



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**LUA NAAMA CUSTÓDIO DE OLIVEIRA**

**QUANTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOMASSA E DA COBERTURA DO  
SOLO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO MUNICÍPIO DE TRAIRÍ – CE.**

**FORTALEZA**

**2022**

LUA NAAMA CUSTÓDIO DE OLIVEIRA

QUANTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOMASSA E DA COBERTURA DO  
SOLO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO MUNICÍPIO DE TRAIRÍ - CE.

Trabalho de conclusão de curso (TCC)  
apresentado ao curso de Agronomia do  
departamento de Ciências do Solo da  
Universidade Federal do Ceará, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Julius Blum.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

O48q Oliveira, Lua Naama Custódio de.  
Quantificação da produção de biomassa e da cobertura do solo em sistemas agroflorestais no município de Trairi - CE / Lua Naama Custódio de Oliveira. – 2022.  
47 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2022.  
Orientação: Prof. Dr. Julius Blum.

1. Produção de biomassa. 2. Serrapilheira. 3. Agrofloresta. 4. Semiárido. I. Título.

CDD 630

---

LUA NAAMA CUSTÓDIO DE OLIVEIRA

QUANTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOMASSA E DA COBERTURA DO SOLO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO MUNICÍPIO DE TRAIRÍ - CE.

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado ao curso de Agronomia do departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em: 16/12/2022

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Julius Blum (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Me. Lucas Bezerra de Mattos Brito  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Eng. Agrônomo e Me. em Engenharia Agrícola Adão Barros de Moraes  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais, Mônica Custódio da  
Silva e José Erivan Bezerra de Oliveira  
(*in memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por todo o esforço investido na minha educação e pelo incentivo constante nas minhas buscas por realizações. A todos os familiares e ancestrais que participaram da construção de minha caminhada até aqui.

Ao Prof. Dr. Julius Blum, pela disponibilidade e atenção na orientação do trabalho, pelas correções necessárias e pela paciência com os percalços do processo de escrita.

Aos professores participantes da banca examinadora Lucas Bezerra de Mattos Brito e Adão Barros de Moraes pelo tempo e pelas valiosas colaborações e sugestões.

À Geórgia Oliveira, pelas correções ortográficas e tradução do resumo.

Ao Grupo de Agroecologia da UFC (GAUFC) por ser um espaço de resistência dentro do curso de agronomia. Não é fácil defender práticas agrícolas agroecológicas em um país dominado pela agricultura convencional, onde as universidades educam profissionais para o mercado de trabalho baseado nessa agricultura. O GAUFC foi o principal espaço de discussão, prática e construção da agroecologia durante minha graduação, que possibilitou, inclusive, o primeiro contato com a Coringa Agrofloresta e com sistemas agroflorestais.

Portanto deixo registrada minha profunda admiração pelos membros que conheci no GAUFC (que realizavam as ações do grupo de forma totalmente autogerida pelos estudantes): Luiz Tiago, Lucas Lopes, Rafael, Luiza Rayol, Vitória Ricarte, Rita Silveira e Pedro Henrique.

Aos amigos que a universidade me proporcionou conhecer e que tornaram os dias no Campus do Pici mais agradáveis.

À toda a equipe que constitui a Coringa Agrofloresta, por me proporcionarem o primeiro contato com um sistema agroflorestal agroecológico, pelos ensinamentos diários durante o período de estágio obrigatório realizado lá, pela disposição em ceder o espaço e as fotos para a pesquisa e pelo trabalho regenerativo que vem fazendo no plantio de florestas, na proteção dos animais e na educação ambiental.

*“O segredo da vida é o solo, porque do solo dependem as plantas, a água, o clima e a nossa vida. Tudo está interligado. Não existe ser humano sadio se o solo não for sadio.”*

Ana Maria Primavesi

*“Solo exposto é ferida aberta”*

Ernst Gotsch

## RESUMO

Sistemas agrícolas convencionais concentram seus objetivos na produção de produtos comercializáveis e deixam de lado a produção de serviços ecossistêmicos relacionados à conservação do solo. Nesse contexto, os sistemas agroflorestais (SAF's) aparecem como um modelo alternativo, capazes de conciliar a produção agrícola com a conservação e a restauração ecológicas. O presente trabalho busca avaliar aspectos relacionados à conservação do solo de dois SAF's implantados na fazenda Coringa Agrofloresta, localizada no município de Trairí-CE. Os sistemas diferem quanto ao tamanho, ao tempo desde a implantação e às espécies cultivadas. O estudo busca avaliar aspectos relacionados à conservação do solo e à agrobiodiversidade em SAFs do semiárido brasileiro, devido à necessidade de mais pesquisas para auxiliar no planejamento de SAFs nessa região. Para isso, levantou as espécies mais usadas para produção de biomassa na fazenda e seus usos, através de informações coletadas com funcionários e da revisão de literatura, assim como realizou avaliações na serrapilheira dos dois sistemas. A primeira análise consistiu na amostragem da quantidade de serrapilheira em 8 pontos, cada um dividido em 3 parcelas, com o uso de uma moldura coletora de 0,25x0,25m. A cobertura do solo foi amostrada com uma corda de 3,4 m de comprimento dividida em 33 pontos equidistantes, observou-se a presença ou ausência de cobertura na projeção de cada ponto e o valor obtido foi convertido para porcentagem. Verificou-se que as principais espécies utilizadas com o fim de gerar biomassa na fazenda são a gliricídia (*Gliricidia sepium*), o pau-pombo (*Tapirira guianensis*), a moringa (*Moringa oleífera*), a banana (*Musa spp*), o margaridão (*Tithonia diversifolia*), o sombreiro (*Clitoria fairchildiana*), a leucena (*Leucaena leucocephala*) e o capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia). Os valores aferidos para a quantidade de serrapilheira e a porcentagem de cobertura nos solos dos sistemas avaliados permitem concluir que estas espécies estão cumprindo bem sua função de conservação do solo.

**Palavras-chave:** produção de biomassa; serrapilheira; agrofloresta; semiárido.

## ABSTRACT

Conventional agricultural systems focus their objectives on the production of marketable products and leave aside the production of ecosystem services related to soil conservation. In this context, agroforestry systems (AFS) appear as an alternative model, capable of reconciling agricultural production with conservation and ecological restoration. The present work seeks to evaluate aspects related to soil conservation of two AFS implemented in the Coringa Agrofloresta farm, located in the city of Trairi, in the state of Ceará. The systems differ in terms of size, time since implantation and the species cultivated. The study seeks to evaluate aspects related to soil conservation and agrobiodiversity in AFSs in the Brazilian semi-arid region, due to the need for more research to assist in the planning of AFSs in this region. For this, it raised the most used species for biomass production on the farm and their uses, through information collected with employees and the literature review, as well as carried out evaluations on the litter of the two systems. The first analysis consisted of sampling the amount of litter at 8 points, each divided into 3 plots, using a collecting frame measuring 0.25x0.25m. Soil cover was sampled by a 3.4m long rope divided into 33 equidistant points. The presence or absence of cover was observed in the projection of each point and the value obtained was converted into a percentage. It was found that the main species used to generate biomass on the farm are “gliricidia” (*Gliricidia sepium*), “pau-pombo” (*Tapirira guianensis*), “moringa” (*Moringa oleifera*), “banana” (*Musa spp*), “margaridão” (*Tithonia diversifolia*), “sombreiro” (*Clitoria fairchildiana*), “leucena” (*Leucaena leucocephala*) and “capim-tanzânia” (*Panicum maximum cv. Tanzânia*). The values measured for the amount of leaf litter and the percentage of coverage in the soils of the evaluated systems allow us to conclude that these species are fulfilling their soil conservation function well.

**Keywords:** biomass production; leaf litter; agroforestry; semiarid.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delimitação atual do semiárido.....	24
Figura 2 – Imagem de satélite da Fazenda Coringa Agrofloresta.....	28
Figura 3 – Aplicação de questionário com funcionários da Coringa Agrofloresta.....	30
Figura 4 – Amostragem da serrapilheira com uso da moldura coletora.....	31
Figura 5 – Verificação da presença de cobertura sob os pontos da corda.....	32
Figura 6 – SAFA Mandala atualmente.....	33
Figura 7 – Desenvolvimento do “Safão”.....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Principais espécies usadas como geradoras de biomassa na Fazenda Coringa e outras funções realizadas por elas, segundo funcionários da fazenda.....	35
Tabela 2	– Quantidade de serrapilheira em (t/ha) no “Safão” e na “Safa Mandala”.....	41
Tabela 3	– Porcentagem de cobertura do solo na “Safa Mandala” e no “Safão”, na fazenda Coringa Agrofloresta. .....	43

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CE	Ceará
cm	Centímetro
CO	Carbono orgânico
CV	Coefficiente de variação
g	Grama
ha	Hectare
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICRAF	International Center for Research in Agroforestry
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
kg	Quilograma
m	Metro
MG	Minas Gerais
MO	Matéria orgânica
SAF	Sistema agroflorestal
SAFA	Sistemas agroflorestal agroecológico
t	Tonelada

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Objetivos gerais.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>17</b>
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Breve histórico da agricultura brasileira.....</b>	<b>18</b>
<i>3.1.1 A agricultura após a colonização .....</i>	<i>18</i>
<i>3.1.2 A agricultura dos povos originários .....</i>	<i>19</i>
<b>3.2 Caracterização dos sistemas agroflorestais .....</b>	<b>20</b>
<i>3.2.1 Conceitos e definições.....</i>	<i>20</i>
<i>3.2.2 Tipos de SAFs.....</i>	<i>21</i>
<b>3.3 Princípios fundamentais na implantação e manejo das SAFAs .....</b>	<b>21</b>
<i>3.3.1 Sucessão natural .....</i>	<i>21</i>
<i>3.3.2 Estratificação e otimização da fotossíntese .....</i>	<i>22</i>
<i>3.3.3 Cobertura permanente do solo.....</i>	<i>23</i>
<b>3.4 Importância dos Sistemas Agroflorestais no semiárido brasileiro.....</b>	<b>23</b>
<i>3.4.1 Caracterização do semiárido brasileiro .....</i>	<i>23</i>
<i>3.4.2 Aspectos socioeconômicos e histórico de uso dos solos .....</i>	<i>25</i>
<i>3.4.3 Potencial do cultivo em SAFs no semiárido.....</i>	<i>26</i>
<b>4 MÉTODOS.....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 Descrição do local de estudo .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2 Procedimentos metodológicos .....</b>	<b>29</b>
<i>4.2.1 Levantamento de informações com profissionais da fazenda.....</i>	<i>29</i>
<i>4.2.3 Avaliação da porcentagem de cobertura do solo.....</i>	<i>31</i>
<b>4.3 Análise.....</b>	<b>32</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>5.1 Informações sobre os sistemas estudados .....</b>	<b>33</b>
<b>5.2 Espécies usadas para geração de biomassa .....</b>	<b>34</b>
<b>5.3 Quantidade de serrapilheira em cada sistema .....</b>	<b>38</b>
<b>5.4 Porcentagem de cobertura do solo nos sistemas analisados .....</b>	<b>42</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Há cerca de doze mil anos, os seres humanos deram início às primeiras práticas agrícolas, que possibilitaram uma maior disponibilidade de alimentos e trouxeram transformações intensas no modo de vida. É certo que essas práticas evoluíram ao longo do tempo, em consonância com as necessidades e com a criatividade das populações que as realizavam.

Atualmente, além da função alimentar, a agricultura tem também função econômica e social, pois, no contexto do mundo globalizado e majoritariamente capitalista, os alimentos tornaram-se produtos intensamente comercializados e geradores de lucros para um setor da economia. Esse fato molda as práticas agrícolas atuais, que são direcionadas para o aumento da produtividade e do lucro, muitas vezes em detrimento do bem-estar social e da conservação de recursos naturais.

A busca por lucro em grande escala induz a concentração de terras e conseqüentemente inviabiliza a agricultura de pequena escala, levando ao empobrecimento da população do campo e ao êxodo rural, criando problemas sociais no campo e na cidade. Além disso, a agricultura se configura atualmente como a principal atividade responsável pelo desmatamento nos biomas brasileiros.

Na região semiárida brasileira a exploração agropecuária vem ocorrendo de forma predatória, levando à perda da biodiversidade e à degradação do solo e dos demais recursos naturais. O processo de ocupação e uso das terras nessa região é marcado pela degradação da vegetação pelo extrativismo e para a prática da atividade agropecuária.

Além disso, nas áreas do semiárido brasileiro predomina a agricultura familiar baseada em cultivos de sequeiro, que são pouco produtivos e altamente dependentes da ocorrência de chuvas, constituindo sistemas frágeis, pouco resilientes e incapazes de garantir o sustento das populações rurais. Neste ínterim, tornou-se necessária a busca por formas de agricultura que se opõem ao modelo agrícola predatório, propondo práticas que considerem o bem-estar e a conservação de recursos para a coexistência da espécie humana com as demais espécies da biosfera, nessa e nas futuras gerações.

Dessa forma, o cultivo em Sistemas agroflorestais (SAF's) é estudado como alternativa promissora para facilitar a convivência com as condições da região semiárida brasileira. Neles, o cultivo de espécies vegetais alimentícias é associado ao cultivo de

espécies florestais, incrementando a biodiversidade e direcionando os processos naturais no intuito de produzir sem causar a degradação dos recursos naturais e, inclusive, servindo para a recuperação de áreas degradadas.

As práticas agrícolas aplicadas nos SAF's têm como objetivo a reprodução dos processos ecológicos que ocorrem naturalmente em ecossistemas. Elas buscam promover a adaptação e o equilíbrio das populações, aumentar o acúmulo de matéria orgânica na superfície dos solos, aumentar a produção de fitomassa e fortalecer a estrutura do solo. Consequentemente, melhoram a fertilidade do solo, fornecem proteção contra os processos erosivos, incentivam a atividade microbiológica e a ciclagem de nutrientes.

Embora sistemas alternativos de agricultura não sejam a maioria, é possível encontrar diversas experiências bem-sucedidas de sistemas agroflorestais na região semiárida do Brasil. A Fazenda Coringa Agrofloresta, localizada em área de semiárido brando do município de Trairí, Ceará, é uma delas, que desde 2015 vem realizando implantação e manejo de sistemas agroflorestais.

Entretanto, ainda pouco se conhece sobre as características de sistemas agroflorestais que possibilitam a conservação e melhoria dos solos na região semiárida do Brasil. A realização de estudos acerca das espécies vegetais utilizadas, do manejo e da dinâmica da matéria orgânica é extremamente importante para auxiliar no planejamento de sistemas adaptados à condição semiárida. Nesse sentido, os SAF's implantados na Coringa Agrofloresta, são os objetos de estudo do presente trabalho.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos gerais**

Avaliar aspectos relacionados à conservação do solo e relacioná-los à agrobiodiversidade de diferentes sistemas agroflorestais no semiárido brasileiro.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Fazer um levantamento das principais espécies usadas com o intuito de gerar biomassa e cobertura para o solo nos SAF's da Coringa Agrofloresta;
- Listar outras funções exercidas por essas espécies dentro dos sistemas;
- Quantificar a serrapilheira e a porcentagem de cobertura do solo nos sistemas agroflorestais selecionados.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Breve histórico da agricultura brasileira**

##### *3.1.1 A agricultura após a colonização*

O processo de colonização das terras que hoje fazem parte do território brasileiro foi marcado pela apropriação e pela exploração dos recursos naturais encontrados pelos colonizadores. Nesse processo o uso das terras pela agricultura esteve intrinsecamente relacionado à formação econômica do país (MIRANDA, 2020), pois se destacou como a principal atividade geradora de lucro em muitos momentos.

De acordo com Silva (1992), a evolução da economia brasileira se deu com a sucessão de diferentes ciclos econômicos, cada um deles marcado pela predominância de determinado produto, que se destacava devido à grande procura no mercado externo. O autor aponta ainda que esses ciclos, além de moldarem o desenvolvimento econômico, trouxeram transformações que repercutiram em outros aspectos da sociedade, como a distribuição de rendas, a expansão territorial e demográfica e a constituição de classes sociais.

O cultivo da cana-de-açúcar, por exemplo, consistiu na principal fonte de lucro gerado no Brasil no século XVI e em meados do século XVII, fortalecendo a consolidação da colonização e levando riquezas para as metrópoles europeias, ao mesmo tempo em que estabeleceu as primeiras grandes áreas de monocultura e marcou a estrutura social brasileira com o uso da mão-de-obra escrava, primeiramente indígena e depois importada da África (SILVA, 1992).

No século XVII, a produção do açúcar brasileiro para o mercado externo entrou em declínio, devido ao aumento da concorrência com outras regiões produtoras. Algumas décadas após o fato citado, a mineração se tornou o principal motor econômico do país. No entanto, teve rápida decadência e a agricultura voltou a ocupar o papel de atividade mais importante para a economia, com a produção para a exportação, inicialmente do algodão e posteriormente do café (RESENDE, 2002).

Miranda (2020) acrescenta que, enquanto o cultivo da cana-de-açúcar se desenvolveu no litoral, as terras do interior do país foram gradualmente ocupadas pela atividade pecuária. O autor também aponta que durante o ciclo do açúcar houve práticas agrícolas secundárias, como o cultivo do tabaco e o desenvolvimento da agricultura familiar.

Ao longo do século XX, transformações intensas modificaram a agricultura ao redor do mundo, reverberando também no Brasil. A Revolução Agrícola Contemporânea e posteriormente a Revolução Verde disseminaram práticas que se popularizaram entre aqueles que tinham condições de aderi-las, como a motorização e a mecanização das atividades agrícolas, o cultivo de variedades selecionadas e geneticamente modificadas e o uso intenso de agroquímicos (MAZOYER, 2009).

Essas transformações, possibilitaram que o Brasil chegasse atualmente à condição de um dos maiores produtores e exportadores de grãos, carnes e outras *commodities* agrícolas (MIRANDA, 2020). Porém também trouxeram inúmeras consequências negativas para a sociedade e o meio ambiente, como a concentração de renda e de terras (RESENDE, 2002), as mudanças climáticas, o aumento da resistência de pragas e o esgotamento dos recursos naturais (MIRANDA, 2020) dentre outras que ameaçam não só a prática da agricultura, mas a perpetuação da espécie humana e o equilíbrio dos ecossistemas.

### 3.1.2 A agricultura dos povos originários

O cultivo em SAF's vem ganhando destaque atualmente, mas remonta a uma história da agricultura brasileira que precede o evento da colonização, e que geralmente é esquecida nas narrativas oficiais. Isso porque os povos originários que habitavam as terras denominadas 'brasileiras' já praticavam formas de agricultura que foram desconsideradas pelos colonizadores (CORREIA NETO *et al.*, 2016).

Segundo Devidé (2013) os solos encontrados na região amazônica que hoje são conhecidos como "Terra Preta de Índio" são evidências dessas formas de agricultura que se assemelhavam ao cultivo agroflorestal, pois resultavam do acúmulo de materiais orgânicos provenientes não só da deposição direta de material pirolizado pela ação humana, mas também provenientes de sistemas florestais multiestratificados de alta densidade.

Outros autores apontam que povos ancestrais brasileiros usavam princípios similares aos aplicados em sistemas agroflorestais, no entanto, passaram despercebidos pelos colonizadores portugueses por não serem capazes de distinguir esses sistemas agroflorestais das florestas virgens (CORREIA NETO *et al.*, 2016). Apesar dessas constatações, ainda não é amplamente reconhecido o fato de que o cultivo de alimentos em SAF's (mesmo tendo seus princípios e tecnologias calcados na ciência moderna) é

uma prática que resgata tradições agrícolas praticadas pelos povos originários brasileiros. Isso se deve a um processo de apagamento histórico ocorrido durante a colonização das terras brasileiras. Guimarães (2016) afirma que esse processo ocorreu de forma proposital, como uma forma de apropriação da cultura indígena pelo povo europeu.

De qualquer modo, não que ser reconhecidas as origens indígenas dos cultivos agroflorestais, pois isso traz visibilidade a esses povos enquanto criadores de grandes sistemas produtivos capazes de garantir o abastecimento alimentar de uma população de milhões de pessoas em harmonia com o funcionamento dos ecossistemas (GUIMARÃES, 2016).

### **3.2 Caracterização dos sistemas agroflorestais**

#### *3.2.1 Conceitos e definições*

Diversos autores e instituições já elaboraram definições para o conceito de Sistemas Agroflorestais (SAFs), sendo que uma das mais difundidas é aquela fornecida pelo *International Center for Research in Agroforestry* (ICRAF), baseada em Nair (2010):

Agrofloresta é um nome genérico para sistemas de uso da terra onde espécies lenhosas perenes como árvores, arbustos, palmeiras, bambus, etc., são deliberadamente utilizadas nas mesmas unidades de área com culturas agrícolas e/ou animais, num determinado arranjo espacial e temporal. (NAIR, 2010, p 237-307 *apud* MICCOLIS *et al* 2016).

Essa definição evidencia que a produção em SAFs possibilita a execução de diversas atividades agropecuárias na mesma área, integrando os componentes em diferentes arranjos. Verifica-se também que a presença do componente arbóreo é fundamental, uma vez que as árvores possuem usos múltiplos dentro dos sistemas, servindo tanto para exploração econômica, quanto para o fornecimento de serviços ecossistêmicos que colaboram com o equilíbrio ecológico e com a própria produção agropecuária.

Segundo Miccolis *et al.*, (2016) os SAFs podem ser constituídos por 3 componentes principais, as espécies lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras, etc.), as culturas agrícolas e os animais. Porém, existem SAFs de diversos tipos e nem sempre esses três componentes precisam estar associados para caracterizá-los.

Múltiplos benefícios podem ser proporcionados pelos Sistemas Agroflorestais, tanto na esfera ambiental quanto na socioeconômica. Eles podem ajudar a mitigar as mudanças climáticas, proteger e alimentar a biodiversidade, assim como contribuir com a regulação do ciclo hidrológico, com o controle da erosão e com a ciclagem de nutrientes do solo, melhorando suas propriedades. Além disso, ainda gera diversos produtos úteis aos seres humanos e que podem ser comercializados (MICCOLIS *et al.*, 2016).

### 3.2.2 Tipos de SAFs

Os SAF's podem ser classificados de acordo com os componentes que apresentam (MICCOLIS *et al.*, 2016). Eles podem ser sistemas silvipastoris (quando associam a criação de animais ao cultivo de pastagens e espécies arbóreas), agrossilvipastoris (quando integram os três elementos), ou ainda agrossilviculturais (quando são consórcios de cultivos agrícolas anuais com espécies arbóreas perenes). Além disso, qualquer tipo de SAF pode variar em termos de complexidade, intensidade de manejo, nível de biodiversidade e grau de interação entre seus componentes (MICCOLIS *et al.*, 2016).

Os sistemas agroflorestais abordados nesse trabalho são chamados na Fazenda Coringa Agrofloresta de Sistemas Agroflorestais Agroecológicos (SAFAs), pois são cultivados de forma a incentivar o incremento da biodiversidade e as relações ecológicas presentes no ambiente, visando uma produção agrícola diversificada dentro de um agroecossistema equilibrado (SCHULER, 2018). Esses sistemas também são chamados por alguns autores de Sistemas Agroflorestais Sintrópicos (FIGUEIREDO, 2020) ou Sistemas Agroflorestais Sucessionais (SIQUEIRA, 2015), e são caracterizados por alguns princípios básicos, que guiam seu processo de cultivo ao longo do tempo. Contudo, é importante salientar que há SAFs que não seguem esses princípios ecológicos, constituindo sistemas com pouca biodiversidade, nos quais é possível, inclusive, haver o uso de agroquímicos.

## 3.3 Princípios fundamentais na implantação e manejo das SAFAs

### 3.3.1 Sucessão natural

Segundo Penereiro (1999) a sucessão natural é o processo chave que guia a dinâmica dos sistemas citados acima. Esse processo consiste na evolução de um

ecossistema ao longo do tempo, desde o surgimento dos primeiros conjuntos de espécies, que são sucedidos gradualmente por outros conjuntos, até um momento clímax, no qual há abundância de recursos naturais.

As primeiras espécies que ocupam o sistema são espécies herbáceas de rápido crescimento, que precisam de elevada incidência de luz solar, denominadas pioneiras. Com o passar do tempo parte dessas espécies vão sendo substituídas por espécies arbustivas e arbóreas ou até mesmo outras espécies herbáceas com menor dependência de radiação solar direta. Logo, é importante que o planejamento da agrobiodiversidade de um sistema agroflorestal contemple espécies, tanto de produção quanto de serviço, capazes de ocupar os nichos ecológicos que vão sendo alterados ao longo da sucessão.

Portanto, observar a sucessão natural do ecossistema local é um princípio imprescindível, que pode ser aplicado em qualquer ambiente do planeta, através da observação das espécies em seus locais de origem. Dessa forma, o processo pode ser otimizado por meio da escolha de espécies adequadas e da realização do manejo correto.

### *3.3.2 Estratificação e otimização da fotossíntese*

Num ecossistema natural estão presentes espécies vegetais de diferentes portes, que dividem o dossel da floresta em estratos. O estrato que cada espécie ocupa é definido de acordo com sua altura e necessidade de luz e essas características devem ser observadas para a montagem dos arranjos agroflorestais (MICCOLIS et al., 2016).

As culturas devem ser associadas ocupando estratos distintos, em densidade adequada, visando maximizar o aproveitamento de espaço e luminosidade (SIQUEIRA, 2015). Dessa forma, a luz proveniente da radiação solar é mais bem distribuída, e o nível de fotossíntese é incrementado, o que traz mais vida e vigor ao sistema.

Para garantir que todos os estratos serão devidamente ocupados, é importante que os sistemas sejam planejados em consórcios diversificados de culturas que se sucedem ao longo do tempo, com densidades de plantios adequadas, para que a quantidade de luz que passa de um estrato para os outros seja ideal (SIQUEIRA, 2015).

A realização adequada de podas deve ser frequente nos manejos das SAFAs, pois é fundamental para a ocupação correta dos estratos, assim como acelera a sucessão natural e a ciclagem de nutrientes. As podas aumentam a entrada de luz em todo o sistema, propagando uma informação de crescimento em todas as espécies presentes.

Além disso, a biomassa vegetal podada geralmente é depositada sobre os solos, servindo de cobertura orgânica (REBELLO; SAKAMOTO, 2021).

### 3.3.3 Cobertura permanente do solo

De acordo com Miccolis *et al.*, (2016) a presença de cobertura permanente do solo com matéria orgânica é um dos princípios ecológicos que norteia a implantação dos SAF's, ajudando a conciliar as funções sociais e ambientais dos mesmos. Essa cobertura também pode ser chamada de serrapilheira e é constituída principalmente por material vegetal que cai do dossel das árvores, como folhas, flores, galhos e sementes.

Esse material se acumula na camada superficial do solo e age como uma barreira protetora, que impede a incidência de luz solar diretamente sobre o solo (ajudando a manter a temperatura mais amena) assim como evita o impacto direto da chuva, reduzindo o escoamento superficial, facilitando a infiltração da água e, conseqüentemente, reduzindo as perdas de solo por erosão (LIMA *et al.*, 2021).

Além disso, essa camada também é muito importante para a ciclagem de nutrientes, pois serve como fonte de alimento para os microorganismos do solo. Estes por sua vez, trabalham na decomposição e na mineralização dessa matéria orgânica, possibilitando que os nutrientes contidos nela fiquem disponíveis e possam ser absorvidos e incorporados pelas plantas.

Dessa forma, a cobertura dos solos dos SAFs com serrapilheira melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas desses solos. Para garantir que essa cobertura seja perene é necessário incluir nos consórcios espécies cultivadas com o fim de gerar biomassa para ser podada e depositada sobre o solo (MICCOLIS *et al.*, 2016).

## 3.4 Importância dos Sistemas Agroflorestais no semiárido brasileiro

### 3.4.1 Caracterização do semiárido brasileiro

O semiárido brasileiro é uma região que ocupa cerca de 1.128.697 km<sup>2</sup>, numa área que abrange os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte de Minas Gerais e do Maranhão (Figura 1), contando com 1.262 municípios e abrigando por volta de 27.870.241 habitantes (BRASIL, 2017).

Figura 1 – Delimitação atual do semiárido.



Fonte: BRASIL (2017)

O clima dessa região é marcado por altos níveis de insolação, por temperaturas relativamente altas, com média anual na faixa de 24 a 26°C e pela irregularidade espaço-temporal das precipitações, que geralmente se concentram em 4 meses do ano e variam entre 400 a 800 mm anuais (CORREIA *et al.*, 2011). Esses fatores elevam as taxas de evapotranspiração, gerando um balanço hídrico negativo ao longo do ano, o que afeta a disponibilidade de água nos solos e em reservatórios.

Devido a essas características, são frequentes os eventos de seca, que podem se estender por anos. Aliado a isso, a má gestão dos recursos hídricos na região corrobora para que esses eventos atrapalhem e até impossibilitem o desenvolvimento das atividades agropecuárias na região, prejudicando todo um setor da economia e uma

parcela da população que depende dessas atividades para sobreviver (ARAÚJO FILHO *et al.*, 2019).

O semiárido apresenta diferentes paisagens, com variadas composições de relevos, vegetações e formações geológicas. Essas variações também resultam em um grande número de tipos de solos, mas verifica-se que a maioria deles apresentam limitações ao uso agrícola e baixo potencial produtivo, seja por problemas como baixa profundidade, pouca fertilidade, drenagem inadequada ou devido ao uso inadequado pelas atividades humanas (ARAÚJO FILHO *et al.*, 2019).

Segundo Correia *et al.*, (2011), o ecossistema predominante na região é a Caatinga, o único bioma exclusivamente brasileiro. Sua vegetação é adaptada à escassez de água e a outras condições climáticas típicas da aridez, sendo comum que as plantas tenham estruturas e sistemas de armazenamento hídrico em raízes, caules e folhas, assim como mecanismos fisiológicos adaptados.

Ainda de acordo com Correia *et al.*, (2011) a Caatinga possui muitas espécies endêmicas, tanto na flora quanto na fauna. Porém, apesar da riqueza de sua biodiversidade, esse bioma nunca foi tido como prioridade de conservação e é um dos mais degradados e ameaçados pela atividade humana. Dessa forma, são necessárias pesquisas que evidenciam a importância dessa riqueza e apontem métodos de uso e manejo adequados para os recursos naturais da região.

#### 3.4.2 Aspectos socioeconômicos e histórico de uso dos solos

O semiárido brasileiro apresenta os piores índices socioeconômicos do país (SILVA *et al.*, 2010), devido à herança histórica da má distribuição de terras e do uso irracional dos recursos naturais pela atividade humana. Grande parte da população dessa área tem seu sustento vinculado às atividades agropecuárias, que são altamente dependentes das chuvas e sofrem limitações na produção devido à ocorrência das secas e limitações relacionadas ao uso do solo.

Segundo Correia *et al.*, (2011) a ocupação dos solos se inicia no período colonial, com a pecuária extensiva, principal atividade econômica estabelecida na região, responsável também pelo início da ocupação demográfica pelos colonizadores. A produção agrícola era voltada para o consumo da população local, com cultivos de pequenos roçados de feijão, milho e mandioca.

Durante o século XIX e nas primeiras décadas do século XX, o algodão foi a principal cultura a movimentar a economia no semiárido. Ele era cultivado em latifúndios, para o beneficiamento do fio e extração do óleo (CARVALHO, 1988). Atualmente, na região semiárida, há zonas de agricultura irrigada integradas ao mercado, contrastando com enormes áreas de agricultura pouco produtiva, que contam com baixo grau tecnológico (CORREIA *et al.*, 2011).

Segundo o IBGE (2017), 79% dos estabelecimentos agropecuários no semiárido nordestino pertencem a agricultores familiares, com produção voltada para o autoconsumo, sendo que apenas 8% desses estabelecimentos recebem assistência técnica e a maioria deles conta com baixo grau tecnológico.

Historicamente verifica-se que muitos ciclos de secas já sucederam na região, abalando drasticamente a população, porém, a maioria das intervenções públicas não foram voltadas para a melhoria da infraestrutura hídrica permanente, e não construíram alternativas sólidas para o desenvolvimento da região (SILVA *et al.*, 2010). Dessa forma, as secas têm consequências severas e isso se deve a uma combinação de fatores naturais e políticos, associados ao mau uso da água pelos setores agrícola e industrial.

Nessas condições, tornou-se comum a realização de queimadas e de desmatamentos com finalidades agropecuárias (SILVA; SILVA, 2020). Segundo Araújo Filho (2002) essas práticas são usadas desde o período colonial e vêm degradando a vegetação e os solos do semiárido, trazendo sérias consequências para estes, como a diminuição da fertilidade e da capacidade produtiva, a salinização, a compactação e a exposição à erosão (BRASILEIRO, 2011).

Angelotti *et al.* (2010) ressaltam ainda que as condições hídricas no semiárido podem piorar nos próximos anos, pois as mudanças climáticas globais podem causar o aumento da temperatura global, o que poderá afetar toda a biodiversidade da região, assim como acelerar o processo de desertificação em muitas áreas.

### 3.4.3 *Potencial do cultivo em SAFs no semiárido*

De acordo com Nunes (2014) a convivência com o semiárido é uma perspectiva que busca orientar o desenvolvimento sustentável da região por meio de iniciativas socioeconômicas e tecnológicas compatíveis com a preservação e renovação dos recursos naturais. Dessa forma, o cultivo em SAFs se constitui numa prática eficaz de convivência com o semiárido, pois oferece a possibilidade de gerar produção agrícola,

conservando o solo e outros recursos naturais, além de gerar renda para as famílias agricultoras, estimulando sua independência (SILVA; SILVA, 2020).

Alves (2009) destaca que o cultivo em SAFs é capaz de mitigar a maior parte dos impactos negativos causados em áreas degradadas pela atividade agropecuária, através da manutenção de uma cobertura vegetal perene sobre o solo degradado. Khatounian (2001) também ressalta que os SAFs são os sistemas com maior potencial para minimizar os impactos da agricultura nos biomas brasileiros. Araújo Filho (2013) corrobora ao indicar a adoção de tecnologias agrofloretais como um dos melhores encaminhamentos para a recuperação ecológica e viabilização econômica da produção agropecuária no Semiárido.

Silva (2007) ressalta que as condições de escassez hídrica da região devem ser levadas em consideração na perspectiva da convivência com o semiárido. Na mesma abordagem, Miccolis *et al.*, (2016) enfatizam que o cultivo de SAFs no semiárido devem ser associados a sistemas de captação, armazenamento e reuso de água. Ainda segundo Miccolis *et al.*, (2016), os SAFs complexos ou sucessionais são os mais indicados para a restauração e conservação ambiental.

A possibilidade de uso de espécies adaptadas às condições ambientais do semiárido também é um ponto forte do cultivo em SAFs na região. Teles (2017) aponta o uso dessas espécies como fundamental para a recuperação dos solos e da vegetação. O cultivo em consórcios também melhora a eficiência hídrica, pois as raízes de diferentes tamanhos distribuem melhor a água pelo perfil do solo (RODRIGUEZ, 2015).

O componente arbóreo, fundamental nos Sistemas Agrofloretais, desempenha funções primordiais para a conservação da água e do solo (RODRIGUEZ, 2015). As árvores, além de fornecerem sombreamento (reduzindo a evaporação da água do solo), interceptam as gotas de chuva, diminuindo o impacto das mesmas sobre o solo, os sistemas radiculares aumentam a taxa de infiltração da água, diminuindo a ocorrência da erosão. Dessa forma, incrementam a capacidade de armazenamento de água nos agroecossistemas e maximizam a eficiência dos recursos hídricos disponíveis, mesmo em condições de escassez. O componente arbóreo é ainda responsável pela manutenção da biodiversidade e pela deposição de matéria orgânica nos solos, aspectos fundamentais para a recuperação das áreas do semiárido.

De acordo com Silva e Silva (2020) o cultivo em sistemas agrofloretais também é uma ferramenta capaz de promover a autonomia das famílias agricultoras do semiárido, pois reduz a necessidade de aquisição de insumos externos para a produção.

Eles possibilitam também que uma maior diversidade de produtos seja explorada e comercializada, diminuindo a sazonalidade das vendas (IZAC e SANCHEZ, 2001). Neves (2015) acrescenta que a produção diversificada também aumenta a renda familiar e a frequência do retorno financeiro, além de ter papel de destaque na segurança alimentar das famílias.

## 4 MÉTODOS

### 4.1 Descrição do local de estudo

O estudo realizou-se em sistemas agroflorestais na Fazenda Coringa Agrofloresta (Figura 2), localizada em Latitude 3° 16' 30.5" (S) e Longitude 39° 18' 14.7"(W), no município de Trairí, Ceará. O município tem área absoluta de 924,56 km<sup>2</sup> (IPECE, 2015) e conta com 51.422 habitantes de acordo com o último censo (IBGE, 2010).

Figura 2. Imagem de satélite da Fazenda Coringa Agrofloresta



Fonte: Google Earth (2022).

Segundo o IPECE (2015) o clima do município de Trairí é classificado como tropical quente semiárido brando, apresentando temperaturas médias entre 26°C e 28°C e pluviosidade anual de 1.588,8 mm, com período chuvoso marcado de janeiro a abril.

O relevo é composto por planície litorânea e tabuleiros pré-litorâneos com complexo vegetacional da zona litorânea e floresta perenifolia paludosa marítima e os principais solos encontrados são Areias Quartzosas Distróficas, Latossolo Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo, Regossolo, Solonchak e Solonetz Solodizado (IPECE, 2015).

A fazenda Coringa Agrofloresta contém 45 hectares, ocupados com diferentes sistemas agroflorestais, que se dividem de acordo com o tempo de implantação e objetivos de produção. Nesse estudo foram avaliados dois sistemas: o “Safão” e a “SAFA Mandala”.

## **4.2 Procedimentos metodológicos**

Para a obtenção de informações acerca da agrobiodiversidade e de características relacionadas à conservação dos solos dos sistemas avaliados, realizou-se os seguintes procedimentos: observação local das espécies que compõe os sistemas; levantamento de informações com profissionais da fazenda; avaliação da quantidade de serrapilheira na cobertura do solo; verificação da porcentagem de solo coberto em cada sistema.

### *4.2.1 Levantamento de informações com profissionais da fazenda*

Realizou-se dois questionários em entrevista com profissionais da Coringa Agrofloresta (Figura 3). No primeiro foram levantadas informações acerca dos sistemas avaliados (SAFA Mandala e Safão), com o propósito de elucidar características básicas, como o tamanho das áreas, a época de implantação, os insumos utilizados, as espécies contidas e o manejo realizado.

O segundo questionário foi aplicado com o fim de levantar quais espécies vegetais são cultivadas na fazenda com o intuito principal de produzir biomassa para a cobertura do solo, assim como verificar quais outras funções ambientais são apontadas pela equipe para essas espécies.

Figura 3. Aplicação de questionário com funcionários da Coringa Agrofloresta.



Fonte: Acervo da Coringa Agrofloresta (2022).

#### *4.2.2 Avaliação da quantidade de serrapilheira no solo*

A avaliação foi realizada 10 dias após a realização do manejo de poda do sistema mandala e 7 após o manejo do Safão. A coleta da serrapilheira foi realizada em 24 pontos de cada um dos sistemas agroflorestais, através do uso de uma moldura de madeira com dimensões internas de 0,25 x 0,25m. Cada sistema foi dividido em 3 parcelas de análise, sendo elas: linha de bananeiras, linha de árvores e entrelinhas (para o Safão); linha interna, linha externa e entrelinha (para o SAF Mandala). A moldura foi lançada aleatoriamente 8 vezes em cada parcela de análise e toda a serrapilheira contida no espaço delimitado foi coletada, com auxílio de uma tesoura de corte e um serrote para aparar os materiais que ultrapassavam os limites da moldura (Figura 4).

O material foi depositado e armazenado em sacos de papéis limpos e identificados e posteriormente foi levado para o Laboratório de Física do Solo da Universidade Federal do Ceará. Lá o material passou pelo procedimento de secagem em uma estufa a 65 °C até obter massa constante. Em seguida, o material foi levado para o Laboratório de Manejo de Conservação do Solo e pesado em balança de precisão de 0,01g.

Figura 4. Amostragem da serrapilheira com uso da moldura coletora.



Fonte: Acervo da Coringa Agrofloresta (2022).

#### 4.2.3 Avaliação da porcentagem de cobertura do solo

Uma linha com espessura de 1mm e 3m de comprimento, contendo 30 pontos marcados com tinta preta a cada 10cm, foi esticada sobre a superfície do terreno. A avaliação consistiu na verificação da presença ou ausência de cobertura orgânica no solo sob cada ponto marcado (Figura 5). Esse procedimento foi realizado com oito repetições em cada uma das parcelas dos sistemas agroflorestais avaliados. Em seguida a porcentagem de cobertura do solo através da seguinte equação:

$$\% \text{ solo coberto} = (Pc/Pt) \times 100$$

Onde: Pc = pontos que apresentaram cobertura no solo;

Pt = total de pontos avaliados.

Figura 5. Verificação da presença de cobertura sob os pontos da corda.



Fonte: Acervo da Coringa Agrofloresta (2022).

### 4.3 Análise

Foi realizada análise estatística descritiva dos dados, com aferição de médias, desvios padrões e coeficientes de variação para a porcentagem de cobertura dos sistemas e massa de serrapilheira coletada. Como o objetivo do trabalho é avaliar variáveis relacionadas à conservação do solo individualmente, as parcelas não foram dispostas em delineamento experimental e não houve testes de comparação de médias.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Informações sobre os sistemas estudados

A SAFA Mandala foi um dos primeiros sistemas agroflorestais implantados na fazenda, em 2017. A área conta com 1.017 m<sup>2</sup> e atualmente contém as seguintes espécies: acerola, seriguela, graviola, ata, banana, moringa, gliricídia, urucum, acácia, caferana, açaí, cacau, mogno, pau-pombo, leucena, dentre outras (Figura 6). Na época de implantação desse SAF, a equipe de trabalho da Coringa preparou o solo de forma manual (sem mecanização) com uso de composto orgânico produzido na propriedade, cal e pó-de-rocha.

Esse sistema é o único da fazenda que possui formato circular, com linhas distribuídas em círculos concêntricos, característica apontada como problemática pela equipe, por dificultar o planejamento, o manejo e a distribuição da radiação solar.

Figura 6. SAFA Mandala atualmente.



Fonte: Acervo da Coringa Agrofloresta (2022).

A área do Safão conta com 2.964m<sup>2</sup> e o sistema foi implantado em agosto de 2019, através da mão-de-obra da equipe da Coringa e de mutirão agroflorestal aberto à comunidade regional. Na época da implantação o solo foi arado e recebeu aplicação de cama de frango, pó-de-rocha e calcário, posteriormente foi depositada matéria orgânica triturada, proveniente do manejo da própria área (Figura 7). Atualmente o sistema abriga espécies como mogno, pau-pombo, sombreiro, leucena, guapuruvu, banana, limão, acerola, abacate, graviola, laranja, macaxeira, moringa, gliricídia, cacau, açaí, capim-tanzânia e taioba.

Figura 7: Desenvolvimento do Safão. A: implantação do sistema em agosto de 2019; B: a mesma área em 2022



Fonte: Acervo da Coringa Agroflorestra.

Ambos os sistemas contam com irrigação por aspersão e são manejados a cada dois meses, com equipamentos manuais como facões, serrotes e tesouras de poda. O manejo se inicia com a capina seletiva das espécies espontâneas que não são de interesse, em seguida, o capim e as plantas arbóreas e arbustivas são podados em altura certa para a ocupação dos estratos. O material residual da poda é organizado e depositado sobre o solo, formando a cobertura do mesmo.

## 5.2 Espécies usadas para geração de biomassa

Os profissionais da Coringa Agroflorestra apontaram as espécies relacionadas na tabela 1 como as mais utilizadas para gerar biomassa e cobertura para o solo na fazenda. Eles também indicaram outras funções realizadas por essas espécies, conforme a percepção empírica dos mesmos.

Tabela 1. Principais espécies usadas como geradoras de biomassa na Fazenda Coringa e outras funções realizadas por elas, segundo funcionários da fazenda.

Nome popular	Nome científico	Outras funções apontadas
Gliricídia	<i>Gliricidia sepium</i>	Conservação do solo e da biodiversidade, manutenção da polinização, extração da madeira.
Pau-pombo	<i>Tapirira guianensis</i>	Conservação do solo e da biodiversidade, sombreamento do sistema, manutenção da polinização.
Moringa	<i>Moringa oleífera</i>	Conservação do solo e da biodiversidade, manutenção da polinização, sombreamento do sistema e uso alimentício das folhas e sementes.
Banana	<i>Musa spp</i>	Conservação do solo e da biodiversidade, sombreamento do sistema, uso alimentício, regulação do fluxo e qualidade da água.
Margaridão	<i>Tithonia diversifolia</i>	Conservação do solo e da biodiversidade, manutenção da polinização, uso ornamental das flores.
Sombreiro	<i>Clitoria fairchildiana</i>	Conservação do solo e da biodiversidade, sombreamento do sistema, manutenção da polinização.
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Conservação do solo e da biodiversidade, manutenção da polinização.
Capim Tanzânia	<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	Conservação do solo e da biodiversidade, uso na alimentação de animais domésticos.

Fonte: Elaborada pela autora.

A *G. sepium* é uma espécie leguminosa arbórea, da família Fabaceae, originária da América Central que apresenta uso múltiplo. Segundo Devidé (2013) ela pode ser usada como quebra-vento, cerca viva, forragem para ruminantes, produção de madeira e adubo verde, com potencial para restaurar a fertilidade de solos em áreas degradadas. Miccolis *et al.*, (2016) afirmam que a *G. sepium* pode ser usada também como inseticida e raticida e ressaltam o potencial da espécie para ser usada na recuperação da fertilidade dos solos na Caatinga e no Cerrado, pois ela fixa nitrogênio, tem sistema radicular profundo e grande produção de biomassa.

A *L. leucocephala* é uma árvore leguminosa da família Mimosaceae originária da América Central. Ela apresenta rápido crescimento e pode chegar a 20m de altura, responde bem à poda e apresenta vigor na rebrota. Miccolis *et al.*, (2016) apontam a espécie como excelente adubo verde e planta melhoradora do solo. Os autores citam ainda que a *L. leucocephala* realiza simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio e

com fungos micorrízicos fixadores de fósforo, o que torna esses nutrientes mais disponíveis no solo, para todas as espécies do sistema. Além disso, Miccolis *et al.*, (2016) ressaltam que a *L. leucocephala* é altamente indicada para uso na alimentação animal (apontada como uma das forrageiras mais promissoras da região semiárida) e que pode ser utilizada para o fornecimento de lenha, carvão e celulose.

Drumond e Morgado (2004) destacam o potencial forrageiro e madeireiro da *L. leucocephala* e da *G. sepium*, evidenciando que essas espécies produzem forragem em quantidade e qualidade superiores as das pastagens nativas e também produzem material lenhoso em menor intervalo de tempo, ou seja, apresentam uma alta produção de biomassa. Dessa forma, classificam essas espécies como potenciais para o cultivo em SAFs no semiárido brasileiro e para a conservação e restauração dos solos nessa região. Os autores apontam ainda que a *G. sepium* apresenta uso medicinal e alimentício.

A *T. diversifolia* é um arbusto da família Asteraceae, também originário da América Central. Devede (2013) aponta que essa espécie tem grande potencial para ser usada na restauração e no incremento da fertilidade do solo, pois sua fitomassa apresenta altos níveis de macronutrientes, principalmente o Fósforo. O autor também cita que a *T. diversifolia* apresenta componentes com propriedades farmacológicas comprovadas e que é muito usado com fins ornamentais. Além disso, Devede (2013) resalta o potencial de uso da *T. diversifolia* para detoxificação de áreas contaminadas com chumbo.

Miccolis *et al.*, (2016) confirmam o potencial da *T. diversifolia* na recuperação de solos degradados (melhorando tanto a fertilidade como as características físicas e químicas) e ressaltam também que ele pode ser usado como pasto apícola e complemento da alimentação de ruminantes. Os autores afirmam que a planta pode ser usada como fitoterápico contra hepatite e algumas infecções, malária, inflamações, diarreia e ameba.

A *Musa spp.* é uma planta herbácea gigante, de origem asiática e pertencente à família Musaceae. É uma espécie muito utilizada em sistemas agroflorestais nos mais diversos biomas, pois possibilita múltiplos usos, dentre eles: uso frutos na alimentação humana, podendo ser consumidos *in natura* ou processados e usados em diversas receitas; uso das fibras para vários tipos de artesanatos; criação de microclimas; armazenamento de água e nutrientes em seus tecidos (MICCOLIS *et al.*, 2016).

Como o pseudocaule da *Musa spp.* é rico em nitrogênio, minerais e água, sua deposição sobre o solo resulta na ciclagem de nutrientes e na manutenção da umidade,

além de evitar o aparecimento de ervas espontâneas, mas é importante que ele seja cortado de forma longitudinal, para que sua decomposição seja rápida, evitando a disseminação da praga conhecida como moleque da bananeira (CORREIA NETO *et al.*, 2016).

A *M. oleífera* é uma espécie perene, arbórea, de crescimento rápido pertencente à família Moringaceae, originária da Índia e também muito utilizada em sistemas agroflorestais. Lucena (2021) evidencia o potencial do cultivo dessa planta em SAFs no semiárido nordestino, por ser uma planta resistente à seca e pouco exigente quanto ao solo cultivado, ajudando na recuperação de áreas degradadas.

A autora aponta que a *M. oleífera* pode ser utilizada na alimentação humana e animal, fornecendo nutrientes como cálcio, potássio, ferro, e as vitaminas A e C, além de ser utilizada com fins medicinais e para a produção de cosméticos. Gabe *et al.*, (2022), em estudo realizado em sistema silvipastoril no estado de Mato Grosso do Sul, afirmam que a *M. oleífera* também é uma planta que realiza associação com organismos fixadores de nitrogênio no solo, tornando esse nutriente mais disponível para as culturas que estão ao seu redor. Neves *et al.*, (2007), destacam que as sementes da *M. oleífera* também podem ser utilizadas no tratamento de água para consumo humano, pois contém polissacarídeos aglutinantes e propriedades de coagulação.

A *C. fairchildiana* é uma planta arbórea de grande porte, pertencente à família Fabaceae, originária da Amazônia e muito usada no paisagismo e na recuperação de áreas degradadas (CRUZ, 2013). É conhecida por esse nome devido à sua copa frondosa e espessa, que propicia sombreamento para as espécies de estratos mais baixos nos SAFs e pode ser utilizada como biomassa para cobertura do solo quando manejada. A *C. fairchildiana* tem sido recomendada para uso em SAFs na região pré-amazônica do estado do Maranhão (COELHO *et al.*, 2018) devido ao seu rápido crescimento e por realizar simbiose com rizóbios do gênero *Bradyrhizobium*, além disso pode ser utilizada também para fornecer lenha e varas de madeira (SOUZA; SOUZA, 2011).

A *T. guianensis* é uma espécie de porte arbóreo, pertencente à família Anacardiaceae, que pode ser encontrada na Amazônia e em florestas pluviais do Nordeste, Sudoeste e Sul (COSTA *et al.*, 2014). É uma planta resinífera e sua madeira pode ser utilizada como lenha, para fabricação de carvão e na confecção de objetos artesanais (FERNANDES *et al.*, 2012). O cultivo da *T. guianensis* é recomendado em SAF's para sombreamento de pastagens em Minas Gerais, por apresentar sombra densa, e na Bolívia é usado como quebra-vento (CARVALHO, 2014), além de ser útil no

reflorestamento de áreas degradadas devido ao seu crescimento rápido e à sua alta capacidade regenerativa por meio da dispersão de sementes (FERNANDES *et al.*, 2012). Carvalho (2014) afirma ainda que a *T. guianensis* é uma planta melífera.

O capim Tanzânia é uma variedade da espécie *Panicum maximum* muito usada como planta forrageira na alimentação animal. Peixoto Júnior (2014) afirma que essa variedade tem obtido sucesso no nordeste brasileiro, pois além de fornecer alimento para os rebanhos (principalmente de caprinos) também reduz a pressão de pastejo sobre as espécies nativas. Krainovic (2008) aponta, em estudo realizado no estado do Rio de Janeiro, que a espécie *P. maximum* pode servir como cobertura para o solo, aumentando o teor de matéria orgânica e a fertilização via poda e decomposição.

Não foram encontradas na literatura informações sobre o uso da variedade Tanzânia como geradora de biomassa em SAFs, porém, na Coringa Agrofloresta ela vem sendo usada com sucesso há alguns anos, por ser bem adaptada às condições edafoclimáticas e apresentar rápido crescimento.

Todas as espécies listadas podem ser encontradas na literatura acerca de sistemas agroflorestais, o que pode ser um indicativo de que elas são de uso frequente e cumprem funções importantes nesses sistemas. Muitos autores indicam usos para as espécies que condizem com os usos que foram listados pelos profissionais da Coringa.

Alguns autores também acrescentam usos que não são realizados pelos funcionários da Coringa (pois essas espécies são usadas prioritariamente para a geração de biomassa), dentre eles: o uso medicinal e cosmético da *M. oleifera*; uso da *T. diversifolia* como fitoterápico; uso da *T. guianensis* para produção de lenha, carvão e objetos artesanais; uso medicinal e alimentício da *G. sepium*, assim como seu uso como quebra-vento, inseticida e raticida; uso da *L. leucocephala* para produção de lenha, celulose e carvão. A *G. sepium*, a *L. leucocephala*, a *T. diversifolia* e a *P. maximum* cv. Tanzânia também são recomendadas na alimentação de ruminantes, mas como não existem animais ruminantes na fazenda, esse uso também não é destinado a essas espécies.

### **5.3 Quantidade de serrapilheira em cada sistema**

Verifica-se que na área da Safa Mandala as quantidades de serrapilheira em cada parcela analisada foram maiores que no Safão (Tabela 2). Um dos possíveis motivos para isso é que a primeira área foi implantada há cinco anos, o que permite um acúmulo

maior de serrapilheira na superfície do solo, já que o aporte de biomassa vem sendo contínuo e alguns componentes da serrapilheira são materiais lenhosos, resistentes à decomposição.

A massa média de serrapilheira chegou a valores superiores à 34 toneladas por hectare na posição linha do sistema mandala. De modo geral, os valores observados para a quantidade de serrapilheira são considerados altos, quando comparados a outros agroecossistemas em condições semiáridas. Lima (2021) compara resultados de sistemas de vegetação de caatinga e sistemas agroflorestais no município de Cocal-PI, encontrando um total de 11.694,7kg/ha de massa seca de serrapilheira no SAF avaliado, quantia próxima da que foi registrada na área de caatinga nativa (12.636,2kg/ha), valores semelhantes aos encontrados nas linhas do Safão (13.930kg/ha e 14.310kg/ha) e inferiores aos encontrados no sistema Mandala.

Pereira (2021) analisa o mesmo parâmetro em outra unidade de estudo, localizada em Tururu-CE, comparando áreas de SAFs e áreas de mata em regeneração natural desde 2017. As áreas de SAF (com exceção da mais recente, implantada em 2021) apresentaram valores maiores para massa seca de serrapilheira, chegando a ultrapassar 10.000kg/ha, enquanto que as áreas de caatinga em regeneração natural apresentaram quantidades entre 5.000 e 10.000 kg/ha. É importante destacar que a maioria dos sistemas avaliados por Pereira (2021) não possuem irrigação e estão localizados em área com menor índice pluviométrico que do presente estudo, fatores que explicam a menor deposição de serrapilheira naqueles sistemas.

Aguiar (2011) analisa a produção de serrapilheira em SAFs destinados à produção de alimento para rebanhos, comparando com a produção em um sistema de cultivo tradicional e uma área sob cobertura vegetal nativa de caatinga na região de Sobral-CE. Nessa região o autor registrou 588kg/ha de massa seca de serrapilheira na área de cultivo tradicional, 1.317kg/ha na área de SAF para ovinos, 1.812kg/ha na área de SAF para caprinos e cerca de 3.500kg/ha área de caatinga nativa.

Quantidades de serrapilheira pouco superiores a 10.000kg/ha também foram observadas em sistema florestal e SAFs na região Amazônica no município de Esperantina-TO, (FREITAS *et al.*, 2016). Ainda na Amazônia, outros estudos revelam acúmulo de serrapilheira superiores à 30.900 kg/ha (PIMENTEL *et al.*, 2021).

Portanto, percebe-se que a maioria dos valores encontrados para quantidade de massa seca de serrapilheira nos sistemas da Coringa Agrofloresta (Tabela 2) ultrapassa os valores encontrados nos estudos realizados em áreas de caatinga, demonstrando

maior similaridade com os valores encontrados na região amazônica. Esse fato se deve a vários motivos, dentre eles o manejo intenso realizado pelos profissionais da fazenda. Principalmente os procedimentos de podas aceleram a deposição da biomassa viva sobre o solo ao mesmo tempo de estimulam a brotação e produção de biomassa.

Outro fator que pode explicar as altas quantias de biomassa é a ocorrência de irrigação nos SAFs da Coringa, que aumenta a quantidade de biomassa viva produzida pelas plantas. Lima (2021) demonstra que em áreas da Caatinga sem irrigação, a produção de biomassa é maior na época das chuvas (evidenciando a importância da água nesse processo), porém, a deposição da mesma no solo nessas áreas é maior na época seca. Pereira (2021) também verifica que a irrigação acelera o processo de produção vegetal.

Contudo, na parcela denominada “entrelinha” no sistema “Safão”, verifica-se a menor média no estoque de serrapilheira (Tabela 2), com valor mais próximo dos indicados em levantamentos para áreas de caatinga. Isso também ocorre devido ao manejo realizado, pois a biomassa podada é direcionada para pontos prioritários no sistema, concentrando a serrapilheira ao redor das espécies de maior interesse, que geralmente estão localizadas nas linhas de árvores e não nas entrelinhas. Já na “Safa Mandala” não se verifica um valor tão baixo para o mesmo parâmetro na entrelinha, pois o formato circular dificulta a realização do manejo e conseqüentemente a organização da biomassa podada.

Tabela 2. Quantidade de serrapilheira (em t/ha) no “Safão” e na “Safa Mandala”

repetições	Safão			Mandala		
	linha bananeira	linha árvores	entrelinha	linha interna	linha externa	Entrelinha
	----- quantidade de matéria orgânica (t ha <sup>-1</sup> ) -----					
<b>1</b>	12,72	11,70	7,12	28,38	37,26	18,56
<b>2</b>	4,87	14,37	7,98	6,78	7,78	19,25
<b>3</b>	8,30	18,30	1,12	8,66	11,64	32,67
<b>4</b>	24,15	7,24	3,74	19,80	15,44	27,06
<b>5</b>	13,49	12,47	4,55	113,44	12,67	30,40
<b>6</b>	8,66	35,28	2,84	38,73	16,09	9,84
<b>7</b>	8,76	6,10	3,02	23,15	20,36	18,21
<b>8</b>	30,48	9,03	2,89	34,53	18,38	18,90
<b>média</b>	13,93	14,31	4,16	34,18	17,45	21,86
<b>desvio padrão</b>	8,85	9,34	2,32	33,95	8,93	7,57
<b>coef.</b>	78,34	87,31	5,37	1152,29	79,70	57,28
<b>Variação</b>						

Fonte: elaborada pela autora (2022)

Outro importante parâmetro observado na análise é o coeficiente de variação (CV). Esse parâmetro indica a variabilidade dos valores obtidos em relação às médias, ou seja, quanto menor o CV mais homogêneo é o conjunto de dados. Nesse caso o CV se mostrou elevado na maioria das parcelas avaliadas, principalmente na linha interna da Safa Mandala. Pode-se inferir que essa variação elevada se deve à alta diversidade de espécies presente nos dois sistemas, que estão distribuídas sem uniformidade. Logo, os

pontos que apresentam maior quantidade de serrapilheira, podem estar relacionados ao manejo de uma planta específica (que produz muita biomassa) ou a uma grande densidade de plantas ao redor do mesmo ponto, ou até mesmo a deposição de material lenhoso com maior espessura. O fato de o manejo concentrar grandes quantidades de serrapilheira em pontos de interesse também contribui para o alto coeficiente de variação.

Também é importante considerar que a biomassa aportada ao solo como serrapilheira entra em decomposição com o tempo, incorporando-se ao solo em forma de matéria orgânica (MO) e carbono orgânico (CO). Não há dados de análises do solo da “Safa Mandala” que possibilitem aferir a quantidade dos dois parâmetros. No entanto, Vieira (2021) em estudo realizado no “Safão” da Coringa Arofloresta, realizou análises no solo nas camadas de 0 a 20cm e de 20 a 40cm de profundidade, aferindo os valores de 9,1 g/kg de carbono orgânico para a camada mais superficial (0-20 cm), e de 4,1 g/kg de carbono orgânico para a camada mais profunda (20-40 cm). Tendo em vista que esse sistema foi implantado em 2019 após revolvimento do solo e as análises realizadas em junho de 2021, percebe-se um rápido acúmulo de carbono orgânico na camada superior.

#### **5.4 Porcentagem de cobertura do solo nos sistemas analisados**

A porcentagem de cobertura do solo apresentou valores médios elevados, acima de 90% para 5 das 6 parcelas analisadas. Apenas a entrelinha do Safão apresentou um valor médio um pouco abaixo das demais parcelas (Tabela 3) o que já era esperado, pois nessa área a serrapilheira é direcionada principalmente para as linhas de árvores e de bananeiras, tornando um pouco mais frequente a observação de solo descoberto nas entrelinhas. Devido ao mesmo motivo também foi na parcela das entrelinhas do Safão que se observou o maior coeficiente de variação, enquanto as linhas de árvores e de bananeiras apresentaram as menores variabilidades encontradas na análise.

Como na Safa Mandala o depósito de serrapilheira ocorre a mais tempo e as quantias estocadas são maiores, é esperado que haja maior porcentagem de cobertura do solo em suas parcelas, como verifica-se na Tabela 3. No Safão, os valores observados também indicam um nível de cobertura considerado satisfatório para a conservação do solo, pois, apesar do menor tempo desde a implantação, o manejo mais intenso nessa área faz com que seu desenvolvimento seja acelerado.

Castro (2014) analisa a produtividade de biomassa e a cobertura do solo em 3 SAFs, situados no município de Sobral-CE. Nesses sistemas as porcentagens de cobertura do solo foram de 75%, 88% e 36%, respectivamente para os SAFs A, B e C, que apesar de serem valores menores que os encontrados na Coringa, causaram efeitos benéficos nas áreas analisadas. A variação entre os valores encontrados nos 3 SAFs do estudo deveu-se ao tempo desde a implantação de cada área e ao manejo realizado.

A porcentagem de cobertura do solo é um importante fator relacionado à conservação do solo, Silva *et al.*, (2005) verificam que perdas de solo por erosão são inversamente proporcionais à porcentagem de cobertura, sendo que quando houve 100% de cobertura as perdas foram nulas para todas as intensidades de precipitação adotadas.

Tabela 3. Porcentagem de cobertura do solo na “Safa Mandala” e no “Safão”, na fazenda Coringa Agrofloresta.

repetições	Safão			Mandala		
	linha bananeira	linha árvores	entrelinha	linha interna	linha externa	entrelinha
	----- % cobertura -----					
<b>1</b>	100	100	80	97	100	100
<b>2</b>	93	93	87	97	100	100
<b>3</b>	93	87	47	100	100	97
<b>4</b>	87	97	87	83	100	93
<b>5</b>	100	90	67	87	100	87
<b>6</b>	100	93	97	100	100	100
<b>7</b>	97	83	100	100	100	83
<b>8</b>	100	97	100	100	97	100
<b>média</b>	96	93	83	95	100	95
<b>desvio padrão</b>	5	6	18	6,65	1	7
<b>coef. Variação</b>	23,61	30,95	341,07	44,25	1,39	44,44

Fonte: elaborada pela autora (2022)

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espécies vegetais usadas na fazenda Coringa Agrofloresta com o objetivo de gerar biomassa podem ser encontradas na literatura acerca de sistemas agroflorestais e de recuperação de áreas degradadas como espécies recomendadas para uso em cobertura do solo. Os outros usos apontados pelos profissionais da fazenda para essas espécies também são encontrados na literatura, assim como muitos usos indicados na literatura são desconhecidos pelos profissionais. Algumas das espécies tem uso recomendado especialmente para a região semiárida, enquanto outras são amplamente recomendadas em outros biomas.

Apenas a variedade Tanzânia da espécie *Panicum Maximum* não aparece na literatura como uma variedade recomendada para ser usada como fonte de biomassa para cobertura do solo em SAFs, contudo, é usada com sucesso para esse fim na Coringa Agrofloresta e mais estudos são necessários para demonstrar sua eficácia.

Verifica-se que de modo geral as espécies citadas estão cumprindo a função de gerar biomassa para os sistemas avaliados, pois a quantidade de serrapilheira e a porcentagem de cobertura do solo aferida neles apresentaram valores altos. Esses valores também indicam que os SAFs analisados estão contribuindo positivamente para a conservação do solo.

Os valores encontrados para a quantidade de serrapilheira em algumas parcelas foram tão altos, que ultrapassam os valores aferidos em áreas de mata nativa no semiárido, assemelhando-se a valores encontrados em áreas de mata nativa e em SAFs na região da Amazônia.

Destaca-se a importância do manejo intensivo e especializado realizado nos SAF's, que assegura que a biomassa gera pelas espécies vegetais seja depositada sobre o solo de forma adequada e na frequência correta.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. I. *et al.* Produção de serrapilheira e ciclagem de nutrientes em sistemas agroflorestais. In: CONGRESSO NORTE E NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA - CONNEPI, 6., 2011, Natal. **Artigo em Anais de Congresso**. Natal: Setec/Mec, 2011. p. 99-107.
- ALVES, L. M. **Sistemas Agroflorestais (SAF's) na Restauração de Ambientes Degradados**. Programa de Pós-graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais. Juiz de Fora-MG, 2009.
- ANGELOTTI, Francislene *et al.* Cenários de Mudanças Climáticas para o Semiárido brasileiro. In: SÁ, Iêdo Bezerra; SILVA, Pedro Carlos Gama da (ed.). **Semiárido brasileiro: pesquisa desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p. 159-198.
- ARAÚJO FILHO, João Ambrósio de. Histórico do Uso dos Solos da Caatinga. In: ARAÚJO, Quintino Reis de (org.). **500 Anos de Uso do Solo no Brasil**. Ilhéus: Editus - Editora da Uesc, 2002. p. 329-338.
- \_\_\_\_\_. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 2013.
- ARAÚJO FILHO, José Coelho de *et al.* Ambientes e solos do semiárido: potencialidades, limitações e aspectos socioeconômicos. In: XIMENES, Luciano Feijão *et al* (ed.). **Tecnologias de Convivência com o Semiárido Brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2019. p. 19-84.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Resolução nº 115, de 23 de novembro de 2017**. Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/resolucao115-23112017-delimitacaodosemiario-dou-pdf>. Acesso em 07 dez 2012.
- BRASILEIRO, R. S. Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação. **Scientia Plena**, [S. l.], v. 5, n. 5, 2011. Disponível em: <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/629>. Acesso em: 28 out. 2022.
- CARVALHO, Otamar de. **A economia política do Nordeste: secas, irrigação e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Campus, 1988.
- CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies arbóreas brasileiras**. [S. L.]: Embrapa Florestas, 2014.
- CASTRO, Myrianlene Moura *et al.* Descrição da produção de fitomassa em sistemas agroflorestais de base familiar. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA**, 11., 2014, Sergipe. **Anais [...]**. [S.L.]: Universidade Federal de Sergipe, 2020.

COELHO, Katia Pereira *et al.* Symbiosis of rhizobia with *Gliricidia sepium* and *Clitoria fairchildiana* in an Oxisol in the pre-Amazon region of Maranhão State. **Acta Scientiarum. Agronomy**, [S.L.], v. 40, n. 1, p. 35-48, 1 mar. 2018. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v40i1.35248>. Acesso em 07 dez 2022.

CORREIA, Rebert Coelho *et al.* A região semiárida brasileira. In: VOLTOLINI, Tadeu Vinhas (ed.). **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. p. 21-48.

CORREIA NETO, N. E. *et al.* **Agroflorestando o mundo de facão a trator: gerando praxis agroflorestal em rede**. Programa Petrobras Socioambiental: Barra do Turvo, 2016. 180 p.

COSTA, Catia Coelho da *et al.* **Conhecendo Espécies de Plantas da Amazônia: Tatapiririca (*Tapirira guianensis* Aubl. – Anacardiaceae)**. Belém: Embrapa, 2014.

CRUZ, Orimax M. *et al.* ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE *Clitoria fairchildiana* (Fabaceae) EM DIFERENTES TEMPERATURAS E EMBALAGENS. In: **CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA**, 64., 2013, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: Ueap, 2013.

DEVIDE, Antonio Carlos Pries. **ADUBOS VERDES PARA SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM GUANANDI CULTIVADO EM VÁRZEA E TERRAÇO FLUVIAL**. 2013. 37 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013. Disponível em: [https://orgprints.org/24817/1/ADUBACAO\\_VERDE\\_CALOPHYLLUM\\_SAF.pdf](https://orgprints.org/24817/1/ADUBACAO_VERDE_CALOPHYLLUM_SAF.pdf). Acesso em: 13 fev. 2022.

DRUMOND, Marcos Antônio; MORGADO, Luiz Balbino. Espécies arbóreas alternativas para sistemas agroflorestais no semi-árido brasileiro. **Agrossilvicultura**, Viçosa, v. 1, n. 1, p. 43-50, 2004.

FERNANDES, Marília Moreira *et al.* Biologia, visitantes florais e potencial melífero de *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae) na Amazônia Oriental. **Revista de Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 55, n. 3, p. 167-175, 2012. Tikinet Edicao Ltda. - EPP. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2012.058>. Acesso em 07 dez. 2022.

FIGUEIREDO, Luana de Pádua Soares e. **AGRICULTURA DE MONTANHA: qualidade dos solos em sistemas agroflorestais sintrópicos**. 2020. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2020. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/28299>. Acesso em: 06 out. 2022.

FREITAS, Idelfonso Colares de *et al.* CARBONO NO SOLO, ACÚMULO E QUALIDADE DA SERAPILHEIRA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO FAMILIAR. **Floresta**, [S.L.], v. 46, n. 1, p. 31, 31 mar. 2016. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v46i1.42065>. Acesso em 07 dez 2022.

GABE, Jéssica Thais *et al.* Produção de biomassa da Moringa oleífera com uso do biossólido em sistema silvipastoril. **Pubvet**, [S.L.], v. 16, n. 4, p. 1-5, abr. 2022. Editora MV Valero. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.31533/pubvet.v16n04a1092.1-5>. Acesso em 07 dez 2022.

GUIMARÃES, Francisco Alfredo Morais. **A cultura da mandioca no Brasil e no mundo: um caso de roubo da história dos povos indígenas**. 2016. Disponível em: [http://www.encontro2016.bahia.anpuh.org/resources/anais/49/1477769638\\_ARQUIVO\\_artigoFranciscoGuimaraes.pdf](http://www.encontro2016.bahia.anpuh.org/resources/anais/49/1477769638_ARQUIVO_artigoFranciscoGuimaraes.pdf). Acesso em: 28 ago. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017 - resultados definitivos**, Rio de Janeiro: IBGE, outubro de 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em 07 dez 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Território e Ambiente**. IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/trairi/panorama>. Acesso em: 9 nov. 2022.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). **Perfil básico municipal - 2015 - Trairi**. IPECE, 2015. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal-2015/>. Acesso em: 9 nov. 2022.

IZAC, A.M.N.; SANCHEZ, P.A. Towards a natural resource management paradigm for international agriculture: the example of agroforestry research. **Agricultural Systems**, v. 69, p. 5-25, 2001.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. 1. ed. Botucatu/Londrina: Agroecológica/IAPAR, v. 1. p. 348, 2001.

KRAINOVIC, Pedro Medrado. **TAXA DE DECOMPOSIÇÃO DE QUATRO ESPÉCIES UTILIZADAS PARA ADUBAÇÃO VERDE EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS**. 2008. 29 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

LIMA, Raíza da Silva *et al.* Deposição de serrapilheira e variáveis qualitativas da produção de biomassa anual em diferentes sistemas de vegetação de caatinga e sistema agroflorestal no município de Cocal-PI. **Brazilian Journal Of Agroecology And Sustainability**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 68-82, 22 ago. 2021. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/BJAS/article/view/3944>. Acesso em: 09 out. 2022.

LUCENA, Ana Luíza de Melo. **Potencialidades da moringa oleífera Lam. no semiárido nordestino brasileiro: uma revisão**. 2021. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2021. Disponível: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/21106>. Acesso em 07 dez 2022.

MAZOYER, Marcel. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. 4. ed. São Paulo: Editora Unesp, 2009. 567 p.

MICCOLIS, Andrew *et al.* **Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar conservação com produção. Opções para cerrado e caatinga.** Brasília: Icrf, 2016.

MIRANDA, Rubens Augusto de. Breve História da Agropecuária Brasileira. In: LANDAU, Elena Charlotte (ed.). **DINÂMICA DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA E DA PAISAGEM NATURAL NO BRASIL NAS ÚLTIMAS DÉCADAS: sistemas agrícolas, paisagem natural e análise integrada do espaço rural.** 2020. ed. Brasília, Df: Embrapa, 2020. Cap. 2. p. 31-58. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1122598/breve-historia-da-agropecuaria-brasileira>. Acesso em: 13 fev. 2022.

NAIR, P. K. R. *et al.* **Carbon sequestration in agroforestry systems.** In: *Advances in Agronomy.* Chapter 5, p. 237–307, 2010.

NEVES, Naedja Nara Araújo *et al.* GERMINAÇÃO DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE MORINGA oleifera Lam. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 2, p. 63-67, 2007.

NEVES, Pedro Dias Mangolini. Sistemas agroflorestais como fomento para a segurança alimentar e nutricional. In: RIGHI, Ciro Abbud; BERNARDES, Marcos Silveira (ed.). **Cadernos da Disciplina Sistemas Agroflorestais.** Piracicaba-Sp: Os Autores, 2015.

NUNES, Alessandro Antonio Lopes. **Qualidade do Solo em Unidades de Manejo Agroflorestal e Mata Nativa em Neossolo Flúvico no Município de Irauçuba-CE.** 2014. 54 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e água) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/tede/418>. Acesso em 07 dez 2022.

PEIXOTO JUNIOR, Gilvan Nogueira Alves. **Produção, qualidade nutricional e consumo do capim tanzânia por cabras mestiças sob manejo agroecológico no semiárido.** 2014. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Produção Animal, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2014.

PENEIREIRO, Fabiana Mongeli. **SISTEMAS AGROFLORESTAIS DIRIGIDOS PELA SUCESSÃO NATURAL: um estudo de caso.** 1999. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Florestais, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11142/tde-20220207-205206/publico/PeneireiroFabianaMongeli.pdf>. Acesso em: 07 out. 2022.

PEREIRA, Marcilio Felix. **AGROBIODIVERSIDADE, PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA E COBERTURA DO SOLO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS DE REGIÃO SEMIÁRIDA.** 2021. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/62010>. Acesso em 07 dez 2022.

PIMENTEL, Cleise Rebelo *et al.* Produção, acúmulo e decomposição de serapilheira em três sistemas agroflorestais no Oeste do Pará. **Advances In Forestry Science,**

[S.L.], v. 8, n. 1, p. 1291-1300, 1 jul. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.34062/afs.v8i1.10523>. Acesso em 07 dez. 2022.

REBELLO, José Fernando dos Santos; SAKAMOTO, Daniela Ghiringhelo. **Agricultura sintrópica segundo Ernst Götsch**. São Paulo: Editora Reviver, 2021.

RESENDE, Mauro. 500 Anos de uso dos solos no Brasil. In: ARAUJO, Quintino Reis de (org.). **500 Anos de Uso do Solo no Brasil**. Ilhéus, Ba: Editora da Uesc, 2002. p. 01-50. Disponível em: [http://www.uesc.br/editora/livrosdigitais2015/500\\_anos\\_uso\\_solo.pdf](http://www.uesc.br/editora/livrosdigitais2015/500_anos_uso_solo.pdf). Acesso em: 13 fev. 2022.

RODRIGUEZ, Carla Andrea Sandoval. Serviços ambientais em sistemas agrofloreais. In: RIGHI, Ciro Abbud; BERNARDES, Marcos Silveira (ed.). **Cadernos da Disciplina Sistemas Agroflorestais**. Piracicaba-Sp: Os Autores, 2015.

SCHULER, Hanna Ramella. **EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS DO DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS AGROECOLÓGICOS NO BRASIL** Disserta. 2018. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

SILVA, Aliriane Brito da; SILVA, Cleanto Carlos Lima da. Agrofloresta: uma alternativa eficaz na conservação do solo no semiárido brasileiro. In: FALCÃO, Cleire Lima da Costa *et al.* **Agroecossistemas do semiárido: uso e manejo e conservação do solo**. Sobral: Proex/Uva, 2020. p. 37-44.

SILVA, Demétrius D. *et al.* Efeito da cobertura nas perdas de solo em um argissolo vermelho-amarelo utilizando simulador de chuva. **Engenharia Agrícola**, [S.L.], v. 25, n. 2, p. 409-419, ago. 2005. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-69162005000200014>. Acesso em 07 dez 2022.

SILVA, José Lucas da. Os ciclos econômicos: contribuições para o desenvolvimento do Brasil. **A Defesa Nacional**, [S. L.], v. 758, p. 91-114, out/dez. 1992.

SILVA, Pedro Carlos Gama da *et al.* Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: SÁ, Iêdo Bezerra *et al.* (ed.). **Semiárido brasileiro: pesquisa desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p. 17-48.

SILVA, R. M. A. Entre o Combate à Seca e a Convivência com o semiárido: políticas públicas e transição paradigmática. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza. V. 38. N. 3. jul./set. 2007.

SIQUEIRA, Edmar Ramos de. **Sistemas agrofloreais sucessionais**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 19 p. Disponível em: <http://docente.ifsc.edu.br/luciane.costa/MaterialDidatico/P%C3%93S%20AGROECOLOGIA/Download%20de%20materiais%20em%20agroecologia/Sistemas%20Agroflorestais%20sucessionais.pdf>. Acesso em: 06 out. 2022.

SOUZA, Naiana Marinho de; SOUZA, Luiz Augusto Gomes de. LEVANTAMENTO DO POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DAS LEGUMINOSAS NO DISTRITO DA BARREIRA DO ANDIRÁ, BARREIRINHA, AM. **Enciclopédia Biosfera, Goiânia**, v. 7, n. 12, maio 2011.

SÁ TELES, S. B. Estratégias para a implantação de sistemas agroflorestais sucessionais biodiversos no semiárido baiano: A experiência da EFA Mãe Jovina. **Cadernos Macambira**, [S. l.], v. 2, n. 2, 2019. DOI: 10.35642/cm.v2i2.179. Disponível em: <https://revista.lapprudess.net/index.php/CM/article/view/179>. Acesso em: 7 dez. 2022.

VIEIRA, Mariana Gomes. **INDICATIVOS DA VIABILIDADE TÉCNICA E SOCIAL DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS COMO PRÁTICA CONSERVACIONISTA DO SOLO E DA ÁGUA**. 2021. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/69198>. Acesso em 07 dez 2022.