



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

**MARCILIO FELIX PEREIRA**

**AGROBIODIVERSIDADE, PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA E COBERTURA DO  
SOLO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS DE REGIÃO SEMIÁRIDA**

**FORTALEZA**

**2021**

MARCILIO FELIX PEREIRA

AGROBIODIVERSIDADE, PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA E COBERTURA DO  
SOLO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS DE REGIÃO SEMIÁRIDA

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

Orientador: Prof. Dr. Julius Blum  
Coorientador: Luís Eduardo Sobral

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- P493a Pereira, Marcilio Felix.  
Agrobiodiversidade, produção de serrapilheira e cobertura do solo em sistemas agroflorestais de região semiárida / Marcilio Felix Pereira. – 2021.  
41 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2021.  
Orientação: Prof. Dr. Julius Blum.  
Coorientação: Prof. Luís Eduardo Sobral.
1. Sistemas agroflorestais. 2. Agrobiodiversidade. 3. Produção de serrapilheira. 4. Cobertura de solo. I.  
Título.

CDD 630

---

MARCILIO FELIX PEREIRA

AGROBIODIVERSIDADE, PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA E COBERTURA DO  
SOLO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS DE REGIÃO SEMIÁRIDA

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

Aprovada em: 13/10/2021

BANCA EXAMINADORA

---

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

---

Eng. Agrônomo Adão Barros de Moraes  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Eng. Agrônomo Filipe Eugênio Rodrigues Silvestre  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais, Maria e Moisés (*in  
memoriam*).

Aos meus filhos, Murilo A e Lucas P.  
Dedico.

## AGRADECIMENTOS

No meio do caminho não tinha uma pedra, mas várias, e apesar dos percalços e das inúmeras pedras no meio do caminho, consegui superá-las e chegar a uma conquista pessoal que sempre almejei. É indescritível quando um sonho se torna realidade, quando ele passa de mera abstração a algo tangível. Um sonho não se concretiza da noite para o dia, ele precisa ser alimentado por esforços, cafés, noites em claro, estresses, trabalhos, cansaços, superação e por pessoas que lhe sirvam como uma escada para você chegar onde o seu destino se encontra. Tive muitos "degraus" durante toda a minha formação acadêmica. É quase impossível citar todos. Porém alguns "degraus" para a realização deste trabalho foram essenciais.

Agradeço imensamente ao professor Julius, meu orientador e exemplo de profissional, pelo aprendizado, paciência, incentivo e pelo tempo dedicado para a realização deste trabalho. E por ter acreditado na minha capacidade. Meu muito OBRIGADO!

Ao Odevandro e Cleomar pela permissão de realizar o trabalho em sua propriedade e pela forma dedicada e carinhosa de nos receber. E ao Luís Eduardo do CETRA, responsável pela indicação e escolha da propriedade, ajuda e coorientação deste trabalho.

Aos meus colegas de turma: Beatriz Moreira, Bruno Castelo, Daniela Oliveira, Danier Asevedo, Filipe Eugênio, Gabriela Priscila, Juliete Freitas, Régia Araújo, Stênio Lima, Valéria Aguiar e Welington Correia pelo companheirismo, ajuda e por terem tornado os dias na Universidade mais agradáveis. Agradeço ao Aloys Epondina pela ajuda na tradução do resumo.

E um agradecimento especial a toda minha família, em especial o meu pai (*in memoriam*), que me deu todo apoio necessário, acreditou e me deu todo o suporte para realizar esse sonho. Minha total GRATIDÃO!

Aos integrantes participantes da banca examinadora Adão Barros e Filipe Eugênio pelos seus valiosos tempos, pelas ricas colaborações e sugestões para melhoria deste trabalho.

À professora Mirian Costa pelos ensinamentos na área do solo e pelo aprendizado enquanto bolsista. E por despertar em mim a importância do manejo e conservação do solo!

Ao Laboratório do Departamento de Ciências do Solo - UFC e seus funcionários que deram sua essencial contribuição para a realização das análises que este trabalho requereu.

À Universidade Federal do Ceará e ao Departamento de Ciências do Solo pela experiência e por seus excelentes professores. Sem eles não seria possível a produção deste trabalho!

A todos aqueles que, diretamente ou indiretamente, de alguma forma contribuíram com a minha formação e realização deste trabalho.

Enfim (e até que enfim!), Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal do Ceará - UFC!

Muito OBRIGADO a todos.

“A Ciência nunca resolve um problema sem  
criar pelo menos outros dez.”

George Bernard Shaw

## RESUMO

Os meios convencionais de fazer agricultura vêm sendo questionados em razão dos impactos negativos causados ao meio ambiente os quais resultam em desequilíbrio ambiental, perda de biodiversidade e diminuição da qualidade do solo. Nesse ínterim, os sistemas agroflorestais (SAF's) apresentam-se como um dos modelos alternativos de produção agrícola sustentável, que procuram se aproximar dos ecossistemas naturais. Esse trabalho pretende avaliar quatro SAF's conduzidos em sistemas de manejo distintos e em diferentes estágios sucessionais tendo uma floresta em regeneração como tratamento controle. Os sistemas foram implantados com o apoio do CETRA – Centro de Estudos do Trabalho e de Assessoria ao Trabalhador e a Trabalhadora, em um agroecossistema na comunidade de Serrotinho, no município de Tururu-CE. A avaliação da agrobiodiversidade foi feita a partir do levantamento florístico em toda área e cálculo do índice de Shannon. A amostragem de serrapilheira foi realizada com 10 pontos por área com uma moldura de 0,25x0,25 m. A cobertura de solo foi amostrada esticando uma corda de 3,4 m de comprimento e dividida em 33 pontos equidistantes 10 cm, observando a presença ou ausência de cobertura na projeção de cada ponto. As áreas de SAF apresentaram uma maior diversidade de espécies conforme o índice de Shannon em comparação com a área de regeneração florestal. A produção de serrapilheira foi maior nas áreas que foram manejadas como o propósito de obter fitomassa para cobertura superficial do solo, com a introdução de espécies de crescimento rápido e com grande potencial de produção. A cobertura de solo foi semelhante em todas as áreas, com exceção do SAF IV que teve pouca cobertura vegetal, devido a recente implantação e a ausência de espécies produtoras de fitomassa em um curto espaço de tempo. A agrobiodiversidade foi importante para uma maior produção de biomassa e, conseqüentemente, uma maior cobertura de solo nas áreas de SAF.

**Palavras-chave:** Sistemas agroflorestais. Agrobiodiversidade. Produção de serrapilheira. Cobertura de solo. Conservação do solo.

## ABSTRACT

Conventional agriculture has been questioned due to the negative environmental impacts, which result in loss of biodiversity and reduction of soil quality. Agroforestry systems (AFS's) are one alternative for sustainable agricultural production. The present study evaluated four AFS's conducted in different management systems and in different successional stages, having a regenerating forest as a control treatment. The systems were implemented with the support of CETRA – Center for Labor Studies and Assistance to Workers, in an agro-ecosystem in the community of Serrotinho, in the municipality of Tururu-CE. The evaluation of agrobiodiversity was made from the floristic survey in the entire area and calculation of the Shannon index. The litter sampling was carried out using a frame of 0.25x0.25 m with 10 replicates per area. The ground cover was evaluated with 5 replicates by a 3.4 m long rope with 10 cm equidistant marks, resulting in 33 marks. The presence or absence of cover in the projection of each mark was observed. The AFS showed a greater diversity of species according to the Shannon index compared to the forest regeneration area. Litter production was higher in areas with the introduction of fast-growing species with great biomass production potential. Soil cover was similar in all areas, except for SAF IV, which had little vegetation cover, due to recent implantation and the absence of biomass producing species in a short period of time. Agrobiodiversity was important for greater biomass production and, consequently, greater land cover in the SAF areas.

**Keywords:** Agroforestry systems. Agrobiodiversity. Litter production. Ground cover. Soil conservation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Localização do município de Tururu – CE .....	24
Figura 2	– Croqui da propriedade e das subáreas de SAF .....	25
Quadro 1	– Histórico das subáreas de SAF da propriedade .....	25
Figura 3	– (A) subárea I, (B) subárea II, (C) subárea III, (D) subárea IV e (E) área de regeneração florestal .....	27
Figura 4	– Amostragem de serrapilheira com uso da moldura coletora .....	29

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Precipitação pluviométrica diária do município de Tururu no primeiro semestre de 2021 .....	24
Gráfico 2 – Massa seca de serrapilheira nos SAF's e áreas de regeneração de floresta .....	34
Gráfico 3 – Porcentagem de cobertura de solo nos SAF's e área de mata .....	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição histórica de manejo da propriedade .....	31
Tabela 2 – Levantamento florístico da área de estudo .....	32
Tabela 3 – Índice de Shannon e a diversidade de cada subárea .....	33

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C	Carbono
CDB	Convenção sobre Diversidade Biológica
CETRA	Centro de Estudos do Trabalho e de Assessoria ao Trabalhador
CNUMA	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente
COT	Carbono orgânico total
COP	Conference Of the Parties
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
FAO	Food and Agriculture Organization
ha	Hectare
ICRAF	International Center for Research in Agroforestry
MO	Matéria Orgânica
MOS	Matéria Orgânica do Solo
SAF	Sistema Agroflorestal

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	16
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	17
<b>3.1</b>	<b>Sistemas agroflorestais (SAF's): conceitos e princípios</b> .....	17
<b>3.2</b>	<b>Aspectos conservacionistas em SAF's</b> .....	20
3.2.1	<i>Impactos na qualidade do solo</i> .....	20
3.2.2	<i>Impactos na biodiversidade</i> .....	21
3.2.3	<i>Proteção do solo</i> .....	21
<b>3.3</b>	<b>SAF's em regiões semiáridas</b> .....	22
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	23
4.1	Caracterização da área experimental .....	23
4.2	Avaliação da agrobiodiversidade .....	28
4.3	Amostragem de serrapilheira .....	28
4.4	Avaliação da porcentagem de cobertura de solo .....	29
4.5	Análise .....	30
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	30
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	36
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	38

## 1 INTRODUÇÃO

Os meios convencionais de produção agrícola vêm sendo questionados em razão dos impactos negativos causados ao meio ambiente os quais resultam em desequilíbrio ambiental, da perda da biodiversidade e diminuição da fertilidade do solo. Nesse contexto, discute-se o conceito e a implantação de meios de produção sustentáveis, que conservem a qualidade do solo em bases ecológicas (GLIESMANN, 2001). Este mesmo autor elenca algumas características para um modelo de produção sustentável, entre elas estão preservar, recompor a fertilidade, prevenir erosão, valorizar e conservar a diversidade biológica.

Nesse ínterim, os sistemas agroflorestais (SAF's) apresentam-se como um dos modelos alternativos de produção agrícola sustentável, que procuram se aproximar dos ecossistemas naturais. Os SAF's surgem com uma alternativa para a recuperação ecológica e econômica de ecossistemas degradados, pois se baseia no incremento e conservação de matéria orgânica, cobertura e proteção da camada superficial do solo contra a erosão, aumento da atividade microbológica e ciclagem de nutrientes. Na região semiárida do Brasil os SAF's têm uma importância ainda maior, visto que a intensa exploração dos recursos naturais pelo homem acelera a degradação ambiental de um ecossistema naturalmente fragilizado, desencadeando processos de desertificação (ARAÚJO FILHO, 2013).

Nestes sistemas ocorre a diversificação do agroecossistema devido à consorciação de várias espécies que combinam de forma integrada árvores, arbustos, cultivos agrícolas e/ou animais em uma mesma área (PEZARICO, 2009). Estas consorciações são importantes para a agrobiodiversidade, ou biodiversidade agrícola. A agrobiodiversidade engloba a variedade e diversidade de animais, plantas e microrganismos que são necessários para manter as funções vitais, as estruturas e os processos do ecossistema agrícola (FAO, 1999).

A região Semiárida Brasileira apresenta solos pouco intemperizados, chuvas escassas e irregulares, altas temperaturas e baixa produção de fitomassa. Além disso, a ação extrativista predatória do homem intensifica a exaustão dos recursos naturais e causa a diminuição da biodiversidade (ARAÚJO FILHO, 2013). Maia *et al* (2006) asseguram que os sistemas agrícolas adotados são na maioria extrativistas, visto que na pecuária o superpastejo predomina e que a agricultura é desenvolvida às custas de um desmatamento indiscriminado, queimadas e períodos de pousio inadequado. E que a demanda familiar por lenha e madeira intensificam a redução da vegetação da caatinga.

Na região do Vale do Curu-CE, composto por Amontada, Apuiarés, General Sampaio, Irauçuba, Itapajé, Itapipoca, Miraíma, Pentecoste, Tejuçuoca, Tururu, Umirim e

Uruburetama, foram implementados modelos de Sistemas Agroflorestais pelo CETRA (Centro de Estudos do Trabalho e Assessoria ao Trabalhador e a Trabalhadora) por meio do projeto “Florestação”, em convênio com a Petrobrás pelo “Programa Petrobrás Socioambiental” no ano de 2013 a 2015. O intuito do projeto foi ampliar a sustentabilidade nos agroecossistemas familiares e em comunidades rurais da área de abrangência da Rede de Agricultores/as Agroecológicos/as e Solidários/as do Território dos Vales do Curu, fortalecendo a capacidade de agricultores agroecológicos, promover a reconversão produtiva, a recuperação de áreas degradadas e conservação de áreas nativas (CETRA, 2014). No entanto, o efeito da agrobiodiversidade de SAF’s na região Semiárida do Brasil sobre produção de serrapilheira e cobertura do solo ainda é pouco estudado.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 Objetivos gerais**

Esse trabalho pretende avaliar uma área de regeneração florestal e SAF's em uma propriedade no município de Tururu-CE, comunidade de Serrotinho, para uma análise da agrobiodiversidade, biomassa de serrapilheira e cobertura de solo.

### **2.2 Objetivos específicos**

Verificar se a existe maiores produções de serrapilheira e uma maior cobertura de solo em SAF' comparados com área de regeneração florestal relacionadas à agrobiodiversidade em região semiárida.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Sistemas Agroflorestais: conceitos e princípios

Os Sistemas Agroflorestais vêm ganhando destaque como uma alternativa sustentável para a produção de biomassa e para a recuperação de áreas degradadas baseadas em técnicas agroecológicas (MARÇAL, 2018). Esses sistemas buscam desenvolver vários estratos vegetais, com o propósito de simular uma floresta natural (SILVA; DRUMOND; BAKKE, 2014) e, com isso, procura-se uma produção harmoniosa com a natureza, baseado na conservação e preservação dos recursos naturais, melhorando a produtividade e a sustentabilidade da produção (ARAÚJO FILHO, 2013).

Há na literatura várias definições para conceituar os Sistemas Agroflorestais, contudo a definição mais adotada é a proposta pelo *International Center for Research in Agroforestry* (ICRAF) baseada em Nair (1989) e Sanchez (1995), e de acordo com estes autores:

Sistemas Agroflorestais são sistemas de uso da terra e práticas nas quais plantas perenes lenhosas são deliberadamente integradas com culturas e/ ou animais na mesma unidade de gestão de terras. A integração pode ser com um arranjo espacial ou em uma sequência temporal, onde normalmente existem interações ecológicas e econômicas entre os componentes lenhosos e não-lenhosos.

A partir dessa definição, pode-se inferir que esses sistemas representam a integralização de atividades e a otimização do uso da terra. De um modo geral, entende-se que os Sistemas Agroflorestais são sistemas de consorciação de espécies lenhosas com culturas, pastagens, e/ou animais objetivando produção econômica e a preservação do meio ambiente, minimizando a intervenção humana e a diminuição da necessidade de insumos externos (DIDONET, 2015; PEZARICO, 2009; SALIN *et al*, 2012). Os Sistemas Agroflorestais podem ser classificados de acordo com sua estrutura, funcionalidade, bases ecológicas e socioeconômicas (ARAÚJO FILHO, 2013). Segundo Didonet (2015), a estrutura está associada à natureza e ao arranjo no espaço dos componentes, isto é, das árvores e dos animais. A funcionalidade está associada à função ou papel do sistema na área, principalmente do sistema arbóreo (voltado para produção e/ou proteção). As bases ecológicas e socioeconômicas referem-se à adequação do sistema às condições ambientais da área e os objetivos da produção dos insumos (subsistência e/ou comercial).

Os Sistemas Agroflorestais possuem três componentes básicos: as árvores (componente florestal obrigatório para a classificação do sistema), cultivos agrícolas e os animais. Os modelos mais comumente utilizados são os que combinam árvores com cultivos

agrícolas (Agrossilvicultura); os que combinam árvores com animais (Silvipastoril); e os que combinam árvores, cultivos agrícolas e animais (Agrossilvopastoril) (ARAÚJO FILHO, 2013; CAMARGO, 2017; DIDONET, 2015).

Estes modelos de SAF's preconizam a conservação/manutenção do solo, dos recursos hídricos, fauna e das florestas nativas. Além disso, há um impacto direto na preservação da biodiversidade, importante para a diversidade genética das espécies. Rodrigues *et al* (2012) sustentam que a simplificação da biodiversidade para fins agrícolas produz um ecossistema artificial, que necessita constantemente da intervenção humana para continuar produtivo. A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), realizada na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (CNUMA ou ECO 92) define biodiversidade como:

a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas (BRASIL, 2006).

A diversidade agrícola, que compõe uma parte importante da biodiversidade, contudo não é citada explicitamente pela CDB no texto supracitado. Somente na 5ª Conferência das Partes da Convenção (COP5), realizada em Nairóbi, Quênia, em maio de 2000 pela decisão V/5 foi definido que agrobiodiversidade é:

é um termo amplo que inclui todos os componentes da biodiversidade que têm relevância para a agricultura e alimentação, e todos os componentes da biodiversidade que constituem os agroecossistemas: as variedades e a variabilidade de animais, plantas e microrganismos, nos níveis genético, de espécies e ecossistemas, os quais são necessários para sustentar funções-chaves dos agroecossistemas, suas estruturas e processo (MACHADO; SANTILLI; MAGALHÃES, 2006, p. 44).

A partir desta definição, infere-se que agrobiodiversidade resulta da interação entre o ambiente, os recursos genéticos e o sistema de manejo utilizado pelo homem para a produção de alimentos e matéria-prima de forma sustentável. Nessa perspectiva, os SAF's aparecem como uma alternativa para a recuperação ecológica e econômica de ecossistemas degradados por fatores antrópicos.

A intervenção humana nos sistemas naturais para transformar em áreas de cultivos (desmatamento e queimada da biomassa) implica em mudanças na estrutura e no funcionamento dos ecossistemas. Nesse contexto, essas alterações podem ocasionar alterações nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, interferindo na dinâmica da matéria orgânica do solo (MOS). Essa intervenção ocasiona o processo de mineralização da matéria

orgânica, em especial o carbono (C), tendo como consequência um aumento de gás carbônico para a atmosfera (BARROS, 2013). Nesse âmbito os SAF's podem ser adotados estrategicamente para mitigar os efeitos da emissão de gás carbônico na atmosfera, considerando a importância destes sistemas na captura e estocagem de carbono atmosférico e, por consequência desta adoção, a minimização das mudanças climáticas (TORRES *et al*, 2014).

Segundo Balbino, Cordeiro, Martinez (2011), a agricultura tem um papel de suma importância na redução da emissão dos gases causadores do efeito estufa por meios da adoção de novas tecnologias sustentáveis, como os SAF's, que são sistemas potenciais no sequestro de CO<sub>2</sub> e acúmulo de carbono no solo e na biomassa, promovendo a desaceleração das mudanças climáticas.

Para Froufe, Rachwal, Seoane (2011) e Ribeiro, Isbaex, Valverde (2017) os SAF's têm um grande potencial para o sequestro de carbono atmosférico, todavia dependerá dos tratamentos silviculturais bem manejado. Como a utilização da biomassa agroflorestal tem sido estimulada nos últimos anos em decorrência de aspectos econômicos, alimentares, ambientais e energéticos, a necessidade de mitigação da emissão de gases do efeito estufa e a busca por maior segurança energética tornam os SAF's uma alternativa sustentável, pois há integração de produção de madeira para energia e a produção de alimento acessível à agricultura familiar.

Araújo Filho (2013), Camargo (2017), Ceará (2010), Pequeno (2015) e Pezarico (2009) elencam algumas vantagens e desvantagens na implantação de SAF's como modelo de produção agrícola. As vantagens citadas são: transferência de nutrientes das camadas inferiores para a superfície, redução da erosão, aumento da quantidade da matéria orgânica no solo, formação de microclima em decorrência do aumento da arborização, transformação da paisagem, diversidade de produtos gerados, aumento da agrobiodiversidade, maior atividade microbiana, elevada capacidade de produção de biomassa, ocupação de estratos aéreos com plantas de diferentes portes e melhor aproveitamento da radiação solar, melhorias nas propriedades do solo, diminuição da demanda de insumos externos, controle de insetos e doenças proporcionada pela biodiversidade e equilíbrio ambiental, sequestro de carbono, maior ciclagem de nutrientes, recuperação ecológica e econômica de ecossistemas degradados, conservação de mananciais e manutenção da qualidade da água pela retenção de sedimentos, purificação do ar, aumento da taxa de vapor de água na atmosfera, com efeito benéfico sobre ocorrência de chuvas, polinização e dispersão de sementes no local, redução da sazonalidade no uso da mão-de-obra e do êxodo rural, aumento e estabilidade na renda familiar.

Os mesmos autores mencionam como desvantagens destes sistemas: aumento da competição entre plantas por espaço e nutrientes, impedimento e limitações para mecanização, conflito e danos causados pelo componente animal que se alimentam das culturas agrônômicas, efeito inibitório causado por uma planta sobre outra (alelopatia), pouca assistência técnica e desconhecimento dos produtores, alta complexidade de manejo dos SAF's e elevados custos para implantação do sistema.

### **3.2 Aspectos conservacionistas em áreas de sistemas agroflorestais**

Em razão do aumento da degradação dos recursos naturais pelo homem, há uma maior preocupação com o uso sustentável e a qualidade dos recursos naturais, especialmente do solo e da água (ARAÚJO; GOEDERT; LACERDA, 2007).

Os sistemas agroflorestais visam concomitantemente a produção econômica da propriedade e a conservação do meio ambiente. Os SAF's geram paulatinamente um impacto positivo a partir dos “serviços ambientais” prestados ao ecossistema, como produção de biomassa, cobertura vegetal, biodiversidade, aporte de matéria orgânica, sequestro de carbono e outros. Os SAF's podem ser uma alternativa para a recuperação ecológica e econômica de ecossistemas degradados, pois este sistema se fundamenta no incremento e na conservação do aporte de matéria orgânica, viabiliza proteção contra agentes erosivos, desenvolve a atividade microbiológica do solo e proporcionando a ciclagem de nutrientes (ARAÚJO FILHO, 2013).

#### *3.2.1 Impactos na qualidade do solo*

Em áreas com presença de SAF's os solos são afetados de forma benéfica, e a matéria orgânica do solo (MOS) tem uma importância fundamental, pois ela está relacionada com melhorias na qualidade do solo. A entrada de matéria orgânica dá-se através da serrapilheira. Considera-se serrapilheira todo material vegetal da parte aérea das plantas que caem ao solo, como frutos, sementes, galhos e folhas (TORRES *et al*, 2014).

Alcântara (2017) considera a matéria orgânica (MO) um componente-chave na qualidade química, física e biológica do solo. Este autor sustenta que a MO influencia na capacidade de troca de cátions (CTC), na complexação de metais tóxicos e pesados, adsorção de outras moléculas orgânicas, na disponibilização de nutrientes e na agregação do solo. A partir desse efeito, outros atributos são favorecidos, como: densidade do solo, a porosidade, a aeração e infiltração/retenção de água. No atributo biológico, a MO atua como fonte de carbono, energia e nutrientes para os microrganismos do solo.

Junqueira *et al* (2013) expressam que os SAF's promovem diversos benefícios para o solo, entre eles estão: descompactação do solo pelas raízes das árvores de grande porte, aumento da infiltração e retenção de água devido aos micro/macroporos, diminuição do carreamento de sedimentos e controle de processos erosivos pela cobertura vegetal, aumento do teor de MO e aumento de microrganismos edáficos e não edáficos, responsáveis pela decomposição e mineralização da MO que está atrelada à fertilidade do solo. Além do mais, a ausência de revolvimento do solo impede a perda de fertilidade por exposição e lixiviação dos nutrientes (MARX *et al*, 2017).

### 3.2.2 Impactos na agrobiodiversidade

A manutenção da agrobiodiversidade nos SAF's dá-se pela diversidade de organismos ocupando a mesma área nesses sistemas, e a conservação da biodiversidade representa um desafio em função do elevado nível de perturbações antrópicas nos agroecossistemas (CHAVES *et al*, 2013). Com a adoção de SAF ocorre a conservação da diversidade genética, importante para a sobrevivência das espécies à longo prazo (OLIVEIRA *et al*, 2010). Os processos agrícolas convencionais criam um ecossistema artificial que exige uma constante intermediação humana para que os eles se mantenham produtivos e funcionais, evidenciando a insustentabilidade desses sistemas e a dependência de insumos externos, provenientes de fontes não renováveis ou explorados acima de sua capacidade de renovação. A agrobiodiversidade dos SAF's mantém um equilíbrio ecológico, propiciando condições para um complexo sustentável e independente de insumos externos, como uso de fertilizantes e agrotóxicos. Esse equilíbrio é decorrente de interações ecológicas e melhor aproveitamento tanto da parte aérea como do solo pelas raízes, buscando nutrientes e água em camadas de solo não exploradas em sistemas convencionais, aumentando assim a capacidade de produção de biomassa e de ciclagem de nutrientes do sistema (RODRIGUES *et al*, 2012).

### 3.2.3 Proteção do Solo

O solo confere suporte e sustento das plantas, contribuindo com água e nutrientes. Sem a vegetação eles ficam suscetíveis aos agentes erosivos que desagregam e arrastam as partículas. Os SAF's proporcionam que os solos se mantenham ricos em matéria orgânica e microrganismos em consequência de maior produção de biomassa e uma maior diversidade. Um dos objetivos da implantação dos SAF's é otimizar o uso da terra e conservar as propriedades de cultivo da área, conciliando floresta com a produção de alimentos (FALCÃO; DINIZ; MENDES, 2020). A conservação do solo está atrelada a uma maior cobertura vegetal

(dossel das árvores) e deposição de serrapilheira, que os protegem dos impactos das gotas de chuvas que causam a desagregação e arraste das partículas, um contínuo aporte de matéria orgânica que atua como agente cimentante, possibilitam a manutenção e melhoria da fertilidade e há uma maior atividade biológica devido a interação positiva entre plantas e microbiota do solo (MAIA *et al*, 2006; WOLSCHICK *et al*, 2016).

### **3.3 Sistemas Agroflorestais em Regiões Semiáridas**

Segundo Mganga, Musimba, Nyariki (2015), as regiões semiáridas cobrem aproximadamente 5,17 bilhões de hectares em todo mundo, o que representa quase 41% da superfície continental da terra. A deterioração do solo, que é um grande problema mundial, é facilmente perceptível no ecossistema de regiões semiáridas, afetando mais de 900 milhões de pessoas em mais de 100 países. A erosão de áreas cultiváveis continua sendo um problema para o desenvolvimento sustentável de regiões semiáridas, onde a África é particularmente afetada. A evidência de degradação em ecossistemas semiáridos na África é evidenciada pelo declínio na produtividade, perda da biodiversidade, aumento da taxa de erosão do solo e mudança na cobertura vegetal.

No Quênia as regiões semiáridas cobrem aproximadamente 80% da área total do país e sustenta mais de 30% da população (MGANGA; MUSIMBA, 2010). Alguns estudos estimam que aproximadamente 30 a 40% da região semiárida do Quênia estão sendo rapidamente degradadas e que outros 2% foram completamente perdidos (NYANGITO *et al* 2008). Nesse contexto, as práticas de manejo sustentáveis são fortes aliados para conservação do ecossistema como forma de mitigar a degradação do solo. A adoção do sistema agroflorestal tem como objetivo abrandar a degradação do solo por meio do aumento da cobertura vegetal, preservação da biodiversidade e diversidade da produção.

Mganga, Musimba e Nyariki (2015) afirmam que além de combater a erosão, a aplicação desta prática melhora os meios de subsistência dos produtores em regiões semiáridas no Quênia. Os SAF's fornecem uma fonte confiável de alimentos humanos, alimentos para os animais, renda através da produção e venda de sementes, madeira, mel e forragem em períodos de seca, dando segurança alimentar e econômica para os produtores da região.

No Brasil, o semiárido nordestino abrange 1.262 municípios em uma área de 1.128.697 km<sup>2</sup> com uma população de 27.870.241 habitantes, conforme a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 2017). É muito comum na região semiárida do nordeste brasileiro a exploração intensa de áreas com a agricultura e pecuária familiar, atividades que podem ocasionar perda da biodiversidade, queda na fertilidade do solo e a

intensificação dos processos erosivos (COELHO *et al*, 2014).

Os sistemas de produção agrícola na região semiárida caracterizam-se, desde sua era colonial, por uma cultura altamente extrativista e predatória dos recursos naturais do solo e da vegetação (ARAÚJO FILHO, 2013). Em busca de uma produção sustentável e preservação dos recursos naturais, alguns estudos mostram que a implantação de SAF's podem ser viáveis e benéficos nessas regiões.

A implantação de SAF's no estado do Piauí resultou em maior conservação da qualidade química do solo, baseado na diversidade dos seus componentes e no arranjo estrutural que se aproxima de uma área sob floresta (mata nativa). Segundo Iwata *et al* (2012), comparado com uma área de agricultura convencional (com prática de corte e queima), as áreas de SAF's apresentaram melhores qualidades químicas, como um pH mais elevado, maiores valores de saturação por bases, carbono orgânico total (COT), melhores condições para os microrganismos devido à ausência de revolvimento do solo, maiores teores de carbono, fósforo e nitrogênio. Esses mesmos autores afirmam que a estrutura e a composição dos SAF's proporcionam uma melhor disposição dos nutrientes em diferentes camadas do solo devido à estratificação das espécies (árvores, arbustos, cultivos agrícolas e forrageiras) e enraizamentos em profundidades diferenciados.

Aguiar *et al* (2006) e Maia *et al* (2006) relatam perda de solo, água e nutrientes em SAF's no Ceará, mais especificamente em sistema agrossilvipastoril com revolvimento de solo, dado que a desagregação e a exposição das partículas nutritivas acabam sendo lixiviadas por agentes erosivos. Mesmos em áreas de SAF's, que são modelos com princípios conservacionistas, há ocorrência de erosão, muito devido a forma de manejo e do conhecimento técnico do proprietário.

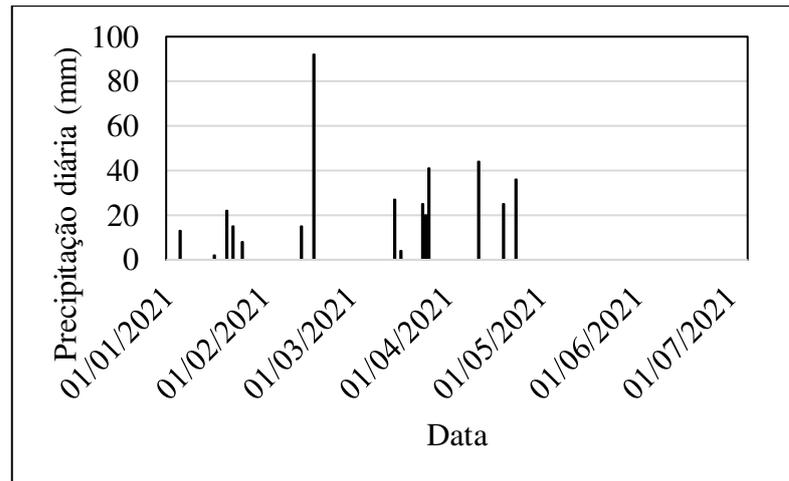
## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Caracterização da Área Experimental

O estudo foi desenvolvido no mês de agosto de 2021 na divisa entre os municípios de Tururu-CE e Itapipoca-CE (3°32'53,2" S 39°24'33,6" W), localizado na região do Vale do Curu (Figura 1). No período da amostragem, a maior parte das folhas da vegetação caducifólia já haviam sido depositada na superfície do solo (Figura 3). No ano da amostragem a precipitação pluviométrica no município foi abaixo da média (389 mm) sendo que a última chuva antes da data da amostragem foi no dia 23 de abril e a amostragem ocorreu no dia 11 de agosto (Gráfico 1). Segundo a classificação de Köppen, o clima dessa região é do tipo **BS w'**

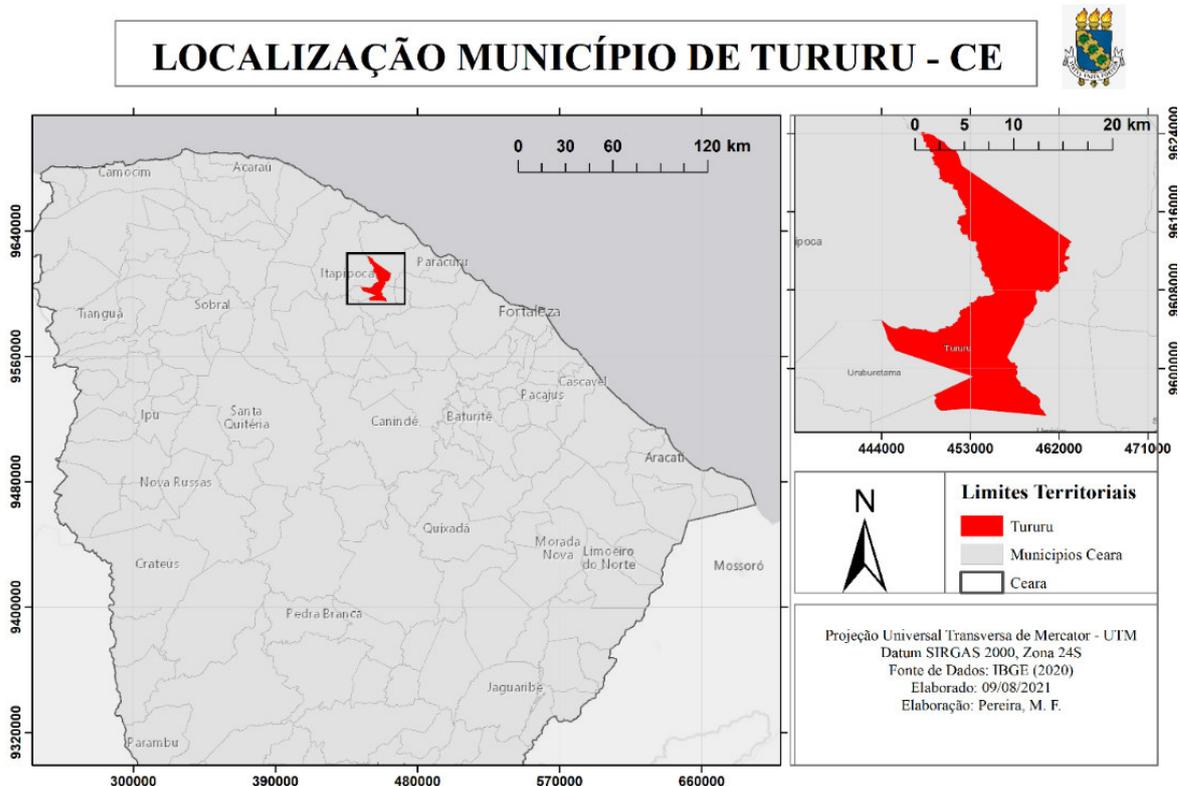
h', ou seja, semiárido com chuvas irregulares, com duas estações climáticas bem definidas, com precipitação anual de 906,4 mm, temperatura média anual de 26,6°C e umidade relativa média do ar de 75% (EMBRAPA, 2001).

Gráfico 1- Precipitação pluviométrica diária no município de Tururu no primeiro semestre de 2021.



Fonte: FUNCEME.

Figura 1 – Localização do município de Tururu – CE.

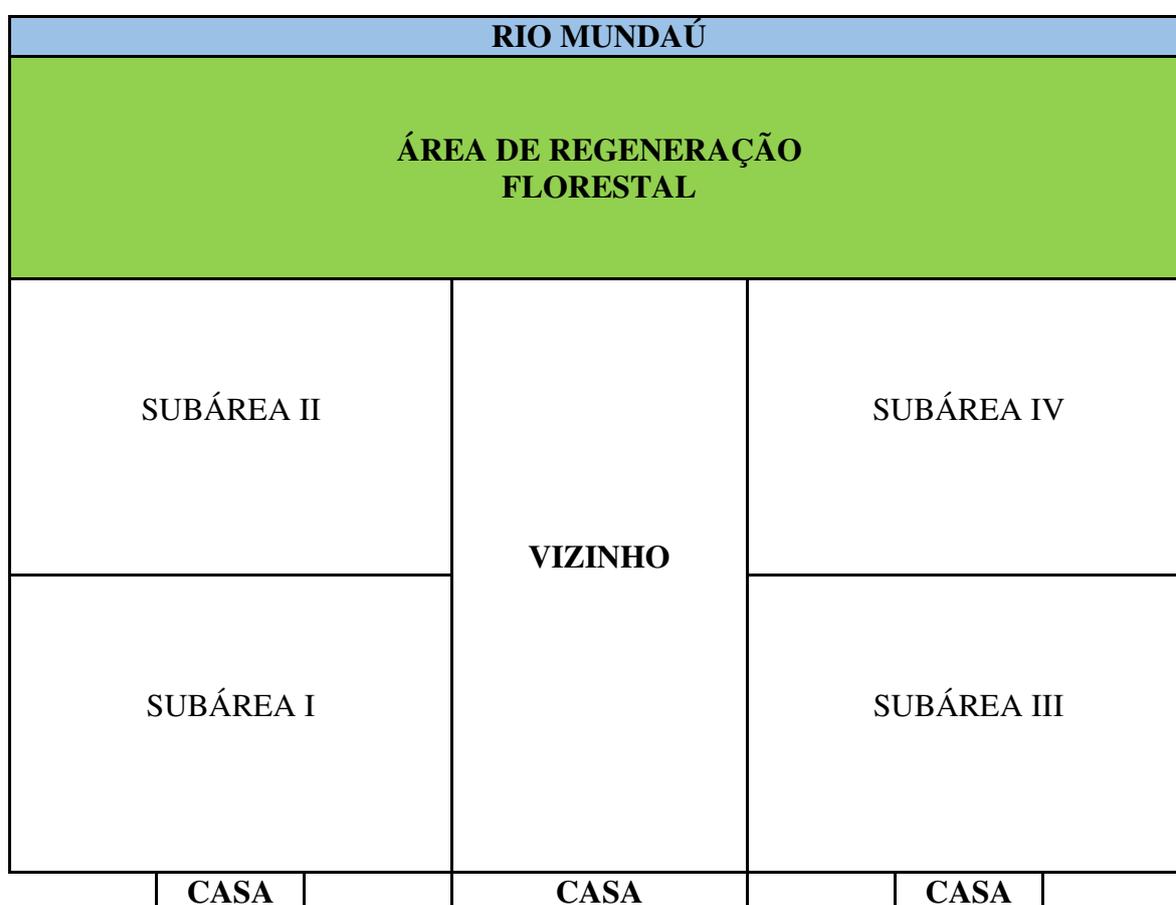


Fonte: Autor.

A propriedade localizada na comunidade Serrotinho possui 3.528 m<sup>2</sup> de SAF, dividido em 4 subáreas (Figura 3) com diferentes formas de manejo e grau de desenvolvimento sucessional distintos. Dentro da propriedade selecionada há uma área adjacente de regeneração florestal. Em cada subárea foi adotada uma estratégia de manejo específica com o objetivo experimental do próprio agricultor, propiciando um agroecossistema mais equilibrado.

No quadro 1 é apresentada uma breve descrição histórica das áreas estudadas dentro da propriedade.

Figura 2 – Croqui da propriedade e das subáreas de SAF.



Quadro 1 – Histórico das subáreas do SAF, localizado no município de Tururu-CE.

Área	Histórico
SAF I	Anteriormente à 2017 eram cultivados feijão, milho e macaxeira com manejo convencional, a partir do segundo semestre de 2017 foi iniciado a implantação do SAF. Iniciou-se o SAF plantando milho, feijão e macaxeira sem realizar capina em menor densidade de plantio com propósito de permitir a regeneração de algumas espécies nativas a partir de rebrota e germinação do banco de sementes existente. O milho, feijão e macaxeira foram consorciados com

	<p>mudas de aroeira, pau d'arco, ipê, carnaúba entre outras de forma aleatória, dado que esta era a forma de conhecimento do agricultor sobre SAF. As brotações a partir de remanescentes florestais de espécies como mororó, sabiá, mofumbo, jurema, entre outras, foram mantidas. Não foi utilizado nenhum insumo (fertilizante, esterco e adubo) externo durante a implantação do SAF. Em 2018 foi plantado novamente milho, feijão e macaxeira. Nesse ano houve uma invasão de porcos que comeram boa parte das macaxeiras. Também foi plantado amendoim, o qual apresentou boa produção. Foi plantado também batata-doce, todavia os porcos as comeram. Em 2019 a estratégia de manejo do sistema foi alterada devido à dois fatores: i) frequente invasão de galinhas pertencentes aos vizinhos, destruindo a produção de culturas anuais; ii) baixa produtividade de culturas anuais devido à baixa qualidade do solo, condição herdada do histórico de exploração da área. O agricultor observou que a deposição de fitomassa em razão da senescência natural e podas das árvores não estavam sendo suficiente para manter a cobertura do solo e aumentar a matéria orgânica e consequentemente qualidade do solo. No final de 2019 foi plantado as linhas de capim mombaça com espaçamento de 8 metros para produzir biomassa e cobrir o solo. Este capim foi coletado na beira da estrada onde havia uma plantação de forragem para alimentação animal. No início de 2020 foi observado um crescimento muito rápido do capim, gerando uma boa quantidade de biomassa e sendo a principal cobertura de solo da área I.</p>
SAF II	<p>Anteriormente à 2017 a área era manejada da mesma forma que a Subárea I, com cultivo convencional de milho e feijão. Durante o ano de 2017 a área foi mantida em pousio, permitindo regeneração natural de espécies nativas, no entanto, especificamente no local da subárea II, a regeneração florestal foi incipiente, com crescimento lento apenas de espécie herbácea denominada “vassourinha”, com baixa produção de fitomassa. Em 2018 foi planejado fazer da área um SAF para tentar recuperar a área que estava inutilizada. Toda a vegetação que estava cobrindo o solo foi retirada e armazenada em um saco para esquematizar e fazer os canteiros na área. As linhas foram espaçadas a cada 5,50 metros uma da outra e plantada mudas a cada 1 metro de distância em cada linha. Nas bordas foram plantados milho e feijão. Depois a vegetação foi lançada novamente na superfície do solo. Em 2019 foi plantado macaxeira, bananeira, feijão e milho. Dois meses depois foi observado uma boa produção de milho. Para acelerar a produção de matéria e biomassa para cobrir o solo, foi plantado uma linha de capim. No segundo semestre de 2020 foi mantida a mesma dinâmica, todavia a serrapilheira de uma área de mata próxima foi coletada e utilizada para cobrir a superfície solo da subárea II já que apresentava baixa cobertura.</p>
SAF III	<p>Em 2018 esta área era feita roça convencional, com alguns cajueiros e macaxeiras. Em 2019 foi plantado milho, feijão e mandioca. Depois da colheita dos grãos, surgiu a ideia de SAF. Foi deixado de pousio entre 2019 e 2020 para produção de fitomassa para ser utilizada como cobertura de solo, para desta forma não precisar trazer matéria orgânica de outras áreas externas. Em setembro de 2020 foi iniciado a implantação do SAF. Foi feita a poda nos cajueiros e algumas árvores nativas foram derrubadas para ser utilizadas como cobertura de solo. Depois foi plantado o capim em fileiras com a finalidade de produzir fitomassa e cobertura para o solo. Logo após vieram as frutíferas e as plantas dos SAF's anteriores.</p>

SAF IV	Iniciado em 2021, esta área tem o SAF ainda incipiente. Era somente uma área de mata rasteira e bem rala. Foram feitos os canteiros e utilizados o mato da capina para cobrir o solo. Foram plantadas algumas plantas, porém ainda em fase inicial, sem muita cobertura de solo. Não foi plantado o capim nesta área porque o proprietário tem o objetivo de fazer uma dinâmica diferente para fazer uma experiência sem o capim.
Mata M1 e M2	Área de regeneração natural da vegetação após 2017. Anteriormente à 2017 a área era manejada com cultivos sucessivos de lavoura de milho e feijão, à exemplo das áreas de SAF I e II. A área de mata foi avaliada em duas subáreas: M1 área de regeneração mantida em pousio, sem intervenção. M2 área de regeneração com retirada de serrapilheira no ano de 2020 para fornecimento de fitomassa e cobertura de solo para o SAF II.

Figura 3 – Fotografias das áreas na data da amostragem. A maior parte das folhas já haviam sido depositadas ao solo por ser uma vegetação caducifolia.



(SAF 1)



(SAF 2)



(SAF 3)



(SAF 4)



(Regeneração Florestal M1 e M2)

#### 4.2 Avaliação da agrobiodiversidade

O levantamento florístico de espécies cultivadas e não cultivadas foi realizado em toda a área de SAF, com registro histórico de manejo da vegetação local repassada pelo proprietário. Para a representação da área de mata foi avaliada uma parcela com dimensões de 10 x 20 metros. Foi considerado unidade amostral os indivíduos vivos que atendiam os critérios de inclusão. Os critérios adotados foram: diâmetro do caule (D) ao nível do solo  $\geq 3$  centímetros; altura total (H)  $\geq 1$  metro. A identificação das espécies foi feita *in loco* e para as espécies onde não foi possível a identificação, o material vegetativo foi coletado para identificação em laboratório.

A área das parcelas de SAF e de regeneração florestal foram medidas com trena e o número de indivíduos de cada espécie por área foi convertido para número de indivíduos por hectare, a partir da seguinte fórmula:

$$\text{Número de indivíduos ha}^{-1} = \frac{\text{Número de indivíduos área}^{-1} \times 10.000}{\text{Área da parcela (m}^2\text{)}}$$

O índice de diversidade de espécies de Shannon (H') foi calculado a partir da seguinte equação:

$$H' = - \sum pi * \text{Ln}(pi)$$

H' = índice de Shannon (nats ind<sup>-1</sup>)  
 pi = Abundância relativa da espécie (n/N)  
 n – número de indivíduos da espécie  
 N – número total de indivíduos  
 Ln = logarítmo natural

#### 4.3 Amostragem de serrapilheira

A coleta da serrapilheira foi realizada no SAF com 10 pontos de coleta em cada área, com moldura feita em madeira com dimensão interna de 0,25 x 0,25 m. A moldura foi lançada aleatoriamente na área amostrada. Foi considerado serrapilheira toda matéria orgânica morta sobre o solo, e foi coletado somente o que estava dentro da moldura coletora,

cortando com uma tesoura de poda os materiais que ultrapassavam o limite da moldura. O material coletado foi acondicionado em sacos de papéis limpos e identificados. Posteriormente foram levados para o Laboratório de Manejo e Conservação do Solo e da Água da Universidade Federal do Ceará para secagem. Para a secagem utilizou-se uma estufa com temperatura 65°C até estabilização da massa do material. Logo após a secagem, pesou-se todo o material amostrado em uma balança de precisão de 0,01g e o resultado anotado.

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



Fonte: Henriques, 2012.

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

Utilizou-se uma corda de poliéster com 3,4 metros de comprimento marcada com pontos a cada 10 centímetros, resultando em um total de 33 pontos marcados ao longo da corda. Esticou-se a corda sobre a superfície do terreno, onde a presença ou ausência de material orgânico sobre a superfície foi avaliada na projeção de cada ponto. Esse procedimento foi realizado com cinco repetições dentro de cada parcela estudada. O percentual de cobertura do solo foi calculado a partir da seguinte equação:

$$\% \text{ cobertura de solo} = \frac{P_c}{P_t} \times 100$$

Onde:  $P_c$  – pontos que apresentaram cobertura do solo;

$P_t$  – total de pontos avaliados.

#### 4.5 Análise

Foi realizada estatística descritiva dos dados com a apresentação de médias, desvios padrões e quartis de distribuição das porcentagens de cobertura e massa de serrapilheira. Vale frisar que este é um trabalho exploratório na área de um agricultor que teve como objetivo relacionar a agrobiodiversidade em SAF's no semiárido com variáveis ligadas à conservação do solo. Não foi realizado teste de comparação de médias, uma vez que as parcelas não estavam dispostas em delineamento experimental, não havia repetições de tratamentos e o SAF II foi alocado em uma área visualmente diferente das áreas adjacentes. Por essa razão, ao longo da discussão, não foram frisadas diferenças estatísticas em delineamento, mas sim discutido individualmente o efeito da diversidade de espécies e do manejo nas variáveis analisadas.

### 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 5.1 Avaliação da agrobiodiversidade

A área de regeneração florestal foi a que apresentou a maior densidade de plantas (Tabela 2), no entanto, o maior número de indivíduos não se refletiu na maior biodiversidade vegetal, pelo contrário, foi a que apresentou o menor índice  $H'$  (Tabela 3). Esse resultado foi em razão de que a área de regeneração florestal é composta por apenas 6 espécies, sendo que há dominância majoritária de 3 espécies (jurema branca, marmeleiro e sabiá) (Tabela 1). A área de regeneração não representa biodiversidade de sistemas de caatinga nativa, pois como a regeneração se deu naturalmente após sucessivos cultivos de culturas anuais, apenas as espécies com maior capacidade de dispersão ou manutenção de banco de sementes no solo dominaram o sistema. Enquanto nas demais áreas de SAF's a introdução de novas espécies fez com que esta miscelânea de frutíferas, nativas, florestais e outras espécies, principalmente as de interesse agrícola, contribuísse em direção a um maior número de espécies e melhor distribuição de indivíduos de cada espécie. Tendo em vista que o índice  $H'$  leva em consideração não só o número de espécies e de indivíduos, mas também a distribuição do número de indivíduos por espécie.

Tabela 1 – Densidade, diversidade e funções das espécies cultivadas nos SAF's e na área de regeneração florestal.

Classe	Nome vulgar	Nome científico	Família	Subárea				Mata
				I	II	III	IV	
				N° indivíduos há <sup>-1</sup>				
Florestais	Angico	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Fabaceae	0	34	0	0	0
	Aroeira	<i>Schinus terebinthifolia</i>	Anacardiaceae	33	34	0	0	0
	Carnaúba	<i>Copernicia prunifera</i>	Arecaceae	17	0	0	0	0
	Catingueira	<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	Fabaceae	67	0	0	142	50
	Gliricídia	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae	33	102	131	159	0
	Gonçalo Alves	<i>Astronium fraxinifolium</i>	Anacardiaceae	8	0	0	0	0
	Ingazeira	<i>Inga ssp</i>	Fabaceae	8	34	12	0	0
	Ipê	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Bignoniaceae	8	34	0	0	0
	João-mole	<i>Guapira graciliflora</i>	Nyctaginaceae	33	34	24	25	0
	Juazeiro	<i>Ziziphus joazeiro</i>	Rhamnaceae	8	0	0	0	0
	Jucá	<i>Libidibia ferrea</i>	Fabaceae	8	34	0	0	0
	Jurema branca	<i>Mimosa verrucosa</i>	Fabaceae	42	0	36	42	1100
	Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae	33	34	12	0	0
	Mandacaru	<i>Cereus jamacaru</i>	Cactaceae	100	306	179	209	50
	Maniçoba	<i>Manihot caerulescens</i>	Euphorbiaceae	0	34	0	0	0
	Margaridão	<i>Tithonia diversifolia</i>	Asteraceae	0	102	119	0	0
	Marmeleiro	<i>Cydonia oblonga</i>	Rosaceae	42	0	0	0	7450
	Moringa	<i>Moringa oleifera</i>	Moringaceae	8	0	12	50	0
	Mororó	<i>Bauhinia cheilantha</i>	Fabaceae	301	68	417	1136	0
	Mofumbo	<i>Combretum leprosum</i>	Combretaceae	84	0	36	25	50
	Mulungu	<i>Erythrina mulungu</i>	Fabaceae	0	68	12	0	0
	Oiticica	<i>Licania rigida</i>	Chrysobalanaceae	0	0	0	8	0
	Palma	<i>Opuntia cochenillifera</i>	Cactaceae	92	510	131	58	0
	Pau branco	<i>Auxemma onocalix</i>	Boraginaceae	0	34	12	8	0
	Pau d'arco	<i>Tabebuia sp</i>	Bignoniaceae	17	34	0	0	0
	Sabiá	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>	Fabaceae	309	136	24	0	2150
	Sabonete	<i>Sapindus saponaria L.</i>	Sapindaceae	0	34	0	8	0
	Sombreiro	<i>Clitoria fairchildiana</i>	Fabaceae	0	0	24	0	0
	Timbaúba	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Fabaceae	0	0	298	0	0
	Xixá	<i>Sterculia chicha</i>	Malvaceae	17	0	0	0	0
Frutífera	Abacate	<i>Persea americano</i>	Lauraceae	0	0	12	0	0
	Abacaxi	<i>Ananas comosus</i>	Bromeliaceae	0	0	238	0	0
	Acerola	<i>Malpighia emarginata</i>	Malpighiaceae	0	0	12	0	0
	Amora	<i>Morus sp</i>	Moraceae	0	0	12	0	0
	Ata	<i>Annona squamosa</i>	Annonaceae	33	34	24	8	0
	Bananeira	<i>Musa ssp</i>	Musaceae	58	408	250	192	0
	Cajá	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	8	0	0	8	0

(continua)

Classe	Nome vulgar	Nome científico	Família	Subárea				
				I	II	III	IV	Mata
				N° indivíduos há <sup>-1</sup>				
	Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae	33	0	214	84	0
	Goiaba	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	8	0	0	0	0
	Graviola	<i>Annona muricata</i>	Annonaceae	0	0	24	0	0
	Jaca	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Moraceae	0	0	60	0	0
	Limão	<i>Citrus sp</i>	Rutaceae	0	0	12	0	0
	Mamão	<i>Carica papaya</i>	Caricaceae	0	0	36	0	0
	Mangueira	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	8	34	12	0	0
	Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>	Myrtaceae	0	0	12	0	0
	Pitomba	<i>Talisia esculenta</i>	Sapindaceae	33	0	0	0	0
	Seriguela	<i>Spondias purpurea</i>	Anacardiaceae	0	0	0	8	0
	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	Fabaceae	0	34	12	0	0
	Tangerina	<i>Citrus reticulata</i>	Rutaceae	17	0	12	0	0
Outras	Algodão mocó	<i>Gossypium hirsutum L.</i>	Malvaceae	0	68	71	8	0
	Babosa	<i>Aloe vera</i>	Xanthorrhoeaceae	17	0	0	0	0
	Barriguda	<i>Ceiba glaziovii</i>	Malvaceae	0	0	24	0	0
	Cana-de-açúcar	<i>Saccharum officinarum</i>	Poaceae	0	68	0	0	0
	Capim Mombaça	<i>Panicum maximum</i>	Poaceae	0	1020	1286	0	0
	Citronela	<i>Cymbopogon nardus</i>	Poaceae	0	0	12	0	0
	Condessa	<i>Annona reticulata</i>	Annonaceae	0	0	12	0	0
	Cumaru	<i>Dipteryx odorata</i>	Fabaceae	0	34	12	0	0
	Fava feijão	<i>Vicia faba</i>	Fabaceae	0	0	12	0	0
	Flamboyant	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae	8	0	0	0	0
	Macaxeira	<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae	0	1224	702	267	0
	Urucum	<i>Bixa orellana</i>	Bixaceae	8	34	24	0	0

Tabela 2 – Número de indivíduos/ha e número de espécies por área.

Categoria	Subárea				
	I	II	III	IV	Mata
	Número de indivíduos ha <sup>-1</sup>				
Total	1.499	4.624	4.576	2.445	10.850
Espécies florestais	1.268	1.666	1.479	1.870	10.850
Espécies frutíferas	198	510	942	300	0
Outras espécies	33	2.448	2.155	275	0
	Número de espécies				
Total	32	28	40	19	6
Espécies florestais	21	18	16	12	6
Espécies frutíferas	8	4	15	5	0
Outras espécies	3	6	9	2	0

Tabela 3 – Resultado do índice de Shannon para cada subárea do SAF e área de mata.

<u>Índice de diversidade de Shannon (H') (nats ind<sup>-1</sup>)</u>	
Área I	2,78
Área II	2,42
Área III	2,74
Área IV	2,00
MATA	0,89

Índice de Shannon em ordem decrescente: **I > III > II > IV > MATA.**

Destaca-se também o SAF IV, que apesar de ser uma área recém implantada (2021) apresentou uma diversidade de espécies maior que a da área de mata, conforme o índice de Shannon (Tabela 3). Percebe-se desta forma que os SAF's mostraram uma densidade de espécies maior que o de mata em um curto espaço de tempo, ressaltando-se e restringindo o estudo desta propriedade e não servindo para generalizar o resultado acima.

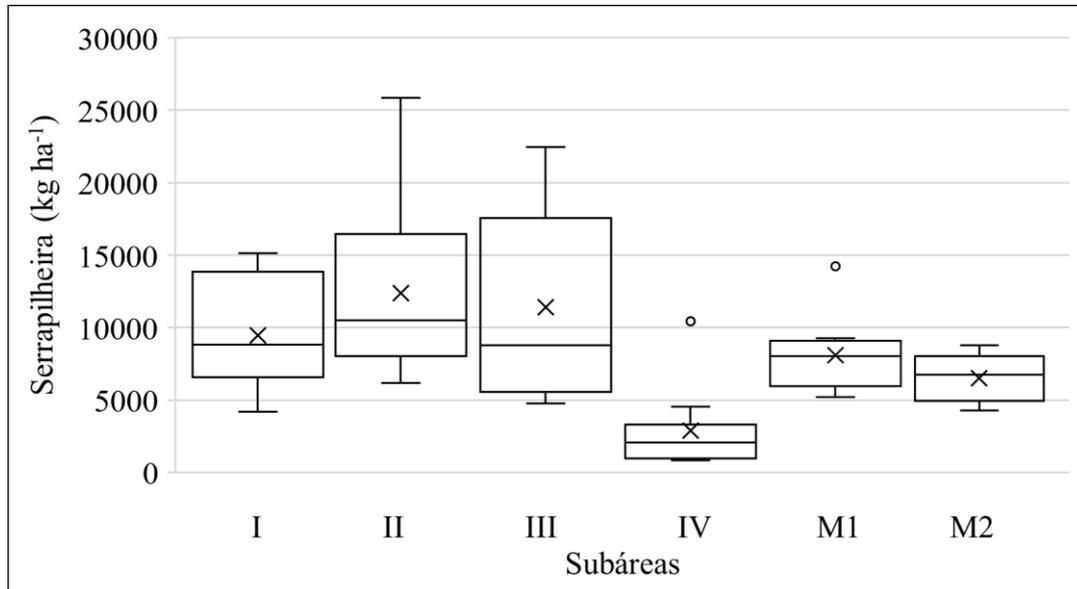
Evidencia-se dessa forma, que a implantação de sistemas agroflorestais colabora para o aumento da diversidade vegetal, inclusive de espécies florestais nativas que não teriam condições de disseminar em áreas de regeneração natural após cultivo. E ao mesmo tempo, com a introdução de espécies com interesse agrícola.

## 5.2 Amostragem de serrapilheira

Nas áreas que apresentaram uma maior diversidade de espécies (Tabela 3) foram obtidas as maiores produções de biomassa de serrapilheira, superando inclusive a produção de serrapilheira da regeneração florestal. Evidenciando que a diversidade é mais importante que a densidade de plantas na deposição de biomassa vegetal, pois na área de regeneração florestal mesmo com densidade superior à 10.000 plantas por hectare, apresentou valores inferiores de biomassa de serrapilheira que os SAF's, onde a densidade de plantas não superou 5.000 plantas por hectare. Cabe destacar que na avaliação de serrapilheira está analisou-se apenas a deposição de biomassa. Pois nas áreas de regeneração florestal, há grande capacidade de produção vegetal, devido à grande densidade de plantas (mais de uma planta por metro quadrado) e adaptação dessas plantas ao semiárido. No entanto a maior parte da biomassa produzida permanece na forma de biomassa viva (troncos, galhos e raízes). Desse modo, apesar da capacidade de produção vegetal dessas espécies, a capacidade das espécies presentes na área de regeneração florestal em promover a proteção e melhoria da qualidade do solo em curto prazo é baixa, já

que demandaria mais tempo para produção e deposição de serrapilheira para a cobertura do solo e implicar uma proteção significativa contra os agentes erosivos.

Gráfico 2 - Massa seca de serrapilheira nos SAF's e áreas de regeneração florestal.



Houve uma maior variabilidade nas amostragens dos SAF's I, II e III se comparados com os das áreas IV, M1 e M2 (Gráfico 1). Esta variabilidade pode ser deduzida pela heterogeneidade de produção de biomassa, dado que estas áreas apresentaram uma diversidade de espécies maiores que as demais (Tabela 3) e não há uma distribuição uniforme das espécies no espaço. Logo, a diversidade na produção de serrapilheira pode estar ligada a uma maior quantidade de espécies na área ou a alguma espécie peculiarmente produtora de biomassa, sendo esta uma característica inerente a ela. No caso das subáreas I, II e III pode-se citar o capim mombaça, ao qual o proprietário utilizou objetivando uma grande produção de biomassa em um curto espaço de tempo para ser utilizado como cobertura de solo durante a implantação destas áreas.

Os SAF's II e III que foram implantadas em 2018 e 2020, respectivamente, apresentaram pontos de amostragens de biomassa elevadas, que podem ser relacionadas ao manejo recente de cobertura de solo para a implantação destas áreas, dado que foi utilizado os restos de capinas, poda de cajueiro e de algumas árvores nativas da área que foram destinados à cobertura do solo. Além disso, foi plantado o capim mombaça nas fileiras para produção de fitomassa e, conseqüentemente, uma maior quantidade de serrapilheira.

Destaca-se o SAF III que apesar da implantação recente, apresentou a quantidade de serrapilheira semelhante à dos SAF's I e II. É provável que esse resultado se deva à utilização

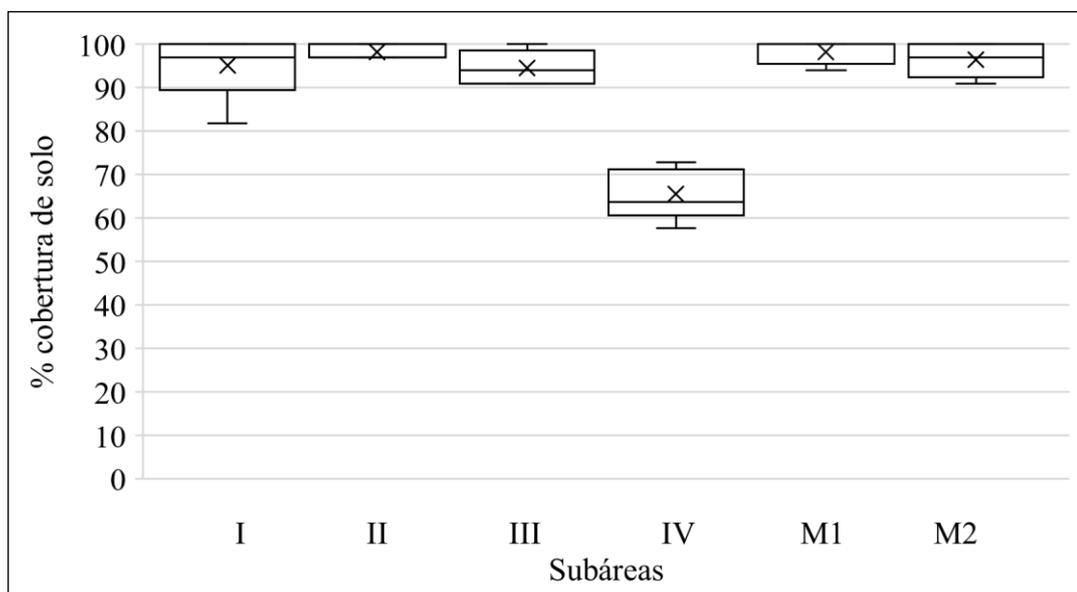
de irrigação, acelerando o processo de produção vegetal. Já o SAF II, que também é mais recente que o SAF I, também apresentou valores semelhantes de serrapilheira na superfície, a razão desse acúmulo provavelmente se deu por essa área ter recebido serrapilheira coletada do M2 no último ano. Havendo remanescentes dessa serrapilheira e também o aporte de matéria orgânica e nutrientes que podem influenciar o crescimento vegetal e produção de serrapilheira pelas espécies da área.

A área M2 que teve sua produção de serrapilheira destinada a cobertura de solo durante a implantação do SAF II, expressou uma alta capacidade de recuperação, visto que apresentou pontos de amostragens semelhantes da área M1, que não teve nenhuma intervenção antrópica desde 2017.

### 5.3 Porcentagem de cobertura de solo

Observou-se baixa variabilidade nas amostragens de cobertura de solo (Gráfico 3). Os SAF's I, II e III e as áreas de regeneração florestal M1 e M2 apresentaram cobertura de solo acima de 90%. Apenas o SAF IV apresentou cobertura de solo entre 60 e 70%. Destaca-se que na área IV não foi plantado o capim mombaça, que está presente em todas os demais SAF's, evidenciando a importância de espécies de rápido crescimento e produção de biomassa nos processos iniciais do desenvolvimento de SAF's. Nota-se também uma rápida recuperação da área M2 de onde foi retirada a serrapilheira destinada a subárea II, a qual apresentou uma cobertura semelhante a M1, área sem perturbação humana.

Gráfico 3 – Porcentagem de cobertura de solo nos SAF's e áreas de regeneração florestal.



A maioria das áreas de SAF's que apresentaram uma maior porcentagem de cobertura de solo foram aquelas que apresentaram uma maior diversidade de espécies (Tabela 3), podendo inferir que uma maior quantidade de espécies pode produzir biomassa para serrapilheira em diferentes épocas do ano e em diferentes condições climáticas, como plantas anuais, arbustivas e árvores. Cada espécie pode contribuir de forma diversa e em diferentes momentos, já que não há uniformidade vegetal.

Foi observado que mesmo com uma menor quantidade de espécie na área de MATA houve uma grande cobertura de solo, pressupondo que a pouca ou a falta de interferência humana no local tenha favorecido uma acumulação temporal de matéria orgânica. Outra possibilidade é que haja espécies na área que produzem uma quantidade de biomassa significativa em um determinado período de tempo, tornando este incremento significativo.

Percebe-se uma maior porcentagem de cobertura de solo nas áreas onde houve uma maior produção de biomassa de serrapilheira, devendo-se este fato à uma maior deposição de matéria orgânica nestas áreas. Ou seja, as áreas que tiveram um maior incremento de biomassa de serrapilheira foram àquelas que tiveram uma maior diversidade de espécies, e as áreas que apresentaram uma maior quantidade de biomassa de serrapilheira obtiveram uma melhor porcentagem de cobertura de solo.

## 6 CONCLUSÃO

A área de regeneração florestal apresentou a maior densidade de plantas (indivíduos  $\text{ha}^{-1}$ ), entretanto apresentou a menor diversidade dentre as áreas analisadas, conforme o índice de Shannon. Já as áreas de SAF's apresentaram uma maior diversidade de espécies e uma melhor distribuição de indivíduos, corroborando que a implantação de SAF colabora para o aumento da diversidade vegetal.

As áreas com maiores diversidades de espécies tiveram maiores produções de biomassa, superando inclusive a produção de serrapilheira da área de regeneração florestal. A diversidade se mostrou mais importante que a densidade de plantas (indivíduos  $\text{ha}^{-1}$ ) na deposição de biomassa vegetal, dando uma maior contribuição para a cobertura superficial do solo e proteção contra os agentes erosivos.

As maiores cobertura de solo ocorreram nas áreas onde haviam uma maior diversidade de espécies, pois cada espécie contribuiu de maneira distinta e em épocas diferentes, já que não há uniformidade vegetal nas áreas de SAF. Obteve-se uma melhor cobertura de solo nas áreas onde foram produzidas maiores quantidades de serrapilheira.

Na propriedade estudada, a agrobiodiversidade teve um papel importante no que diz respeito à produção de serrapilheira e cobertura de solo, visto que os melhores resultados estavam atrelados à diversidade de espécies. Desta forma, o objetivo deste trabalho obteve uma relação satisfatória entre produção de serrapilheira, cobertura de solo e agrobiodiversidade. Para alcançar tal resultado destaca-se o manejo adequado, o propósito de cada espécie e suas funcionalidades dentro do sistema.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, Maria Ivanilda; MAIA, Stoecio Malta Ferreira; OLIVEIRA, Teógenes Senna; MENDONÇA, Eduardo Sá; ARAÚJO FILHO, João Ambrosio. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agroflorestais no município de Sobral, CE. **Revista ciência agrônômica**, v. 37, n. 3, p. 270-278, 2006.

ALCÂNTARA, Flávia Aparecida. **Manejo agroecológico do solo** / Flávia Aparecida de Alcântara. - Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2017. 28 p. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644 ; 314)

ARAÚJO, Ricardo; GOEDERT, Wenceslau J.; LACERDA, Marilusa Pinto Coelho. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.1099-1108, 2007.

ARAÚJO FILHO, João Ambrósio. **Manejo pastoril sustentável da caatinga** / João Ambrósio de Araújo Filho. – Recife, PE: Projeto Dom Helder Câmara, 2013. 200 p.: il.

BALBINO, Luiz Carlos; CORDEIRO, Luiz Adriano Maia; MARTÍNEZ, Gladys Beatriz. Contribuições dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) para uma agricultura de baixa emissão de carbono. **Revista brasileira de geografia física**, n. 5, p. 1014-1026, 2011.

BARROS, José Deomar de Souza. Contribuições da matéria orgânica do solo para mitigar as emissões agrícolas de gases de efeito estufa. **Revista Polêmica**, v. 12, n. 2, abril/junho, 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agrobiodiversidade e diversidade cultural** / MMA – Brasília, DF: MMA/SBF, 2006. 82 p.: il. color; 23 cm. (Série Biodiversidade, 20).

CAMARGO, Giseli Mendonça de. **Sistemas agroflorestais biodiversos: uma análise da sustentabilidade socioeconômica e ambiental**. Orientadora: Madalena Maria Schindwein. 2017. 130f. Dissertação (Mestre em Agronegócio) – Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, 2017.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. Sistema de produção agrossilvopastoril no Semiárido do Ceará / João Ambrósio de Araújo Filho ... [et al.] - Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos, 2010. 33 p. (Cartilhas temáticas tecnologias e práticas hidroambientais para convivência com o Semiárido; v. 10).

CETRA. Políticas públicas e transição agroecológica no Brasil: reflexões a partir de estudos de caso / Fortaleza: CETRA – Centro de Estudos do Trabalho e de Assessoria ao Trabalhador, 2014. 224p.: il.

CHAVES, Alan Del Carlos Gomes; SANTOS, Rosélia Maria de Souza; SANTOS, José Ozildo dos; FERNDANDES, Almir de Albuquerque; MARACAJÁ, Patrício Borges. A importância dos levantamentos florísticos e fitossociológico para a conservação das florestas. **Revista agropecuária científica no semiárido**, v. 9, n. 2, p. 42-48, abr-jun, 2013.

COELHO, Victor Hugo R.; MONTENEGRO, Suzana M. L.; ALMEIDA, Cristiano das N.; LIMA, Eduardo R. V.; NETO, Alfredo Ribeiro; MOURA, Glawber S. S. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista brasileira de engenharia agrícola ambiental**, v. 18, n. 1, p.64-72, 2014.

DIDONET, Agostinho Dirceu. **Sistemas agroflorestais: segurança alimentar, produtos e serviços associados** / Agostinho Dirceu Didonet. - 1. ed. atual. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2015. 24 p.: il.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical (Fortaleza, CE), Dados climatológicos: Estação de Pentecoste, 2000. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical/UFC, 2001. 14p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim Agrometeorológico, 26).

FALCÃO, Cleire Lima da Costa; DINIZ, Simone Ferreira; MENDES, Marcos Venícios Ribeiro. Agroecossistemas do semiárido: uso e manejo e conservação do solo / Cleire Lima da Costa Falcão. – Sobral: PROEX/UVA, 2020. 144p.

FAO. Agricultural Biodiversity, Multifunctional Character of Agriculture and Land Conference, Background Paper 1, Maastricht, September 1999. Disponível em <[http://www.fao.org/mfcal/pdf/bp\\_all.pdf](http://www.fao.org/mfcal/pdf/bp_all.pdf)> Acessado em 05 de janeiro de 2021.

FROUFE, Luis Cláudio Maranhão; RACHWAL, Marcos Fernando Gluck; SEOANE, Carlos Eduardo Sicoli. Potencial de sistemas agroflorestais multiestratadas para o sequestro de carbono em áreas de ocorrência de floresta atlântica. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v. 31, n. 66, p. 143-154, abr./jun. 2011.

GLIESSMANN, Stephen R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 658 p.

IWATA, Bruna F.; LEITE, Luiz. F. C.; ARAÚJO, Ademir S. F.; NUNES, Luis A. P. L.; GEHRING, Christoph; CAMPOS, Liliâne P. Sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre os atributos químicos em argissolo vermelho-amarelo do cerrado piauiense. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 16, n. 7, p.730-738, 2012.

JOSE, Shibu. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. **Agroforest System**, n. 76, p. 1-10. Springer Science, 2009. Disponível em <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10457-009-9229-7#citeas>> Acessado em 15 de janeiro de 2021.

JUNQUEIRA, Alexandre da Costa; SCHLINDWEIN, Marcelo Nivert; CANUTO, João Carlos; NOBRE, Henderson Gonçalves; SOUZA, Tatiane de Jesus Marques. Sistemas agroflorestais e mudanças na qualidade do solo em assentamento de reforma agrária. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 8. n. 1, p. 102-115, 2013.

MACHADO, Altair Toledo; SANTILLI, Juliana; MAGALHÃES, Rogério. **A agrobiodiversidade com enfoque agroecológico: implicações conceituais e jurídicas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

MAIA, Stoécio Malta Ferreira; XAVIER, Francisco Alisson da Silva; OLIVEIRA, Teógenes Senna de; MENDONÇA, Eduardo de Sá; ARAÚJO FILHO, João Ambrósio de. Impactos de

sistemas agroflorestais e convencionais sobre a qualidade do solo no semiárido cearense. Viçosa – MG, v. 30, n. 5, p.837-848, 2006.

MARÇAL, Maria Fernanda Magione. **Qualidade do solo em sistemas agroflorestais desenvolvidos para produção em larga escala**. Orientador: Zigomar Menezes de Souza. 2018. 98f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2018.

MARX, L. B., RENTZ, J. C. L., BULEGON, S., BALBINOT, M., MUHL, F. R., FELDMAN, N. A., RHODEN, A. C. Sistemas de cultivo. In: IV AGROTEC – Simpósio de Agronomia e Tecnologia em Alimentos, 4., 2017, Itapiranga. **Anais...** Itapiranga: FAI – Faculdades de Itapiranga – SC, 2017.

MGANGA, Kevin Z.; MUSIMBA, Nason K. R. Improving hydrological properties of degraded soils in Kenya. **Afr J Environ Sci Technol**, v. 3, n. 4, p. 217-225, 2010.

MGANGA, Kevin Z.; MUSIMBA, Nason K. R.; NYARIKI, Dickson M. Combining sustainable land management Technologies to combat landdegradation and improve rural livelihoods in semi-arid lands in Kenya. **Environmental management**, v. 56, n. 2, 2015.

NAIR, P. K. Ramachandran. 1989. Agroforestry defined. P. 13-18. In: PKR Nair (ed) **Agroforestry Systems in the tropics**, Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, in cooperation with ICRAF. 664 pp.

NYANGITO, M. M.; MUSIMBA, N. K. R. Range use and dynamics in the agropastoral system of southestern Kenya. **Afr J Environ Sci Technol**, v. 2, n. 8, p. 222-230, 2008.

OLIVEIRA, Viseldo Ribeiro de; ARAUJO, Francisco Pinheiro de; DRUMONT, Marcos Antonio; MOREIRA, José Nilton; KIIL, Lucia Helena Piedade; RIBEIRO, Márcia de Fátima; SILVA, Alineaurea Florentino; SOUZA, Ana Valéria Vieira de. Recursos genéticos e aproveitamento da biodiversidade do semiárido brasileiro. Petrolina: Embrapa semiárido, 2010.

PEQUENO, Maiane Vilanova. **Estrutura e composição de sistema agroflorestal e floresta secundária e primária em Senador Guimard – AC**. Orientador: Tadário Kamel de Oliveira. 2015. 53 f.; 30 cm; Il. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Acre, 2015.

PEZARICO, Carmen Regina. **Indicadores de qualidade em sistemas agroflorestais**. Orientador: Antônio Carlos Tadeu Vitorino. 2009. 67f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, 2009.

RIBEIRO, Gabriel Browne; ISBAEX, Crismeire; VALVERDE, Sebastião Renato. Produção de biomassa florestal para energia em sistemas agroflorestais. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v. 37, n. 92, p. 605-618, out/dez. 2017.

RODRIGUES, Diego Macedo; SILVA, Maristela Marques da; ALMEIDA, Larissa Santos de; SOUZA, Thiago Rodrigues de; YARED, Jorge Alberto Gazel; SANTANA, Antonio Cordeiro de. Agrobiodiversidade e os serviços ambientais: perspectivas para o manejo ecológico dos

agroecossistemas no estado do Pará. **Revista Agroecossistemas**, v. 4, n. 1, p. 12-32. Universidade Federal do Pará, Pará, Brasil, 2012.

SALIN, Thainá Castillo; FERREIRA, Rinaldo Luiz Caraciolo; ALBUQUERQUE, Sônia Formiga de; SILVA, José Antônio Aleixo da; ALVES JUNIOR, Francisco Tarcísio. Caracterização de sistemas agrícolas produtivos no semiárido brasileiro como bases para um planejamento agroflorestal. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, mar-jun 2012, p. 109-118. Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, Brasil, 2012.

SANCHEZ, P. A. 1995. Science in agroforestry. **Agroforestry Systems** 30:5-55.

SILVA, Terezinha Texeira da; DRUMOND, Marcos Antonio; BAKKER, Ivonete Alves. Sistema agroflorestal em Nova Olinda, Ceará: Uma experiência de sucesso. **Revista Verde**, Pombal-PB, v 9., n. 3, p. 162-171, jul-set, 2014.

SUDENE –Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. **Nova delimitação semiárido**. 2017.

TORRES, Carlos Moreira Miquelino Elete; JACOVINE, Laércio Antônio Gonçalves; OLIVEIRA NETO, Silvio Nolasco de; BRIANEZI, Daniel; ALVES, Eliana Boaventura Bernardes Moura. Sistemas agroflorestais no Brasil; uma abordagem sobre a estocagem de carbono. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v. 34. N. 79, p. 235-244, jul./set. 2014.

WOLSCHICK, Neuro Hilton; BARBOSA, Fabrício Tondello; BERTOL, Ildegardis; SANTOS, Kristiana Fiorentin dos; WERNER, Romeu de Souza; BAGIO, Bárbara. Cobertura do solo, produção de biomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista de ciências agroveterinárias**, Lages, v. 15, n. 2, p. 134-143, 2016.