. Estudo morfo-anatômico do sistema radicular de cinco espécies arbóreas de uma área de caatinga do município de Alagoinha, PE. Recife, **Dissertação de Mestrado**. UFRPE. 103 p. 1994.

LIMA, K. D. R. Avaliação de espécies arbóreas e técnicas de plantio para recuperação de áreas degradadas por exploração de piçarra na caatinga. **Dissertação de Mestrado** - Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró, RN, 2012.

LIMA K. D. R.; CHAER, M. G.; ROWS, J. R. C.; MENDONÇA, V.; RESENDE, A. S. 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, 2015.

MACHADO, C.; TARRÉ R. M.; BRASIL F. da C. Sistema Agroflorestal como Alternativa para a Recuperação de uma Pequena Propriedade Rural na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Científica Fundação Osório (ISSN: 2526-4818)**, v. 1, n. 1, p. 21-41, 2016.

MAIA, G. N. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades. **São Paulo D&Z**, p. 413, 2004.

MARTÍNEZ-RODRIGUES, E. Coevolution in Rhi-zobium-legume symbiosis. **DNA and Cell Biology**. v. 28, n. 8, p. 60-70, 2009.

MACEDO, R. J. Sistemas Agroflorestais recuperam áreas degradadas. Viçosa, **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, 2015.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Monitoramento dos biomas brasileiros: Bioma Caatinga**. Brasília, DF, 2010.

MMA/SBF. Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação**,

**utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros.** Brasília, DF, p. 404, 2002.

LOIOLA, M. I. B.; ROQUE, A. de A.; OLIVEIRA, A. C. P. de. Caatinga: Vegetação do semiárido brasileiro. **Ecologia**. v. 4, p. 14-19, 2012.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. **Nova Odessa**, Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, ed. 2, v. 2, p. 352. 1998.

MARKESTEIJN, L.; POORTER, L. Seedling root morphology and biomass allocation of 62 tropical tree species in relation to drought- and shade-tolerance. **Journal of Ecology**, v. 97, p. 311 - 325. 2009.

MICCOLIS A.; PENEIREIRO, F. M.; MARQUES, H. R.; VIEIRA, D. L. M.; ARCOVERDE, M. F.; HOFFMANN, M. R.; REHDER T.; PEREIRA, A. V. B. Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar conservação com produção. Opções para Cerrado e Caatinga. **Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza** – ISPN/Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal – ICRAF, 2016.

NASCIMENTO, D. F. do; LELES, P. S. D. S. OLIVEIRA NETO, S. N. D.; MOREIRA, R. T. S.; ALONSO, J. M. Crescimento inicial de seis espécies florestais em diferentes espaçamentos. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 159-165, 2012.

NAIR, P. K. R. Tropical agroforestry systems and practices. **Tropical resource ecology and development. John Wiley, Chichester.** Inglaterra, p. 39, 1984.

NAIR, P. K. R.; NAIR, V. D.; MOHAN KUMAR, B.; SHOWALTER, J. M. Carbon sequestration in agroforestry systems. In: **Advances in agronomy.** Academic Press, cap. 5, p. 237-307, 2010.

NETTO, D. S. A.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Cartilha de Restauração Florestal de Áreas de Preservação Permanente, Alto Teles, MT. **The Nature Conservancy.** Supernova Design. 2015.

PAULINO, G. M. et al. Desempenho da Gliricídia no cultivo em aleias em pomar orgânico de Mangueira e Gravioleira. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 35, n. 4, p. 781-789, 2011.

PENEIREIRO, F. M. Fundamentos da agrofloresta sucessional. **II Simpósio sobre agroflorestas sucessionais**. Sergipe: Embrapa e Petrobrás, 2003.

PENEIREIRO, F. M. Sistemas Agroflorestais Dirigidos pela Sucessão Natural: um Estudo de Caso. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Dissertação de Mestrado. p.138, 1999.

PEREZ-MARIN, A.M.; MENEZES, R.S.C.; DIAS, E.M.; SAMPAIO, E.V.S.B. Efeito da *Gliricidia sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistema agroflorestal no agreste paraibano. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 555-564, 2006.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPÍNDOLA, M. D.; VIEIRA, N. K.; SOUZA, L. D. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**. Curitiba, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2003.

RESENDE, A. S. de; CHAER, G. M. Manual para recuperação de áreas degradadas por extração de piçarra na Caatinga. **Embrapa Agrobiologia**, Seropédica: Rio de Janeiro, ed.1, p. 78, 2010.

REDDY, S. J. Climatic classification: the semi-arid tropics and its environment a review. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 1983.

RODRIGUES, W. N.; MARTINS L. D.; PEREIRA D. P. P.; TOMAZ M. A. Recuperação de áreas degradadas. **Atualidades em Desenvolvimento Sustentável**. p. 21-35, 2015.

SALES F.C.V. Revegetação de área degradada da Caatinga por meio da semeadura ou transplântio de mudas de espécies arbóreas em substrato. **Dissertação de Mestrado** – Universidade Federal de Campina Grande. Patos, PB, 2008.

SAMPAIO, E. V. S. B. Caracterização da caatinga e fatores ambientais que afetam a ecologia das plantas lenhosas. **Ecosistemas brasileiros: manejo e conservação**. Expressão Gráfica e Editora. Fortaleza, p. 129-142, 2003.

SANTANA, JA da S.; SOUTO, J. S. Diversidade e estrutura fitossociológica da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó-RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 2, p. 232-242, 2006.

SANTOS, C. A. F. Zoneamento agroecológico do Nordeste e mapas de vegetação como ferramentas para a prospecção e conservação de recursos genéticos vegetais. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, n. 73, p. 24, 2007.

SANTOS, M. P. dos; OLIVEIRA NETO, O. M. de. **Mapa do Assentamento Trangola, Currais Novos, Seridó, RN**. Macaiba, 11 ago. 2018. Facebook: Defeso da Caatinga. Disponível em: <<https://www.facebook.com/defesodacaatinga/photos/a.1541586749427092/2057171381201957/?type=3&theater>> Acesso em: 22 de setembro de 2020.

SERI - Sociedade Internacional para a Restauração Ecológica. Princípios da SER International sobre a restauração ecológica. Grupo de Trabalho sobre Ciência e **Política**, v. 2, 2004.

SEMA. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. **Sistemas Agroflorestais/Biodiversidade-RS**. 2017. Disponível em: <<https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201708/25134429-folder-safs4.pdf>>. Acesso em: 28 de Junho de 2020.

SILVA H. F. **Desempenho de espécies vegetais conduzidas em Sistemas Agroflorestais e irrigadas com água cinza na região do Sertão do Pajeú**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST). Serra Talhada- PE, 2019.

SIQUEIRA FILHO, J. A. **Flora das caatingas do Rio São Francisco: história natural e conservação**. Andrea Jakobsson Estúdio. Rio de Janeiro, Brasil, p. 552, 2012.

SIMINSKI, A.; SANTOS, K. L. dos; WENDT, J. G. N. Rescuing agroforestry as strategy for agriculture in Southern Brazil. **Journal of forestry research**, v. 27, n. 4, p. 739-746, 2016.

SOARES E. C. L.; CAFFEU B. P.; MARINHO N. T.; SILVA S. S.; PRESTES V. S.; WEISER V. L.; CAVASSAN O. Sobrevivência e crescimento de espécies de Cerrado após quatro anos de plantio em uma área degradada de Cerrado. **XIV Congresso de Ecologia**. 2019.

STEENBOCK, W.; SILVA, L. da C. e; SILVA, R. O. da; RODRIGUES, A. S.; PEREZ-CASSARINO, J.; FONINI, R. Agrofloresta, Ecologia e Sociedade. **Kairós**. Curitiba, PR. p. 422, 2013.

STEENBOCK, W.; VEZZANI, F. M. Agrofloresta: aprendendo a produzir com a natureza. **Curitiba: Fabiane Machado Vezzani**, v. 201, n. 3, 2013.

TRIGUEIRO, E. R. C.; OLIVEIRA, V. P. V.; BEZERRA, C. L. F. Indicadores Biofísicos e a dinâmica da degradação/desertificação no bioma caatinga: estudo de caso no município de Tauá, Ceará. **REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 3, n. 1, p. 62-82, 2009.

TROVÃO, D. M. 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, p.307-311, 2007.

SILVA, R. A. da; CRESTE, J. E.; MEDRADO, M. J. S.; RIGOLIN, I. M. Sistemas integrados de produção: o novo desafio para a agropecuária brasileira. In: **Colloquium Agrariae**. Presidente Prudente, v. 10, n. 1, p. 55-68, 2014.

VALERI, S. V.; MENEZES, JMT. Biodiversidade e potencialidade de sistemas agroflorestais na região de Jaboticabal, Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS: manejando a biodiversidade e compondo a paisagem rural. Manaus: **Embrapa - Amazônia Ocidental**, p. 63-65, 2000.

WIKIPÉDIA. Localização de Currais Novos no Rio Grande do Norte. 2018. Disponível em:<[https://pt.wikipedia.org/wiki/Currais\\_Novos#/media/Ficheiro:Brazil\\_Rio\\_Grande\\_do\\_Norte\\_Currais\\_Novos\\_location\\_map.svg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Currais_Novos#/media/Ficheiro:Brazil_Rio_Grande_do_Norte_Currais_Novos_location_map.svg)>. Acesso em: 01 de julho de 2020.

WWF BRASIL. Restauração ecológica no Brasil: Desafios e oportunidades. Brasília - DF, 2014.

ZAHAWI, R. A. Establishment and Growth of Living Fence Species: An Overlooked Tool for the Restoration of Degraded Areas in the Tropics. **Restoration Ecology**, v. 13, n. 1, p. 92–102, 2005.