



**INSTITUTO
FEDERAL**
Piauí

CAMPUS TERESINA CENTRAL

ELICAMILA DE MORAES SANTOS

**ARRANJO DE COMPONENTES EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS E O
POTENCIAL DE OFERTA DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS PARA A
CAATINGA**

TERESINA

2022

ELICAMILA DE MORAES SANTOS

**ARRANJO DE COMPONENTES EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS E O
POTENCIAL DE OFERTA DE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PARA A
CAATINGA**

Trabalho de conclusão
apresentado ao curso de
Tecnologia em Gestão Ambiental
do Instituto Federal do Piauí –
Campus Teresina Central, como
requisito parcial para obtenção do
grau de Tecnólogo em Gestão
Ambiental.

Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Bruna de
Freitas Iwata

Coorientador: Prof. Me. Flavio Luiz
Simões Crespo

TERESINA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Santos, Elicamila de Moraes

S237aa Arranjos de componentes em sistemas agroflorestais e o potencial de oferta de serviços ecossistêmicos para a caatinga / Elicamila de Moraes Santos. - 2023.

91 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, 2023.

Orientadora : Profa Dra. Bruna de Freitas Iwata.

1. Agricultura sustentável. 2. Qualidade do solo. 3. Serviços ecossistêmicos. 4. Sistemas agroflorestais. I. Título.

CDD - 577

Elaborado por Maria Rosismar Farias CRB 3/631

ELICAMILA DE MORAES SANTOS

**ARRANJO DE COMPONENTES EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS E O
POTENCIAL DE OFERTA DE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PARA A
CAATINGA**

Trabalho de conclusão
apresentado ao curso de
Tecnologia em Gestão Ambiental
do Instituto Federal do Piauí –
Campus Teresina Central, como
requisito parcial para obtenção do
grau de Tecnólogo em Gestão
Ambiental.

Aprovada em: 09/12/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Bruna de Freitas Iwata (Orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI

Eduardo Lima de Sousa Júnior (Convidado)
Graduado em Tecnologia em Gestão Ambiental

Prof. Dr. Régis dos Santos Braz (Convidado)
Doutor em Ciência do Solo

Aos meus filhos,
Ravi e Angelina,
Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder saúde e me manter firme na minha jornada.

Aos meus pais, José João e Maria Erotildes, e ao meu irmão, José Clemilton, pelo amor que me deram e pelo apoio prestado em todas as minhas escolhas.

Aos meus filhos, Ravi e Angelina, por darem sentido a minha existência e me mostrarem todos os dias razões pelas quais eu não devo desistir.

Ao meu companheiro, Jocean, pelo apoio e incentivo em tudo que faço.

À minha amiga, Amanda, por ter me apoiado em todos os momentos e frisado em todos eles que eu iria conseguir.

À minha orientadora, professora Bruna Iwata, que com muita paciência e leveza me conduziu na realização deste trabalho e me apresentou o amor pelos sistemas agroflorestais.

Ao meu coorientador, Professor Flávio Crespo, pelo acolhimento e pelo esforço em apresentar todas as áreas agroflorestais.

Aos demais professores do curso e aos colegas de turma, pela colaboração durante essa caminhada.

Enfim,

Meu muito obrigada!

*“Debaixo do céu há momento para tudo
e tempo certo para cada coisa:
Tempo para nascer e tempo para morrer.
Tempo para plantar e tempo para arrancar a planta.
Tempo para matar e tempo para curar.
Tempo para destruir e tempo para construir.
Tempo para chorar e tempo para rir.
Tempo para prantejar e tempo para dançar.
Tempo para atirar pedras e tempo para recolher pedras.
Tempo para abraçar e tempo para se separar.
Tempo para procurar e tempo para perder.
Tempo para guardar e tempo para jogar fora.
Tempo para rasgar e tempo para costurar.
Tempo para calar e tempo para falar.
Tempo para amar e tempo para odiar.
Tempo para a guerra e tempo para a paz.”*

Eclesiastes 3, 1-8

RESUMO GERAL

As regiões semiáridas da caatinga são compostas em sua maior parte por solos rasos, clima quente e chuvas irregulares. Essas características associadas a adoção de sistemas agrícolas convencionais, com práticas de corte e queima, extração de madeira e superpastoreio, provocam degradação do solo e perda da biodiversidade do bioma. Nesse contexto, sistemas de uso do solo mais conservacionistas e sustentáveis, como os sistemas agroflorestais, têm se mostrado uma boa alternativa para essas regiões, por proporcionarem melhoria da qualidade do solo, consequente melhoria da produtividade agrícola, e outros diversos benefícios ambientais, econômicos e sociais. Em se tratando de análise da qualidade do solo, um dos indicadores mais frequentemente utilizados pelos cientistas é o carbono (C), assim, podendo esse ser considerado um índice capaz de demonstrar a eficácia dos sistemas de manejo praticados. Em vista disso, o objetivo desta pesquisa foi estudar os arranjos de espécies e o potencial de oferta de serviços ecossistêmicos em sistemas agroflorestais praticados na caatinga, assim como avaliar a qualidade do solo nessas áreas. O estudo de campo foi realizado em sete sistemas agroflorestais localizados nos municípios de Tianguá e Viçosa do Ceará, ambos no semiárido. Realizou-se levantamento e caracterização dos principais componentes e arranjos dos sistemas e também coleta e análise de solo das áreas agroflorestais. Os SAFs foram classificados estruturalmente em três diferentes tipos: Agrossilvipastoril, silviagrícola e silvipastoril. Quanto ao arranjo das espécies, predominaram os mistos e zonais, simultâneos em relação ao tempo. Além disso, todos são produtivos e a maior parte deles tem natureza econômica de subsistência. Ademais, identificou-se uma ampla diversidade de espécies vegetais, com diferentes hábitos, portes e funções arrançadas em cada área. Com isso, constatou-se que os serviços ecossistêmicos mais amplamente ofertados pelas espécies implantadas nos sistemas são os de provisão e regulação, muito embora, também se encontra a oferta de serviços de suporte e culturais. Referente as análises de solo, percebeu-se que todas as áreas apresentam uma elevada concentração de C, nas várias frações do solo, fator fundamental para a manutenção da qualidade dos solos da caatinga.

Palavras-chave: Agricultura sustentável; Qualidade do solo; Serviços ecossistêmicos; Sistemas agroflorestais.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Lista de Figuras:

Figura 1. Mapa do Território da Caatinga.....	12
Figura 2. Aspectos fitofisionômicos do bioma Caatinga	13
Figura 3. Organograma de Classificação dos Sistemas Agroflorestais	20
Figura 4. Categorias das Funções Ecológicas.....	21
Figura 5. Categorias dos Serviços Ecológicos.....	22
Figura 6. Mapa de características predominantes de solo, bioma, clima e relevo do estado do Ceará.....	36
Figura 7. Mapa de Localização das Áreas de Estudo	38
Figura 8. SAF 01 - Quintal Agroflorestal.....	41
Figura 9. SAF 02 - Floresta densa	42
Figura 10. SAF 03 - Floresta esparsa	43
Figura 11. SAF 04 – Sistema com arranjo zonal	44
Figura 12. SAF 05 - Sistema zonal irrigado.....	45
Figura 13. SAF 06 – Sistema com arranjo em aleias	46
Figura 14. SAF 07 - Sistema com arranjo contínuo.....	47

Lista de Quadros:

Quadro 1. Principais Objetivos dos Sistemas Agroflorestais.....	17
Quadro 2. Principais serviços ecológicos encontrados em Sistemas Agroflorestais	24
Quadro 3. Principais benefícios econômicos e sociais dos Sistemas Agroflorestais	27
Quadro 4. Serviços ecológicos ofertados pelas agroflorestas do semiárido cearense.....	72
Quadro 5. Principais características dos sistemas estudados.....	80

Lista de Tabelas:

Tabela 1. Classificação dos SAFs praticados na Caatinga	39
Tabela 2. Espécies - SAF 01	48
Tabela 3. Espécies - SAF 02	53
Tabela 4. Espécies - SAF 03	61
Tabela 5. Espécies - SAF 04	65
Tabela 6. Espécies - SAF 05	67
Tabela 7. Espécies - SAF 06	69
Tabela 8. Espécies - SAF 07	70
Tabela 9. Frações de carbono do solo sob diferentes arranjos agroflorestais na Caatinga.....	83
Tabela 10. Aporte de serrapilheira em solo sob diferentes arranjos agroflorestais na Caatinga	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABC** – Agricultura de Baixo Carbono
- AEM** - Avaliação Ecolossistêmica do Milênio
- ATER** – Assistência Técnica e Extensão Rural
- C** - Carbono
- CDB** – Convenção sobre a Diversidade Biológica
- Cmic** – Carbono da biomassa microbiana
- CO₂** – Dióxido de Carbono
- COT** – Carbono Orgânico Total
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ICRAF** – Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal
- ILPF** – Integração Lavoura Pecuária Floresta
- GEE** – Gases de Efeito Estufa
- MMA** – Ministério do Meio Ambiente
- MOP** – Matéria Orgânica Particulada
- ODS** - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
- SAFs** – Sistemas Agroflorestais
- SES** – Serviços Ecolossistêmicos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 O bioma Caatinga e a agricultura no semiárido brasileiro	12
2.2 Os Sistemas agroflorestais (SAFs).....	15
2.2.1 Histórico e Conceitos	15
2.2.2 Classificação	18
2.2.2.1 Quanto a estrutura:	18
2.2.2.2 Quanto ao arranjo dos componentes:	19
2.2.2.3 Quanto à função:.....	19
2.2.2.4 Quanto à natureza ecológica:	20
2.2.2.5 Quanto a natureza econômica:	20
2.3 Serviços ecossistêmicos ofertados por SAFs	21
2.4 O potencial de utilização dos SAFs na Caatinga	26
3. REFERÊNCIAS	29
4. CAPÍTULO 1: SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS EM AGROFLORESTAS SOB DIFERENTES COMPOSIÇÕES E ESTRUTURAS NA CAATINGA.....	33
4.1 RESUMO	33
4.2 INTRODUÇÃO	34
4.3 MATERIAL E MÉTODOS	35
4.3.1 Tipo de pesquisa	35
4.3.2 Caracterização da área de estudo.....	35
4.3.2.1 Localização dos Sistemas Agroflorestais.....	37
4.3.3 Descrição dos arranjos e componentes	38
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	39
4.4.1 Classificação dos SAFs praticados na Caatinga.....	39
4.4.2 Principais componentes arranjados nos SAFs.....	48
4.4.3 Serviços ecossistêmicos (SES) ofertados pelas espécies arranjadas em agroflorestas no semiárido cearense.....	72
4.5 CONCLUSÕES	74
4.6 REFERÊNCIAS.....	75
5. CAPÍTULO 2: ESTOQUES E FRAÇÕES DE CARBONO (C) EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA CAATINGA	77
5.1 RESUMO	77
5.3 MATERIAL E MÉTODOS	80
5.3.1 Tipo de pesquisa	80

5.3.2 Áreas de estudo.....	80
5.3.3 Metodologia.....	82
5.3.3.1 Coleta e análise de solo.....	82
5.3.3.2 Coleta e análise da serrapilheira	82
5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
5.4.1 Frações de C em SAFs na Caatinga.....	83
5.4.2 Aporte de serrapilheira em SAFs na Caatinga	86
5.5 CONCLUSÕES	87
5.6 REFERÊNCIAS.....	88

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga, único bioma com extensão geográfica exclusivamente brasileira, ocupa cerca de 11% do território nacional e se localiza em uma zona tropical semiárida no nordeste do país (CAMACAM; MESSIAS, 2022), caracterizada por altas temperaturas, reduzida pluviosidade (MOURA et al., 2019) e solos rasos e pedregosos (PAIVA et al., 2021).

Nessa região é comum a adoção de sistemas agrícolas extrativistas, onde a agricultura e pecuária se desenvolvem com a prática constante de desmatamentos, queimadas, extração de madeira e superpastoreio (SILVA et al., 2021). Essas práticas têm causado a degradação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo da Caatinga, sendo esse o principal recurso responsável pelas boas produtividades da agropecuária e pela manutenção da qualidade do meio ambiente (GUARÇONI et al., 2019).

Diante disso, ao longo dos anos, tem crescido a busca por sistemas de manejo mais conservacionistas que proporcionem o aumento da qualidade do solo, como os Sistemas Agroflorestais (SAFs), que, ao integrarem culturas agrícolas com floresta e pecuária, possibilitam maior produtividade e menor degradação do ambiente.

Esses sistemas também proporcionam benefícios ambientais, como a conservação da biodiversidade, o sequestro de carbono e a melhoria da qualidade da água (NAIR, 2008). Assim, podem atuar como alternativa sustentável de uso do solo agrícola na região semiárida, substituindo as práticas convencionais e impactantes ainda utilizadas (IWATA, 2015).

Contudo, observa-se que estudos sobre esses sistemas de manejo na Caatinga ainda são escassos, situação contrária à de outros biomas, assim, esta pesquisa tem como objetivo estudar os arranjos de espécies e o potencial de oferta de serviços ecossistêmicos em sistemas agroflorestais praticados na Caatinga e avaliar a qualidade do solo nessas áreas.

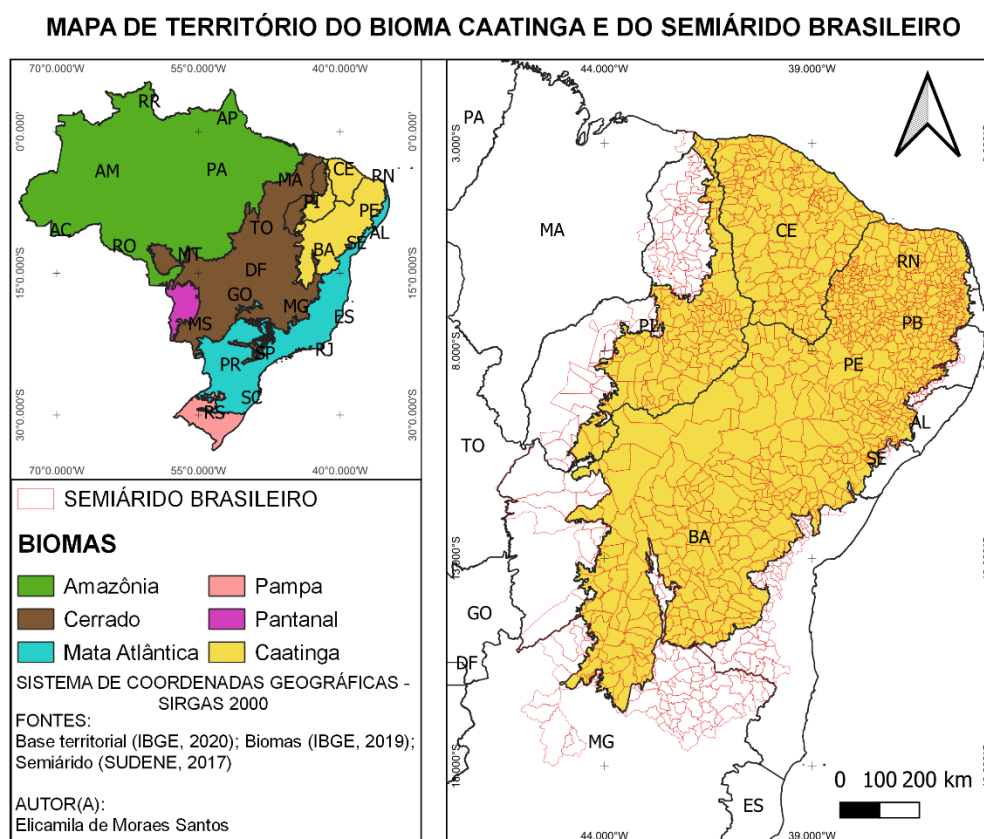
2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O bioma Caatinga e a agricultura no semiárido brasileiro

Biomass são áreas do espaço geográfico que historicamente sofreram os mesmos processos de formação e, por isso, apresentam condições de geologia e clima semelhantes e uniformidade de fitofisionomia e fauna (IBGE, s.d.). No Brasil existem seis tipos de biomas: Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pampa e Pantanal, sendo esses importantes recursos naturais no país e fonte de vida e riqueza natural no planeta.

Conforme o IBGE, a Caatinga é o único bioma que apresenta distribuição geográfica exclusiva no Brasil (ver Figura 1), estando localizada na região nordestina do país, se estendendo pelo Estado do Ceará e parte do Maranhão, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais.

Figura 1. Mapa do Território da Caatinga



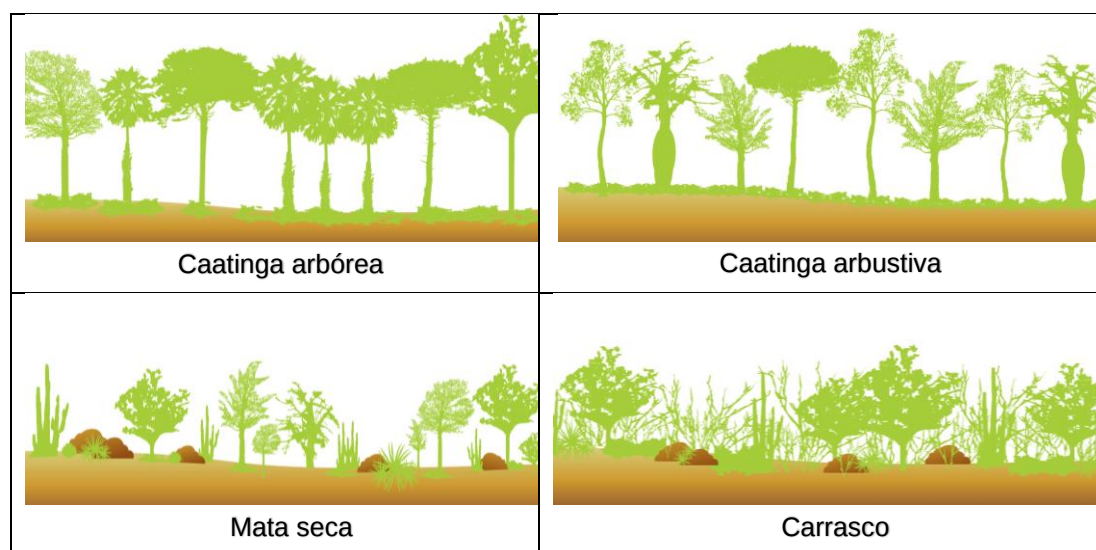
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

O bioma se apresenta no semiárido brasileiro, clima com variabilidade espaço-temporal marcada e com precipitações abaixo de 700 mm/ano, onde é frequente a ocorrência de dias sem chuva e, conseqüentemente, eventos de seca. Esse tipo de clima aliado a qualidade dos solos, a disponibilidade da rede hidrográfica e as ações antrópicas proporcionam uma vegetação variada para a Caatinga (CORREIA et al., 2011).

Em sua diversidade vegetacional, o bioma apresenta campos, florestas arbustivas e florestas altas com estrato herbáceo ocasional e numerosas espécies espinhentas e suculentas. Os troncos e ramos esbranquiçados das árvores conferem uma fisionomia de mata esbranquiçada, o que dá origem ao seu nome de língua Tupi - (Caa) Mata (Tinga) Branca (MICCOLIS et al., 2016).

O aspecto fitofisionômico (Figura 2) subdivide a Caatinga a partir da projeção vertical de suas espécies em: Caatinga arbórea, com árvores esparsas ou com copas densas, Caatinga arbustiva, representada por espécies espinhosas que também aparecem de forma densa ou distribuídas esparsamente, Mata Seca, que ocorre nas encostas e topos das serras e chapadas, e Carrasco, arbustos de caules finos, tortuosos e emaranhados que só ocorrem a oeste da Chapada de Ibiapaba e ao sul da Chapada do Araripe (SENA, 2011; COSTA et al., 2016).

Figura 2. Aspectos fitofisionômicos do bioma Caatinga



Fonte: Associação Caatinga, s.d.

Devido ao ambiente desfavorável no período seco, as espécies arbustivas da Caatinga costumam ser lenhosas e possuidoras de características de xerofilismo, para limitar sua transpiração. Possuem também adaptações que servem para melhorar sua absorção de oxigênio, como folhas pequenas com glândulas epidérmicas que dificultam a transpiração e favorecem a retenção de água.

Já a vegetação arbórea tem espécies de porte médio, chegando no máximo a 3 metros de altura, que apresentam caules retilíneos de coloração predominantemente clara, com folhas largas, que caem durante a estação seca e são recompostas no período chuvoso (COSTA et al., 2016).

Atualmente, os tipos de vegetação da Caatinga encontram-se bastante alterados, com a substituição de espécies vegetais nativas por pastagens e agricultura (IBGE, s. d.). Segundo Sousa e Honório (2020), essa degradação teve início no período colonial e ganhou contornos mais nítidos com a expansão da pecuária para o interior do Brasil, no século XVII, cenário que pouco foi alterado ao longo dos anos.

É importante salientar que hoje o bioma ocupa uma região que abrange cerca de 27 milhões de pessoas, sendo grande parte agricultores familiares e pessoas que dependem dos recursos naturais para subsistência, e a maioria dessas pessoas ainda pratica agricultura de forma convencional.

Nessa situação, Freire et al. (2018) destacam que o desmatamento praticado na Caatinga tem sido um de seus maiores impactantes (atingindo 46% da área original do bioma), seguido pelos incêndios, a caça predatória e o corte ilegal e seletivo de madeira. Esses fatores ocasionam o aumento do risco de extinção de várias espécies endêmicas, tanto da fauna, como da flora.

Além disso, estudos a respeito dos impactos das mudanças climáticas sobre a estabilidade dos biomas do Brasil demonstram que a Caatinga é um dos biomas mais vulneráveis em um cenário de modificações ambientais globais, o que representa mais um fator de pressão ambiental para a região (INSA, 2011 apud IWATA, 2015).

Outro ponto importante é que, por ser composto em sua maior parte por solos rasos, clima quente e chuvas irregulares, o ambiente do bioma é extremamente sensível e vulnerável à desertificação. Fato que se explica devido as regiões semiáridas possuírem fatores de degradação do solo mais intensos, em razão da elevada quantidade de energia radiante, da menor variação do comprimento do dia e das elevadas temperaturas que, associadas a disponibilidade de água durante a época de chuva, resultam em altas taxas de oxidação dos restos vegetais e da matéria orgânica do solo (FRAINDEIRAICH, 2000; MIELNICZUK *et al.*, 2003 apud IWATA, 2015).

Desse modo, a degradação provocada pelas atividades humanas aliada à fragilidade natural da região tem provocado sérias consequências para a Caatinga, tais como: escassez de recursos hídricos, erosão, salinização, compactação dos solos, redução da diversidade biológica e da produção primária, entre outros (SOUSA; HONÓRIO, 2020).

Todas essas situações têm contribuído para agravar a vida dos sertanejos dessa região, que dependem diretamente da Caatinga para sobrevivência, e tem os levado a buscar melhores alternativas de adaptação e convivência com o bioma.

2.2 Os Sistemas agroflorestais (SAFs)

2.2.1 Histórico e Conceitos

Segundo Balbino *et al.* (2011), a prática agroflorestal era utilizada por povos antigos em todo o mundo e os sistemas de integração das práticas agrícolas, pecuárias e florestais já eram conhecidos na Europa desde o século I d.C. (depois de Cristo), onde escritores romanos faziam referência a sistemas de integração entre pastagens e árvores.

No entanto, o termo “agrofloresta” surgiu apenas em 1977, a partir das recomendações de pesquisas pelo ICRAF, que sugeriam a ampliação de estudos agrícolas e florestais em propriedades rurais (YOUNG, 2003 apud RAMOS; MATOS, 2020). Surgiram, a partir de então, as discussões sobre os SAFs, como forma de combater a degradação ambiental que vinha sendo

provocada pelo avanço da agricultura sobre as áreas verdes naturais (VASCONCELLOS et al., 2020).

Nesse contexto, Nair (1993) foi um dos primeiros autores a conceituar e caracterizar os SAFs como sistemas de uso da terra que utilizam plantas lenhosas perenes junto com agricultura e/ou pecuária, com o intuito de propiciar uma interação econômico-ecológica de seus componentes através de um arranjo espacial ou temporal.

Tais sistemas propiciam a sustentabilidade das áreas em que são empregados, através da prestação de serviços ecossistêmicos e da diversidade de produtividade, principalmente junto aos pequenos produtores (SHARMA et al., 2005).

Apesar do longo histórico, os SAFs só ganharam atenção em tempos recentes, sendo reconhecidos como inovadores, principalmente por possibilitarem o aumento e a continuidade da produção agrícola, através de práticas sustentáveis. Esses sistemas hoje representam uma tecnologia capaz de proporcionar diversos benefícios conservacionistas para a agricultura (RIGHI, 2015).

Paludo e Costabeber (2012) afirmam que o ideal dos SAFs é harmonizar os agroecossistemas com os processos dinâmicos dos ecossistemas naturais, buscando, assim, o oposto da agricultura convencional que vem sendo praticada, onde o homem tenta adaptar vegetação e ecossistemas às suas necessidades.

Nesse sentido, a definição de SAFs mais aceita atualmente é a proposta pelo ICRAF, que os conceitua como sistemas de uso da terra em que plantas lenhosas perenes são deliberadamente usadas na mesma unidade de manejo de culturas agrícolas e/ou animais, ambas na forma de arranjos especiais ou sequências temporais. O Quadro 1, a seguir, lista os principais objetivos desses sistemas.

Quadro 1. Principais Objetivos dos Sistemas Agroflorestais

SISTEMAS AGROFLORESTAIS	
PRINCIPAIS OBJETIVOS	Formar sistemas produtivos ecológicos mais sustentáveis, com menor uso de insumos externos;
	Diversificar o cultivo da terra, com a inclusão de plantas de ciclos curto, médio e longo, além da utilização de animais;
	Diminuir os riscos de mercado para o agricultor, por meio de uma maior variedade de culturas e de espécies animais com valor econômico e de fácil comercialização;
	Elevar a qualidade de vida do produtor;
	Melhorar e diversificar a produção de alimentos e oferta de serviços ecossistêmicos.

Fonte: Adaptado de Senar (2017)

No Brasil, os SAF's têm sido praticados com mais intensidade desde a década de 1980, sobretudo por pequenos agricultores. Na atualidade, o país possui uma ampla variedade de sistemas, desde pequenos quintais agroflorestais familiares até grandes consórcios comerciais. Além disso dados do Censo (IBGE, 2006) mostram que boa parte desses sistemas estão localizados no nordeste brasileiro, apesar da grande maioria ser praticada nas regiões tropicais do país (RAMOS; MATOS, 2020).

Com relação a legislação brasileira, os SAFs estão fomentados no Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura - Plano ABC, elaborado de acordo com o Art. 3º do Decreto nº 7.390/2010.

O objetivo geral desse plano é promover a redução das emissões de carbono na agricultura, e, para isso, articula ações para melhorar a eficiência no uso de recursos naturais, aumentar a resiliência de sistemas produtivos e comunidades rurais e possibilitar a adaptação do setor agropecuário às mudanças climáticas (MMA, 2016).

O programa 2 do Plano ABC é intitulado “Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) e Sistemas Agroflorestais (SAFs)” e busca incentivar e

expandir a adoção desses sistemas de produção sustentáveis que assegurem a diminuição de GEE e elevem simultaneamente a renda dos produtores (BRASIL, 2012).

Assim, com toda sua evolução histórica e adequação à realidade atual, pela sua alta produtividade e por possibilitarem a conservação dos recursos naturais, os Sistemas Agroflorestais se mostram uma importante ferramenta para a agricultura familiar e para o desenvolvimento rural sustentável.

2.2.2 Classificação

De acordo com Nair (1989), os sistemas agroflorestais podem ser classificados com base nos seus aspectos estruturais, funcionais, socioeconômicos e ecológicos. Estruturalmente, deve-se considerar a mistura espacial, a estratificação vertical e o arranjo temporal dos componentes. Funcionalmente, a classificação dependerá da função do sistema, seja de produção ou de serviço.

Em relação a natureza econômica, os SAFs podem diferir quanto às escalas de manejo e objetivos comerciais. E ecologicamente, pode-se definir em relação às regiões ecológicas. O autor afirma ainda que estas classificações não são independentes e, para propiciar compreensão, são divididas da seguinte forma:

2.2.2.1 Quanto a estrutura:

Sistema Agrossilvicultural ou Silviagrícola - quando ocorre a combinação de uma ou mais espécies florestais com culturas agrícolas anuais ou perenes; Sistema Silvipastoril - quando ocorre a combinação de pastagens e animais com uma ou mais espécies arbóreas; ou Sistema Agrossilvipastoril - quando ocorre a associação de animais com cultivos agrícolas e árvores ou arbustos numa mesma área.

2.2.2.2 Quanto ao arranjo dos componentes:

A estrutura básica do sistema agroflorestal é formada por espécies (componentes) e sua disposição no terreno (arranjo). Nesse sentido, de acordo com o Senar (2017) a classificação quanto aos arranjos e componentes se divide em duas categorias, “arranjo no espaço”, considerando a disposição dos componentes na área, e “arranjo no tempo”, considerando o tempo em que os componentes arranjados se combinam. Assim sendo:

2.2.2.2.1 Arranjo no espaço:

Sistemas Contínuos – quando há uma espécie principal, plantada de forma contínua, e outra espalhada pela área, com a função de prestar serviços (como sombreamento, adubação e fonte complementar de renda); Sistemas Zonais – quando são plantadas fileiras de um determinado componente alternadas com fileiras de outro; ou Sistemas Mistos – quando há uma mistura de componentes dispostos na área (quintais agroflorestais, pomares, sistemas agroflorestais sucessionais).

2.2.2.2.2 Arranjo no tempo:

Sistemas Sequenciais – quando cultivos agrícolas anuais e as plantações de árvores se sucedem no tempo; ou Sistemas Simultâneos e Complementares – quando há uma integração simultânea e contínua de cultivos anuais e perenes e pecuária.

2.2.2.3 Quanto à função:

Sistemas com Função Produtiva – quando objetivam apenas a produção de alimentos e/ou outros itens; ou Sistemas com Função de Serviço – quando objetivam o melhoramento e/ou a conservação de uma determinada área. Na maioria das vezes os SAFs apresentam as duas funções, por possuírem componentes com múltiplas finalidades. Assim, deve-se classificar de acordo com a função de maior prevalência.

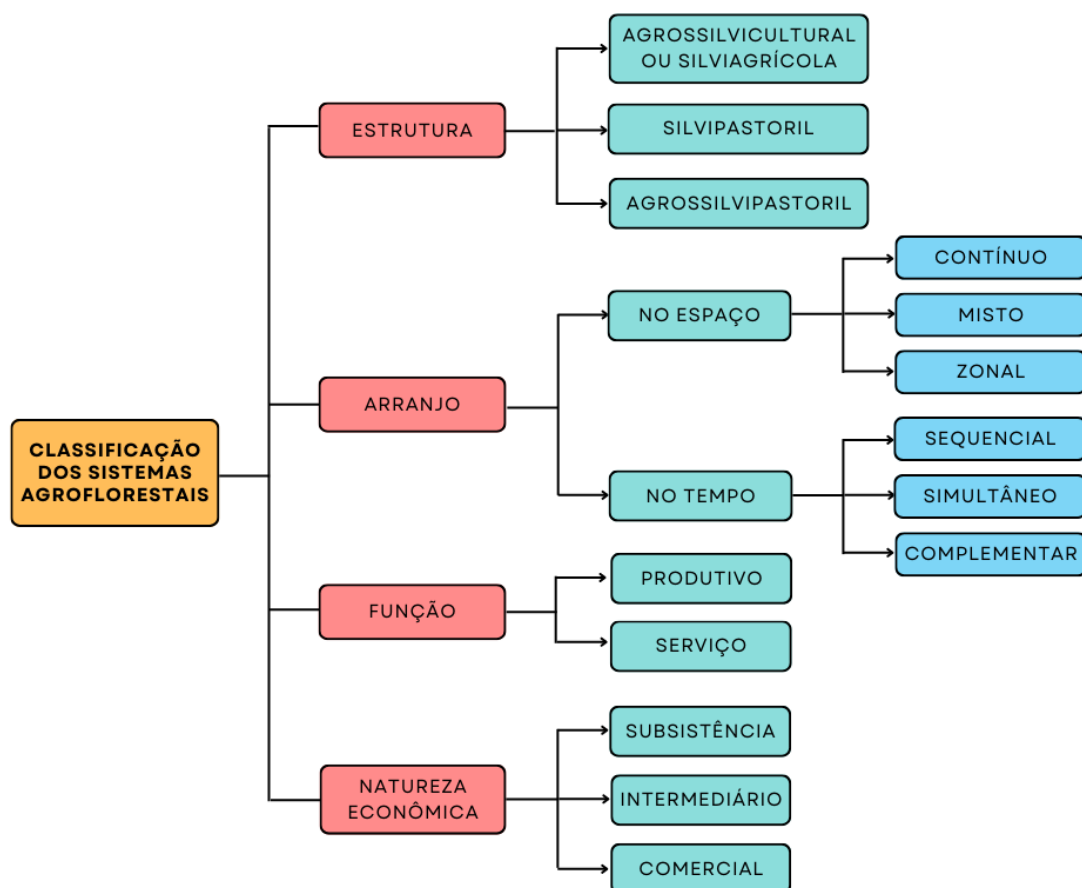
2.2.2.4 Quanto à natureza ecológica:

Para essa classificação considera-se a localização geográfica, a situação topográfica e a complexidade biológica. Baseia-se na zona agroecológica do sistema (trópico úmido, trópico semiárido).

2.2.2.5 Quanto a natureza econômica:

Sistemas Comerciais – quando um produto para venda representa o principal ganho econômico; Sistemas de Subsistência – quando o objetivo principal é suprir as necessidades básicas da família; ou Sistemas Intermediários – os que fazem intermédio entre os dois citados anteriormente, ou seja, que possuem os dois usos.

Figura 3. Organograma de Classificação dos Sistemas Agroflorestais



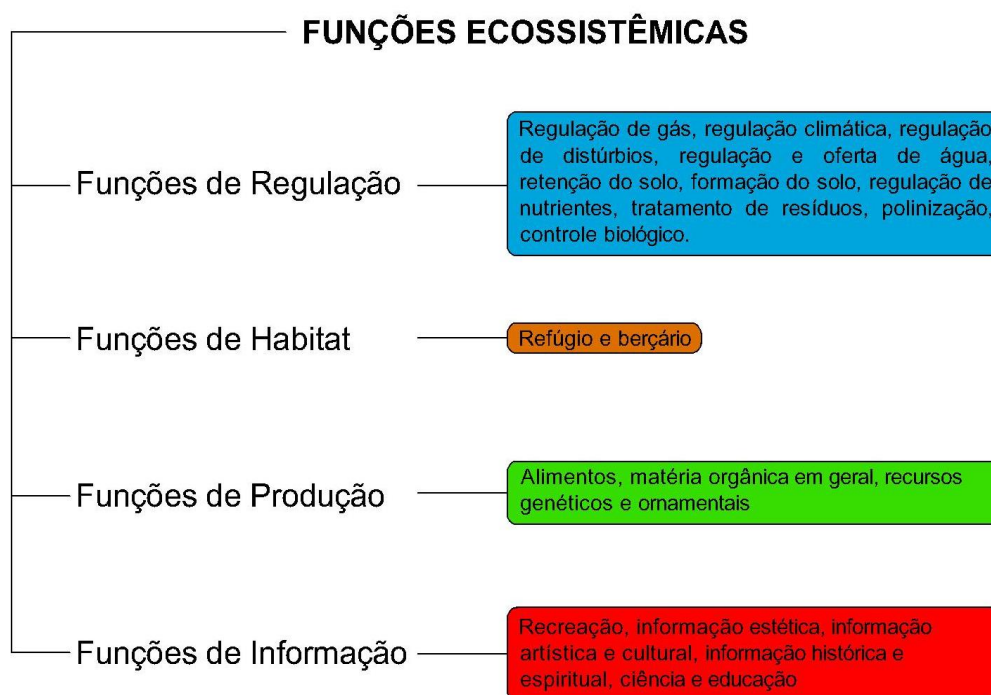
Fonte: Adaptado pelo autor, baseado na classificação de Nair (1989)

2.3 Serviços ecossistêmicos ofertados por SAFs

A CDB define um ecossistema como um complexo dinâmico de comunidades de plantas, animais e microrganismos e seus elementos não-vivos, interagindo como uma unidade funcional. Essas interações entre os elementos de um ecossistema são chamadas de funções ecossistêmicas. Essas funções geram serviços ecossistêmicos, quando os processos naturais de suas interações propiciam benefícios para os seres humanos (MMA, 2020).

As funções ecossistêmicas são categorizadas em quatro tipos (Figura 4). Funções de regulação estão relacionadas à capacidade dos ecossistemas regularem processos ecológicos essenciais de suporte à vida, através de ciclos biogeoquímicos. As funções de habitat são essenciais para a conservação biológica e genética. As funções de produção estão ligadas à capacidade dos ecossistemas fornecerem alimentos para o consumo humano. E as funções de informação relacionam-se à capacidade dos ecossistemas naturais contribuírem para a manutenção da saúde humana (TÔSTO, 2013).

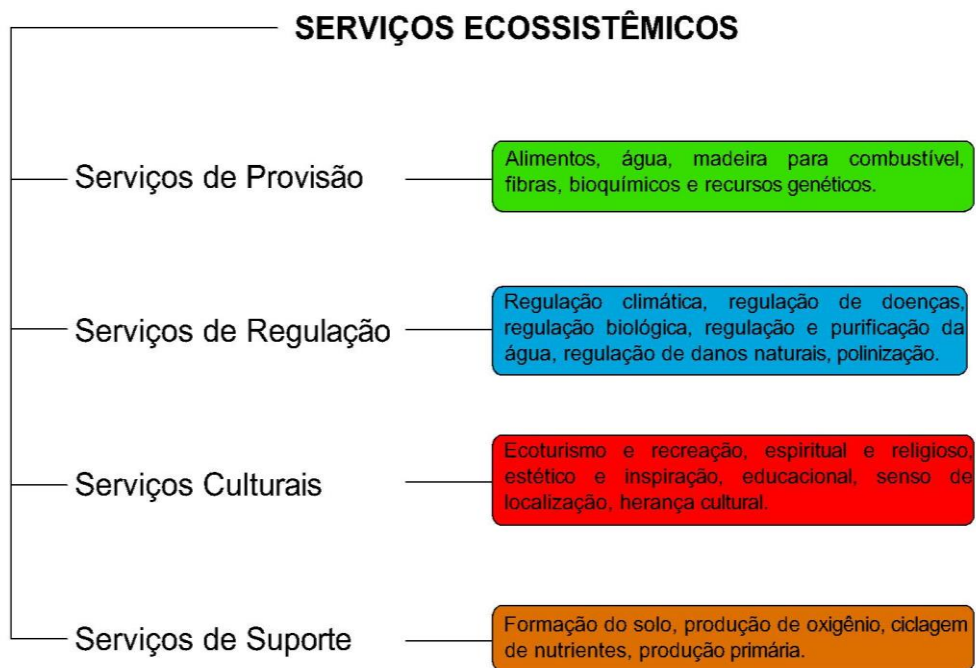
Figura 4. Categorias das Funções Ecossistêmicas



Fonte: Adaptado de De Groot et al. (2002 apud ANDRADE; ROMEIRO, 2009).

Os serviços ecossistêmicos também são classificados em quatro categorias (Figura 5), de acordo com a AEM, publicada em 2005: serviços de provisão, regulação, culturais e de suporte.

Figura 5. Categorias dos Serviços Ecossistêmicos



Fonte: Adaptado de De Groot et al. (2002 apud ANDRADE; ROMEIRO, 2009).

A agricultura está diretamente relacionada aos serviços ecossistêmicos. Seu processo histórico de expansão no Brasil ocorreu à custa da supressão da vegetação nativa de grandes áreas sob os diversos biomas. Isso ocasionou, em certa medida, o comprometimento dos serviços ecossistêmicos e a perda de biodiversidade (FERRAZ et al., 2019).

Além disso, ao privilegiar a produção contínua de poucas espécies de plantas, os sistemas agrícolas convencionais impõem alterações funcionais ao meio ambiente (MAINSTREAM ING..., 2017). A principal, dentre essas alterações, é a mudança de uso da terra, que resulta na perda direta de habitats, levando à redução ou extinção de diversas espécies de plantas e animais que compõem e mantêm as funções ecológicas dos sistemas naturais (FAO, 2019).

Na medida em que se intensifica a agricultura, com enfoque somente no aumento da produção, afeta extremamente diversos processos físicos, biológicos e químicos que atuam em importantes serviços ecossistêmicos. Destacam-se, entre esses processos, o ciclo do carbono, a regulação climática e hidrológica, a reciclagem de matéria orgânica, a ciclagem dos nutrientes e o controle de pragas (POWER, 2010).

Ademais, a degradação dos sistemas edáficos, causada pela prática de sistemas agrícolas não sustentáveis, também comprometem relevantes serviços ecossistêmicos. A lavração dos solos em excesso, a falta de cobertura vegetal e o superpastoreio podem resultar no aumento de processos erosivos, levando a perda dos solos agricultáveis (FERRAZ et al., 2019).

Em contraponto, apesar dos efeitos negativos que a agricultura pode causar sobre os serviços ecossistêmicos, ela também é produtora de alguns desses serviços. O primordial e mais evidente, dentre eles, é a provisão de alimentos, combustíveis e outros bens primários. Mas, a agricultura também produz outros serviços de forma indireta, relacionados a água, carbono, solo e clima (FISHER et al., 2009). Contudo, o potencial de prestação desses serviços depende do tipo de sistema de manejo utilizado e das propriedades do ambiente.

Os SAFs, sendo sistemas de manejo sustentáveis e possuindo diferentes estratos ou andares vegetais, onde as árvores e/ou arbustos são considerados elementos estruturais básicos para sua estabilidade, buscam recriar condições presentes nos ambientes naturais, de modo a promover a oferta dos principais serviços ecossistêmicos presentes em sistemas não antropizados (VASCONCELLOS; BELTRÃO, 2018).

Dessa forma, o Quadro 2 elenca os principais serviços ecossistêmicos prestados por SAFs e as funções e benefícios com os quais se relacionam, baseado em diversos estudos de avaliação desses sistemas. Destaca-se que a imensa maioria dos serviços prestados pelos SAFs estão diretamente ligados à manutenção ou melhoria da capacidade produtiva do solo.

Quadro 2. Principais serviços ecossistêmicos encontrados em Sistemas Agroflorestais

	SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS	FUNÇÕES ECOSSISTÊMICAS	BENEFÍCIOS
PROVISÃO	Suprimento de matérias-primas	Provisão para crescimento de plantas	Madeira para venda, construção e bioenergia
	Manutenção da fertilidade do solo	Armazenamento, processamento e transferência de nutrientes	Solo de boa qualidade
REGULAÇÃO	Regulação climática	Sequestro de C e balanço de gases atmosféricos	Regulação de GEE
	Controle de erosão	Incremento de agregados edáficos	Manutenção de nutrientes do solo
	Regulação hídrica	Ciclo hidrológico, regime de chuvas, aumento da umidade local e regional	Manutenção dos regimes de chuvas
HABITAT	Proteção genética	Manutenção da biodiversidade	Manutenção da qualidade da macro e microfauna
CULTURAL	Desenvolvimento cognitivo	Conhecimento hereditário de espécies com propriedades medicinais	Diminuição de gastos com medicação

Fonte: Adaptado de Vasconcellos e Beltrão (2018).

Os SAFs proporcionam uma grande diversidade de produtos para uso comercial ou consumo doméstico. Além disso, podem conservar o solo mantendo a sua fertilidade através da fixação de nitrogênio e da ciclagem de nutrientes. Para isso, incrementam a matéria orgânica através da queda de folhas (serapilheira), da decomposição de raízes e biomassa de podas das árvores e resíduos da colheita. Também auxiliam no melhoramento da porosidade do solo e na redução dos processos de erosão (RODRIGUEZ, 2015).

A conservação da água (quantidade e qualidade) nos SAFs é possível pela presença das árvores, que influenciam no ciclo hidrológico, na transpiração e retenção da água no solo, reduzindo o escoamento e aumentando a infiltração (NICODEMO, 2011).

Esses sistemas podem desempenhar, ainda, uma função importante na conservação da biodiversidade, evitando o desmatamento e reduzindo a

pressão sobre as florestas nativas ao prover recursos lenhosos. Eles provêm habitat e alimentos para muitas espécies de animais e plantas dependentes da floresta que não sobreviveriam em uma paisagem puramente agrícola (RODRIGUEZ, 2015).

Os SAFs geram benefícios para toda a sociedade e garantem a qualidade de vida dos produtores rurais. Entretanto, para que eles produzam serviços ecossistêmicos em quantidades adequadas para sua própria sustentação, é necessário um bom planejamento quanto às espécies a serem utilizadas, que devem ser apropriadas ao clima local, além de também ser necessária uma alta densidade e diversidade de plantas.

Com relação a nomenclatura desses serviços, segundo o MMA (2020) alguns autores e instituições se referem aos serviços ecossistêmicos como sinônimos de serviços ambientais. Entretanto, recentemente os especialistas têm os distinguido. De acordo com a Lei 14.119/21, os serviços ambientais são as atividades humanas que contribuem para a manutenção, recuperação e melhoria dos serviços ecossistêmicos.

Em outras palavras, serviços ecossistêmicos são aqueles prestados pela natureza e serviços ambientais são as atividades humanas que favorecem a manutenção dos serviços ecossistêmicos, como, por exemplo, o manejo dos sistemas agroflorestais.

Por fim, é importante destacar que esses “serviços ambientais” prestados só passaram a ser considerados e valorados no Brasil recentemente, a partir da publicação da Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais, sancionada em 13 de janeiro de 2021.

2.4 O potencial de utilização dos SAFs na Caatinga

Em virtude da fragilidade da região semiárida à exploração irracional, seu uso sustentável deve ser feito por meio de sistemas de produção diversificados, integrados, energeticamente equilibrados, ecologicamente coerentes e viáveis, tanto nas questões econômicas quanto sociais (ARAÚJO FILHO et al., 2010 apud MELO et al., 2016).

Desse modo, SAFs praticados na Caatinga, são uma estratégia muito eficiente para conciliar produção de alimentos e a proteção do bioma (GONÇALVES et al., 2016). Esses sistemas apresentam-se como forma alternativa de produção sustentável e geração de renda na região, para uma população desprovida de alternativas viáveis e com acesso aos recursos florestais (PAREYN, 2010).

O papel dos SAFs na conservação da biodiversidade, principalmente, de espécies ameaçadas de extinção, é inquestionável. Além de abrigar plantas endêmicas, ou seja, que são originárias do bioma, esses sistemas auxiliam, também, na conservação de espécies de pássaros e até de pequenos mamíferos, pois fornecem refúgio, alimentos e funcionam ainda como corredores ecológicos entre fragmentos de vegetação (GONÇALVES et al., 2016).

Outra função muito importante dos SAFs, associada à soberania e à segurança alimentar e nutricional, é a produção de uma grande variedade de alimentos. Um SAF contendo diversas espécies de plantas pode ser uma garantia de fornecimento de alimentos durante todo o ano.

Os SAFs ainda possibilitam benefícios sociais como a participação de toda a família no manejo, o que promove o aumento do sentimento dos agricultores pelas áreas. Nesse contexto, um bom exemplo são os quintais agroflorestais, comuns em todo o País e, predominantemente, implementados e manejados pelas mulheres, além de ser uma fonte segura de alimentos, também produzem ervas, temperos e até mesmo fitoterápicos (GONÇALVES et al., 2016).

Os SAFs propiciam a preservação do meio ambiente e a melhoria dos problemas sociais da região. Os principais beneficiários diretos desta tecnologia são os pequenos e médios agricultores que residem nessas áreas. Mas, indiretamente, toda a sociedade é beneficiada, pois a disseminação dessas práticas tende a diminuir os impactos negativos que a agropecuária convencional ocasiona ao meio ambiente (MARTINS et al., 2009).

Nesse sentido, o Quadro 3 lista alguns dos benefícios econômicos e sociais que esses sistemas podem oferecer para regiões como o semiárido.

Quadro 3. Principais benefícios econômicos e sociais dos Sistemas Agroflorestais

BENEFÍCIOS DOS SAFs	
ECONÔMICOS:	SOCIAIS:
Produção de alimentos, madeira, energia, plantas medicinais, forragem, mel, matéria-prima para artesanatos, etc.	Soberania e segurança alimentar e nutricional.
Aumento da eficiência no uso dos fatores de produção (água, luz, nutrientes).	Melhor qualidade de trabalho e de vida.
Otimização do uso do espaço.	Fortalecimento da organização social e da união, contribuindo com a consolidação de laços comunitários.
Redução do risco econômico, pois é menos sensível a variações negativas de preço e climáticas.	
Geração e diversificação de renda.	Beleza cênica, propiciando possibilidades de lazer e aumentando o bem estar humano.
Mão de obra melhor distribuída ao longo do ano.	
Manutenção e melhoria do rendimento (aumento da produção) ao longo do tempo.	Promoção do resgate de saberes tradicionais.
Menor suscetibilidade a pragas e doenças nos cultivos, resultando em menos perdas na produção.	Aumento do sentimento de pertencimento do agricultor com a área restaurada.

Fonte: Adaptado de Miccolis et al. (2016)

Diante do exposto, percebe-se que os SAFs vão além dos aspectos produtivos, articulam aspectos econômicos, sociais, culturais, políticos e ambientais, bem como buscam influenciar o consumo responsável de alimentos favorecendo a saúde dos consumidores e dos produtores (NEVES, 2015).

Todavia, apesar dos diversos benefícios ofertados por SAFs, a utilização desses sistemas ainda é pouco difundida na Caatinga, principalmente aos pequenos produtores, que muitas vezes possuem dificuldades na adoção devido a restrições associadas à problemas como

mão-de-obra, custos, noções de gestão e manejo da área de produção (LUCENA, 2019). Há ainda a falta de capacitação de técnicos em ATER e a falta de metodologias participativas junto aos agricultores familiares.

Além disso, os SAFs são naturalmente complexos e necessitam de uma abordagem multidisciplinar, pois, dadas às diferenças regionais de clima e solo e a enorme variedade de plantas aptas a fazerem parte desses sistemas associadas a uma grande escala de diferentes combinações espaciais e temporais, torna-se praticamente impossível estabelecer regras rígidas e prontas para sua implantação (RIGHI, 2015).

Contudo, mesmo com as limitações identificadas na região, como o clima, a hidrografia e os problemas estruturais, com base nos referenciais científicos consultados e a quantidade de benefícios encontrados, os SAFs se mostram uma tecnologia com grande potencial de utilização na Caatinga.

3. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e bem-estar humano.** IE/UNICAMP n. 155, 2009.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. [et al.]. **Atlas Climatológico do Estado do Piauí.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004.
- ASSOCIAÇÃO CAATINGA. **Bioma Caatinga.** (s. d.). Disponível em: <<https://www.acaatinga.org.br/sobre-a-caatinga/>>. Acesso em: 09 jun. 2021.
- BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A. O. de; STONE, L. F. **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF).** Brasília, DF: Embrapa, 130p. 2011.
- BARROS, J. D. S.; PORDEUS, A. V. **Agricultura no semiárido brasileiro: desafios e potencialidades na adoção de práticas agrícolas sustentáveis.** Anais I CONIDIS, Campina Grande: Realize Editora, 2016. Disponível em: <<http://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/23426>>. Acesso em: 05 mai. 2021.
- BIOMA CAATINGA. **Associação Caatinga.** Disponível em: <<https://www.acaatinga.org.br/sobre-a-caatinga/>>. Acesso em: 30 jun. 2021.
- BRASIL. **Lei 14.119, de 13 de janeiro de 2021.** Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.119-de-13-de-janeiro-de-2021-298899394>>. Acesso em: 02 jun. 2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) /** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. – Brasília: MAPA/ACS, 2012.173 p
- CAATINGA. **Instituto Sociedade População e Natureza – ISPN, 2018.** Disponível em: <<https://ispn.org.br/biomas/caatinga/>>. Acesso em: 05 mai. 2021.
- CAMACAM, B. L. M.; MESSIAS, C. M. B. de O. Food potential of fruits and plants of the caatinga: integrative review. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 9, p. e39911931997, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i9.31997. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31997>. Acesso em: 8 nov. 2022.
- CORREIA, R. C. [et al.] **A região semiárida brasileira.** Voltolini, T. V. (Ed.). Produção de caprinos e ovinos no Semiárido, p. 21-48. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54762/1/01-A-regiao-semiarida-brasileira.pdf-18-12-2011.pdf>>. Acesso em: 13 mai. 2021.

COSTA, J. L. [et al.] **Pressupostos teóricos metodológicos nos estudos da caatinga piauiense**. Revista Eletrônica de Geografia, v.7, n.19, p. 116-127, jun. 2016.

FAO. **Water for sustainable food and agriculture**: a report produced for the G20 presidency of Germany. Rome, 2017. 27 p

FERRAZ, R. P. D. [et al.] **Marco referencial em serviços ecossistêmicos**. editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2019.160 p.

FISHER, B. [et al.] Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological economics**, v. 68, n. 3, p. 643-653, Jan. 2009.

FREIRE, N. C. F. [et al]. **Atlas das caatingas** - o único bioma exclusivamente brasileiro. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2018.

GONÇALVES, A. L. R. [et al]. **Sistemas agroflorestais no Semiárido brasileiro**: estratégias para combate à desertificação e enfrentamento às mudanças climáticas. Recife: Centro Sabiá/ Caatinga, 2016. 136 p.

GUARÇONI, A. [et al]. Manejo da fertilidade do solo para uma produção agropecuária mais sustentável. **Incaper em Revista**, Vitória, v. 10, p. 22-42, 2019. ISSN 2179-5304

IBGE. **Biomass Continentais do Brasil**: Continental Biomes of Brazil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, s. d. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/images/pdf/vamoscontar/texto_biomass.pdf> Acesso em: 12 mai. 2021.

IWATA, B. F. **Adição de resíduos orgânicos em um argissolo sob sistema agroflorestal no semiárido cearense**. 2015. 92 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

LUCENA, L. A. **Agroflorestar**: utilização de desenho e diagnóstico para potencializar a produtividade e sustentabilidade de um sistema agroflorestal em Igarassu – PE / Luiza de Almeida Lucena. - 2019. 76 f.

MAIA, S. M. F. [et al.] **Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semiárido cearense**. Sociedade de Investigações Florestais, v.30, n.5, p.837-848, 2006.

MAINSTREAMING **agrobiodiversity in sustainable food systems**: scientific foundations for an agrobiodiversity index. Rome: Bioversity International, 2017. Disponível em: <https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/user_upload/online_library/Mainstreaming_Agrobiodiversity/Mainstreaming_Agrobiodiversity_Sustainable_Food_Systems_WEB.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2021.

MICCOLIS, A. [et al.]. **Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais**: como conciliar conservação com produção. Opções para Cerrado e Caatinga / Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN/Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal – ICRAF, 2016.

MEDEIROS, R. M. Classificação climática de Koppen para o Estado do Piauí – Brasil. *Revista Equador (UFPI)*, Vol. 9, Nº 3, p.82 – 99, 2020.

MELO et al. **A importância dos sistemas agroflorestais para a região da caatinga**. INTESA – Informativo Técnico do Semiárido (Pombal - PB), v 10, n 2, p. 10-15, Jul- dez, 2016.

MOURA, M.S.B. [et al.] **Aspectos meteorológicos do Semiárido brasileiro**. In: *Tecnologias de convivência com o semiárido brasileiro*. 1ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2019. p. 85-104.

NAIR, P.K.R., ed. **Classification of agroforestry systems**. In: NAIR, P.K.R., ed. *Agroforestry systems in the tropics*. London: Kluwer Academic Pub., 1989a. p.39-52.

NAIR, P.K.R. **Introduction to Agroforestry**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 1993.

NAIR, P. K. R. **Agroecosystem management in the 21st century**: it is time for a paradigm shift. *Journal of Tropical Agriculture*, v. 46, p.1-12, 2008.

NEVES, P. D. M. **Sistemas agroflorestais como fomento para a segurança alimentar e nutricional**. *Cadernos da Disciplina Sistemas Agroflorestais*. p. 87-106. Piracicaba, 2015.

NICODEMO, M. L. F. **Dinâmica da água em sistemas agroflorestais**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2011. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiO36mkz87xAhVJH7kGHc4ZBDgQFjABegQIBhAD&url=https%3A%2F%2Fwww.infoteca.cnptia.embrapa.br%2Fbitstream%2Fdoc%2F909003%2F1%2FPROC12011.00207.pdf&usg=AOvVaw2mLVL-8J_W1zEZsAcXVHjV>. Acesso em: 30 jun. 2021.

PAIVA, C. D. G. [et al]. **Fitossociologia da caatinga na Floresta Nacional de Açu, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil, e entorno**: diversidade e biogeografia do componente lenhoso. *Hoehnea* 48: e222020, 2021.

PALUDO, R.; COSTABEBER J. A. **Sistemas agroflorestais como estratégia de desenvolvimento rural em diferentes biomas brasileiros**. *Revista Brasileira de Agroecologia*, p. 63-76, 2012. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/10050/8619>>. Acesso em: 17 mai. 2021.

PAREYN, Frans.G.C. A importância da produção não-madeira na Caatinga. In: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: SFB, 2010.

Plano ABC. **Ministério do Meio Ambiente** - MMA, 2016. Disponível em: <<http://redd.mma.gov.br/pt/acompanhamento-e-a-analise-de-impacto-das-politicas-publicas/plano-abc>>. Acesso em: 17 mai. 2021.

POWER, A. G. **Ecosystem services and agriculture**: tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: biological sciences*, v. 365, n. 1554, p. 2959-2971, Sept. 2010.

RAMOS, H. M. N.; MATOS, G. C. B. **Sistemas Agroflorestais**. Rochagem e remineração de solos, 39 p. – Belém, 2020.

RIGHI, C. A. **Sistemas Agroflorestais**: definição e perspectivas. *Cadernos da Disciplina Sistemas Agroflorestais*. p. 7-12. Piracicaba, 2015.

RODRIGUEZ, C. A. S.; **Serviços ambientais em sistemas agroflorestais**. *Cadernos da Disciplina Sistemas Agroflorestais*. p. 44-62. Piracicaba, 2015.

SENA, L. M. N. **Conheça e Conserve a Caatinga** – O Bioma Caatinga. Vol. 1. Fortaleza: Associação Caatinga, 2011. 54p.

SENAR. **Sistemas Agroflorestais (SAFs)**: Conceitos e práticas para implementação no bioma amazônico. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), 140 p. – 1 ed. Brasília: SENAR, 2017.

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS. **Ministério do Meio Ambiente** - MMA, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/servicosambientais/ecossistemas-1/conservacao-1/servicos-ecossistemicos/servicos-ecossistemicos-1>> Acesso em: 28 jun. 2021.

SILVA, A. P. [et al.] **Manejo e conservação do solo em agrossistemas familiares do bioma caatinga**. In: Solos sustentáveis para a agricultura no Nordeste – Editores Técnicos Embrapa. p315-374 Brasília, DF: 2021.

SILVA, J. M. C. [et al.] **Caatinga**: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade. *Revista Ciência e Cultura*, vol.70 no.4 São Paulo, 2018.

SOUSA, V. R.; HONÓRIO, M. S. **Da degradação a preservação**: o papel da educação ambiental na sustentabilidade da caatinga. *Revista brasileira de Direito e Gestão Pública* p. 932-946 Paraíba, 2020.

TÔSTO, S. G. **Funções ecossistêmicas e serviços ecossistêmicos**. *Revista Opiniões*, 2013. Disponível em: <<https://florestal.revistaopinioes.com.br/revista/detalhes/10-funcoes-ecossistemicas-e-servicos-ecossistemico/>> Acesso em: 01 jun. 2021.

VASCONCELLOS, R. C. [et al.] Identification of ecosystem services in agricultural production: a study in agroforestry systems. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 10, 2020. Disponível em: <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/9268>. Acesso em: 28 jun. 2021.

VASCONCELLOS, R. C.; BELTRÃO, N. E. S. **Avaliação de prestação de serviços ecossistêmicos em sistemas agroflorestais através de indicadores ambientais**. *Revista Interações*, Campo Grande, MS, v. 19, n. 1, p. 209-220, 2018.

4. CAPÍTULO 1: SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS EM AGROFLORESTAS SOB DIFERENTES COMPOSIÇÕES E ESTRUTURAS NA CAATINGA

4.1 RESUMO

A supressão vegetal, as monoculturas, o uso de agroquímicos, as queimadas e outras atividades consideradas comuns à agricultura convencional têm impactado negativamente a oferta dos serviços ecossistêmicos. Esses serviços são definidos como benefícios que os seres humanos obtêm dos ecossistemas, a falta deles gera impactos à saúde humana, a economia e ao funcionamento da sociedade. Diante disso, formas sustentáveis de uso do solo, como os sistemas agroflorestais, que possuem uma diversidade de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas com arranjos variados, são considerados essenciais para a proteção e manutenção dos serviços ecossistêmicos. Tendo isso em vista, o objetivo desta pesquisa foi apresentar os principais componentes e arranjos utilizados em sistemas agroflorestais praticados no bioma caatinga, assim como os principais serviços ecossistêmicos prestados por esses sistemas. Foram estudados sete sistemas agroflorestais localizados nos municípios de Tianguá e Viçosa, no Estado do Ceará. Os dados foram levantados através de visitas de campo e posteriormente foram analisados e discutidos com o auxílio da literatura. Os sistemas foram classificados estruturalmente como silviagrícolas, silvipastoris e agrossilvipastoris. Foram encontrados arranjos espaciais dos tipos zonais, mistos e contínuos, sendo todos simultâneos em relação ao tempo. Todos são sistemas produtivos e a maior parte deles tem natureza econômica de subsistência. Identificou-se uma ampla diversidade de espécies vegetais, com diferentes hábitos, portes e funções arranjadas em cada área. Com isso, constatou-se que os serviços ecossistêmicos mais amplamente ofertados pelas espécies implantadas nos sistemas são os de provisão e regulação, muito embora, também se encontra a oferta de serviços de suporte e culturais.

Palavras-chave: Arranjos agroflorestais; Espécies provedoras; Benefícios ambientais.

4.2 INTRODUÇÃO

Os recursos naturais vêm sofrendo uma acelerada degradação nos últimos tempos, decorrente das atividades de manejo inadequado do solo, da água e da cobertura vegetal (EMBRAPA, s.d.). Os ecossistemas estão sendo afetados negativamente pelas atividades intensas de agricultura e pecuária praticadas de forma convencional, através de desmatamentos, uso de agroquímicos, entre outros.

Os impactos resultantes dessas práticas comprometem o funcionamento e a regulação natural do meio ambiente, assim, comprometendo também a capacidade de fornecimento dos serviços ecossistêmicos para as presentes e futuras gerações (AZEVEDO, 2018). Esses serviços são vitais para o bem-estar humano e para as atividades econômicas (MMA, 2020) e são entendidos como processos naturais dos ecossistemas que produzem benefícios para a vida humana.

Nesse cenário, os sistemas agroflorestais vêm sendo apontados como sistemas alternativos de uso agrícola do solo, por apresentarem alta capacidade de aumentar o nível de sustentabilidade dos agroecossistemas. Eles possuem diferentes estratos vegetais, recriam condições presentes nos ambientes naturais e assim promovem a oferta dos principais serviços ecossistêmicos (VASCONCELLOS; BELTRÃO, 2018).

Entretanto, existe uma ampla variedade de arranjos de sistemas agroflorestais, que vão desde os mais simples, em que são utilizadas combinações de espécies para o melhor aproveitamento de produtos, insumos e mão de obra, até os extremamente complexos, que possuem alta biodiversidade e intensas práticas de manejo (AGROINSIGHT, 2021).

Em vista disso, esta pesquisa objetiva apresentar os principais componentes (espécies vegetais) e arranjos (formas de disposição espacial e temporal) utilizados nos sistemas agroflorestais praticados no bioma caatinga, assim como os principais serviços ecossistêmicos prestados por esses sistemas.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

4.3.1 Tipo de pesquisa

Esta pesquisa, de natureza descritiva, faz uso do método científico indutivo. É classificada como quali-quantitativa, com relação às abordagens metodológicas. Além disso, faz uso de fontes primárias (observação em campo) e secundárias (dados bibliográficos) de estudo, assim, sendo caracterizada, quanto às técnicas e procedimentos, como pesquisa de campo e bibliográfica.

4.3.2 Caracterização da área de estudo

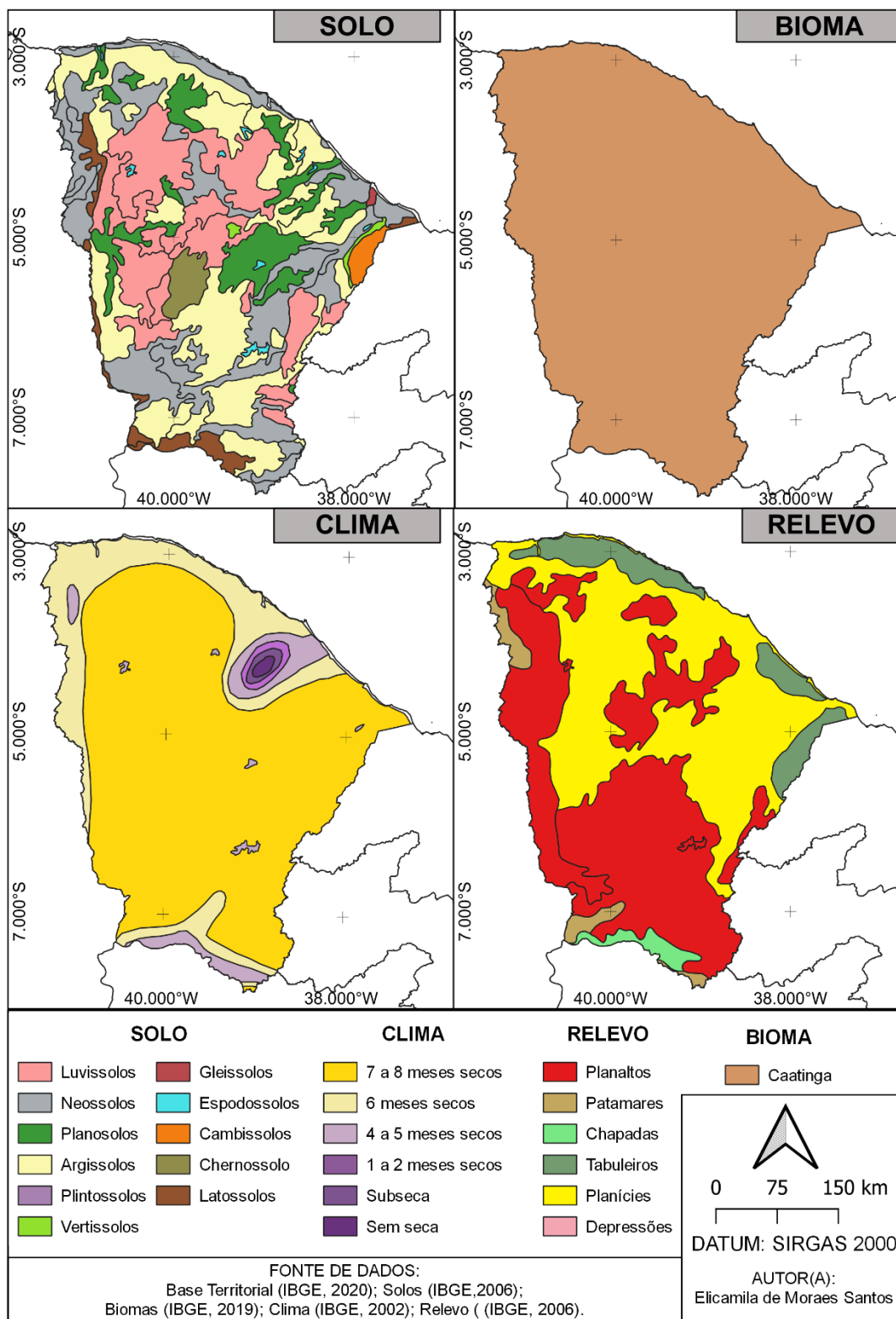
As áreas estudadas foram 7 (sete) SAFs localizados sob o bioma Caatinga, no Estado do Ceará. Destaca-se que a Caatinga ocupa uma área de 844.453km², o que corresponde a cerca de 10% do território nacional, e que o Ceará tem 100% do seu território ocupado pelo bioma (IBGE, 2004).

O clima predominante na Caatinga é o semiárido, marcado por temperaturas médias elevadas, entre 25° e 30°C, e baixa precipitação, entre 400 e 1200 mm anuais (SILVA et al., 2018). O sistema de chuvas divide o ano em dois períodos, chuvoso e seco. O período chuvoso é curto, 3 a 5 meses de duração, geralmente de janeiro a maio, e o período seco ocorre na maior parte do ano, de 7 a 9 meses, entre junho e dezembro (SENA, 2011).

De acordo com o autor supracitado, cerca de metade dos solos da Caatinga são de origem cristalina (tipo de rocha dura e antiga que dificulta a acumulação de água), sendo a outra metade solos sedimentares. Os tipos de solo variam de rasos a profundos, com alta e baixa fertilidade e com texturas argilosas e arenosas. Entretanto, o mais comum é o raso e pedregoso, que apresenta plantas de baixo porte e cactáceas e ocorre nas áreas mais planas.

Devido ao clima da região, que atua como modelador e diferenciador da paisagem, o bioma possui várias formações de relevo como serras, chapadas, planaltos e depressões sertanejas. A Figura 6, a seguir, apresenta um mapa com as principais características mencionadas anteriormente.

Figura 6. Mapa de características predominantes de solo, bioma, clima e relevo do estado do Ceará



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

4.3.2.1 Localização dos Sistemas Agroflorestais

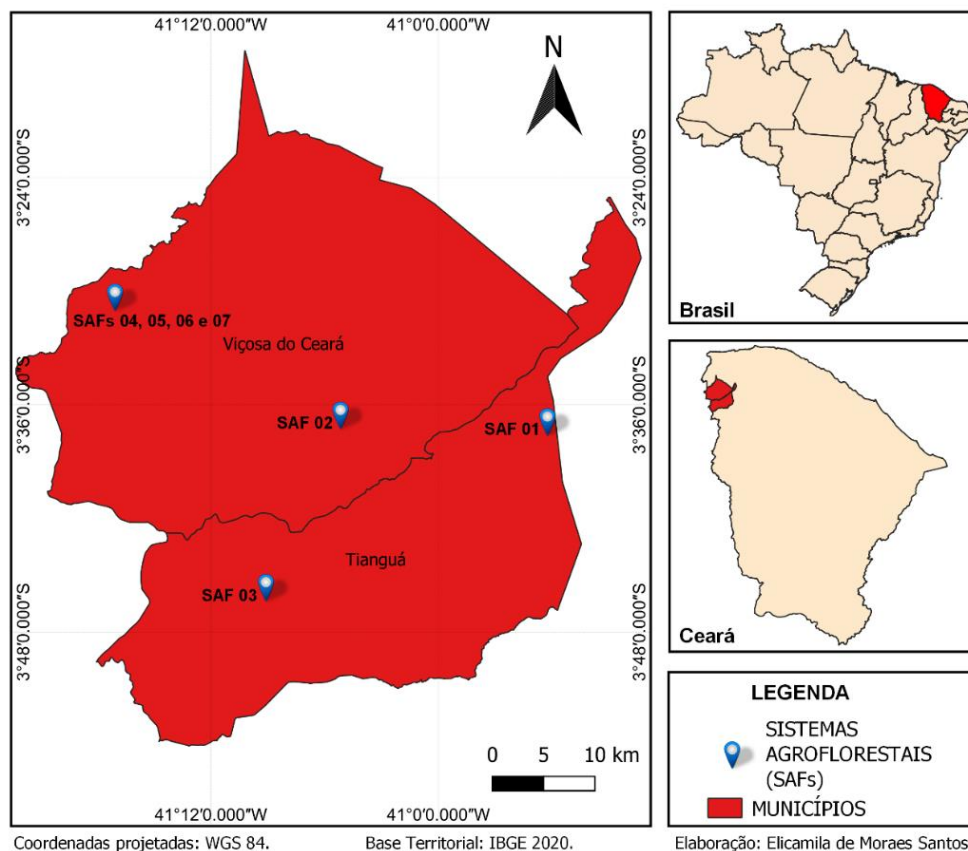
O **SAF 01** localiza-se na comunidade ipê, zona rural do distrito Arapá e o **SAF 03** na Comunidade Areia Branca, ambos no município de Tianguá/CE (3° 43' 56" S / 40° 59' 30 W) sob a mesorregião noroeste cearense. A área da cidade corresponde a 908,89km², tem como relevo a Chapada da Ibiapaba e os tipos de solos encontrados são Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Litólicos, Latossolos, Planossolos e Nitossolos (EMBRAPA, 2006).

A vegetação de Tianguá é do tipo Carrasco, Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-Nebular (Mata Úmida) e Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Mata Seca) (IPECE, 2009). O clima do município, segundo a classificação de Köppen, é “Aw” tropical com inverno seco (MUNIZ, 2017), com período chuvoso de janeiro a maio, precipitação pluvial média de 1.210,3mm e temperaturas médias de 22° a 24° C (IPECE, 2009).

O **SAF 02** localiza-se no Pé da Serra e os **SAFs 04, 05, 06 e 07** na Comunidade Juá dos Vieiras, todos no município de Viçosa do Ceará (3° 33' 44" S / 41° 05' 32" W) também sob a mesorregião noroeste. Ocupando uma área de 1.311,6km², o município tem como relevo os tipos Planalto da Ibiapaba e Depressões Sertanejas e os principais solos encontrados são Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Litólicos, Latossolos, Planossolos e Nitossolos (EMBRAPA, 2006).

Os tipos vegetacionais predominantes em Viçosa do Ceará são Carrasco, Floresta Caducifólia Espinhosa, Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial, Floresta Subcaducifólia Tropical Xeromorfa e Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-Nebular (IPECE, 2017). O clima do município também é classificado, segundo Köppen, como “Aw” clima tropical com inverno seco (MUNIZ, 2017), com período de chuvas de janeiro a abril, temperaturas médias de 22° a 24° C e pluviosidade anual média de 1.349mm (IPECE, 2017).

A Figura 7, a seguir, apresenta a localização dos SAFs, a partir da projeção de suas coordenadas geográficas que foram coletadas, através de um aparelho de GPS portátil, durante as visitas de campo.

Figura 7. Mapa de Localização das Áreas de Estudo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

4.3.3 Descrição dos arranjos e componentes

Para a descrição das áreas agroflorestais, levantou-se os seguintes dados: tamanho da área do SAF, tipos de manejo utilizados, principais produtos utilizados nos manejos, as principais espécies (agrícolas ou não) arranjadas e os tipos de arranjo utilizados.

As espécies arranjadas nos sistemas foram identificadas por agricultores e especialistas através de observação em campo. Durante as visitas, foram anotados os seus nomes populares e após, utilizando a base bibliográfica, identificou-se os devidos nomes científicos, assim como as suas principais características (hábito, origem, porte e funções).

Além disso, cada SAF foi classificado em relação a sua estrutura, ao arranjo no espaço, ao arranjo no tempo e a sua natureza econômica, com base na classificação de Nair (1989).

4.3.4 Identificação dos potenciais serviços ecossistêmicos

Para a determinação do potencial de prestação de serviços ecossistêmicos de cada SAF, utilizou-se como método a identificação das funções ecossistêmicas exercidas por cada uma das espécies arranjadas nos sistemas. A bibliografia foi usada para o levantamento dessas funções, e, a partir desse conhecimento, tornou-se possível descrever os serviços ecossistêmicos que podem ser ofertados pelos SAFs.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.4.1 Classificação dos SAFs praticados na Caatinga

As áreas agroflorestais foram analisadas e classificadas considerando 5 aspectos (estrutura, arranjo no espaço e no tempo, função e natureza econômica), de acordo com a classificação de Nair (1989), conforme Tabela 1, a seguir.

Tabela 1. Classificação dos SAFs praticados na Caatinga

SAF	ESTRUTURA	ARRANJO NO ESPAÇO	ARRANJO NO TEMPO	FUNÇÃO	NATUREZA ECONÔMICA
01	Silviagrícola	Misto	Simultâneo	Produtivo	Subsistência
02	Silviagrícola	Misto	Simultâneo	Produtivo	Intermediário
03	Agrossilvipastoril	Misto	Simultâneo	Produtivo	Subsistência
04	Silviagrícola	Zonal	Simultâneo	Produtivo	Subsistência
05	Silviagrícola	Zonal	Simultâneo	Produtivo	Subsistência
06	Silviagrícola	Zonal	Simultâneo	Produtivo	Subsistência
07	Silvipastoril	Contínuo	Simultâneo	Produtivo	Subsistência

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Com relação a estrutura, 72% dos SAFs são silviagrícolas (unem espécies florestais com culturas anuais ou perenes). Esse tipo de sistema é comumente mais adotado, possivelmente pela diversificação e alta capacidade de produção, que permite ao agricultor o fornecimento de produtos durante o ano inteiro, gerando segurança alimentar para a família.

Por outro lado, os sistemas agrossilvipastoris (consórcio entre espécies florestais, cultivos agrícolas e atividade pecuária) representam uma parcela

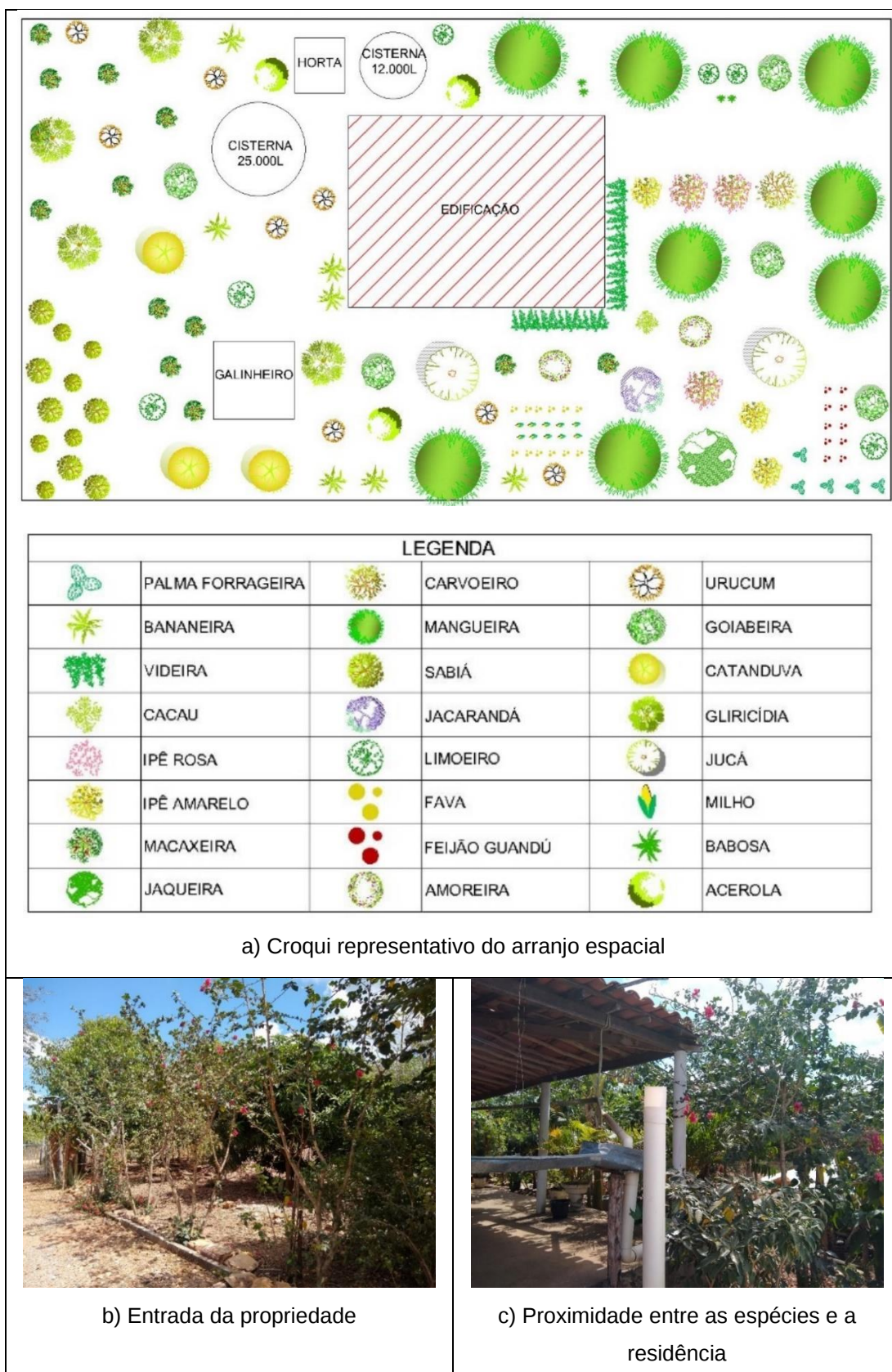
de 14%. Geralmente, SAFs agrossilvipastoris são empregados tendo como objetivo maior a produção de pastagem para os animais, no entanto, o manejo consorciado possibilita ao agricultor a provisão de alimentos e outras matérias-primas para subsistência da família.

Além desses, outros 14% têm estrutura silvipastoril (apresentam espécies florestais consorciadas com pastagens e objetivam a associação com animais). Esse tipo de sistema tem enfoque na pecuária e pode trazer diversos benefícios, dentre eles a não degradação da área de pasto e a promoção de sombreamento para os animais.

Em relação a função, todos os SAFs são produtivos, porém, se diferenciam quanto ao tipo e quantidade de produtos. O SAF 01 produz alimentos e madeira apenas para subsistência da família. O SAF 02 já se trata de uma floresta densa com alto índice de produção, de onde são retirados produtos para o consumo da família, e, nesse caso, os produtos excedentes já são comercializados.

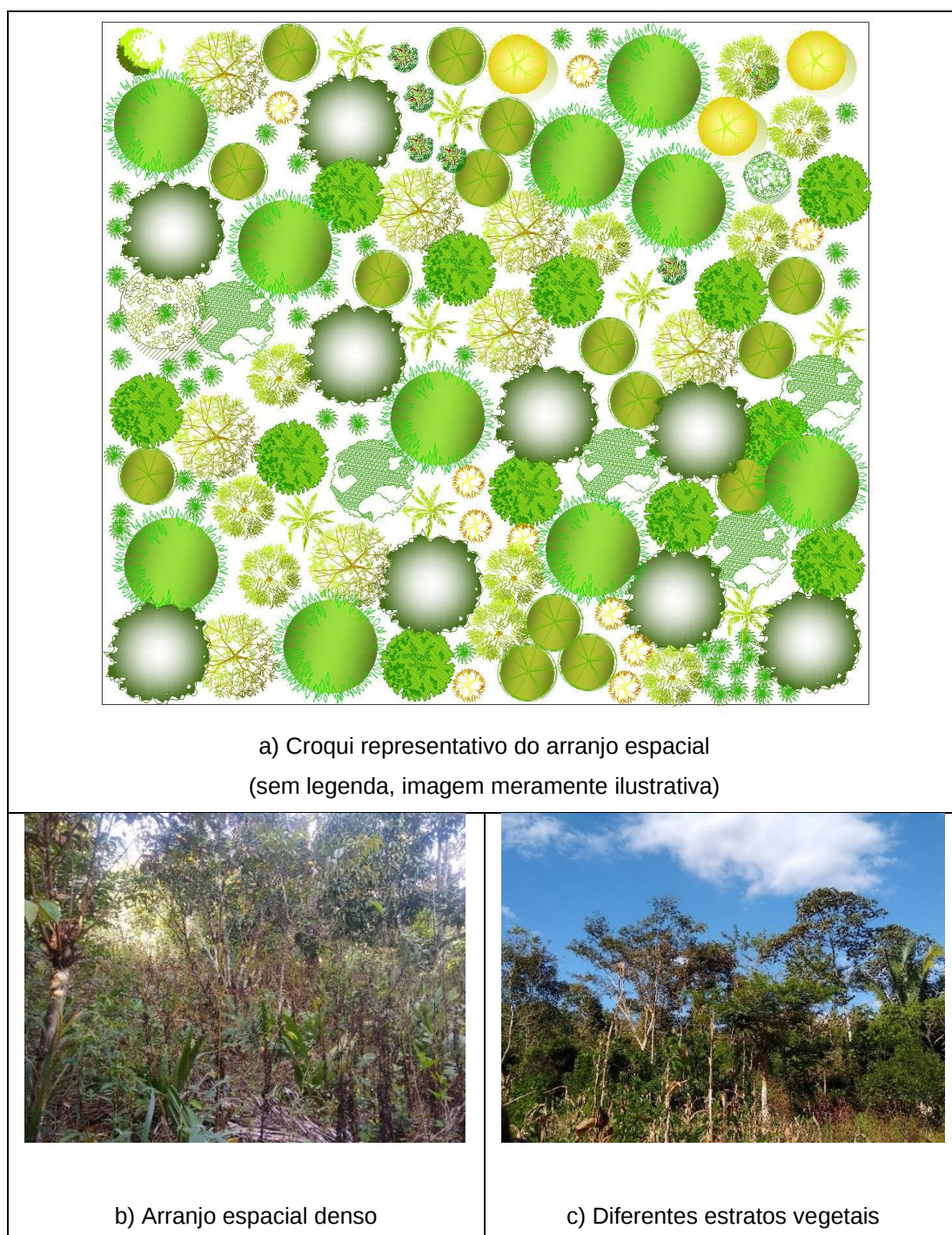
O SAF 03 também produz alguns alimentos para subsistência, porém o enfoque da produção é a alimentação de ovelhas e a extração de madeira. Os SAFs 04, 05 e 06 são voltados predominantemente para alimentação familiar e visam também uma futura comercialização, entretanto, ainda estão em fase de implantação. Já o SAF 07 tem foco na produção de pastagens que serão utilizadas no consórcio com ovelhas.

Tratando-se das formas de arranjo espacial, o SAF 01 (Figura 8) pode ser definido como um quintal agroflorestal, pois se localiza em uma pequena propriedade de relevo plano, onde a plantação de espécies aconteceu prioritariamente ao redor da residência. O arranjo desse sistema pode ser considerado misto e denso, nesse caso, apenas o sombreamento foi utilizado como base para a definição do espaçamento entre as espécies.

Figura 8. SAF 01 - Quintal Agroflorestal

O SAF 02 (Figura 09) possui aspecto de floresta, tem arranjo misto e muito denso e, por isso, não se é possível perceber regras de espaçamento entre as espécies. Elas são distribuídas em uma área extensa e de relevo ondulado, com grande altitude, localizada no pé da Serra da Ibiapaba.

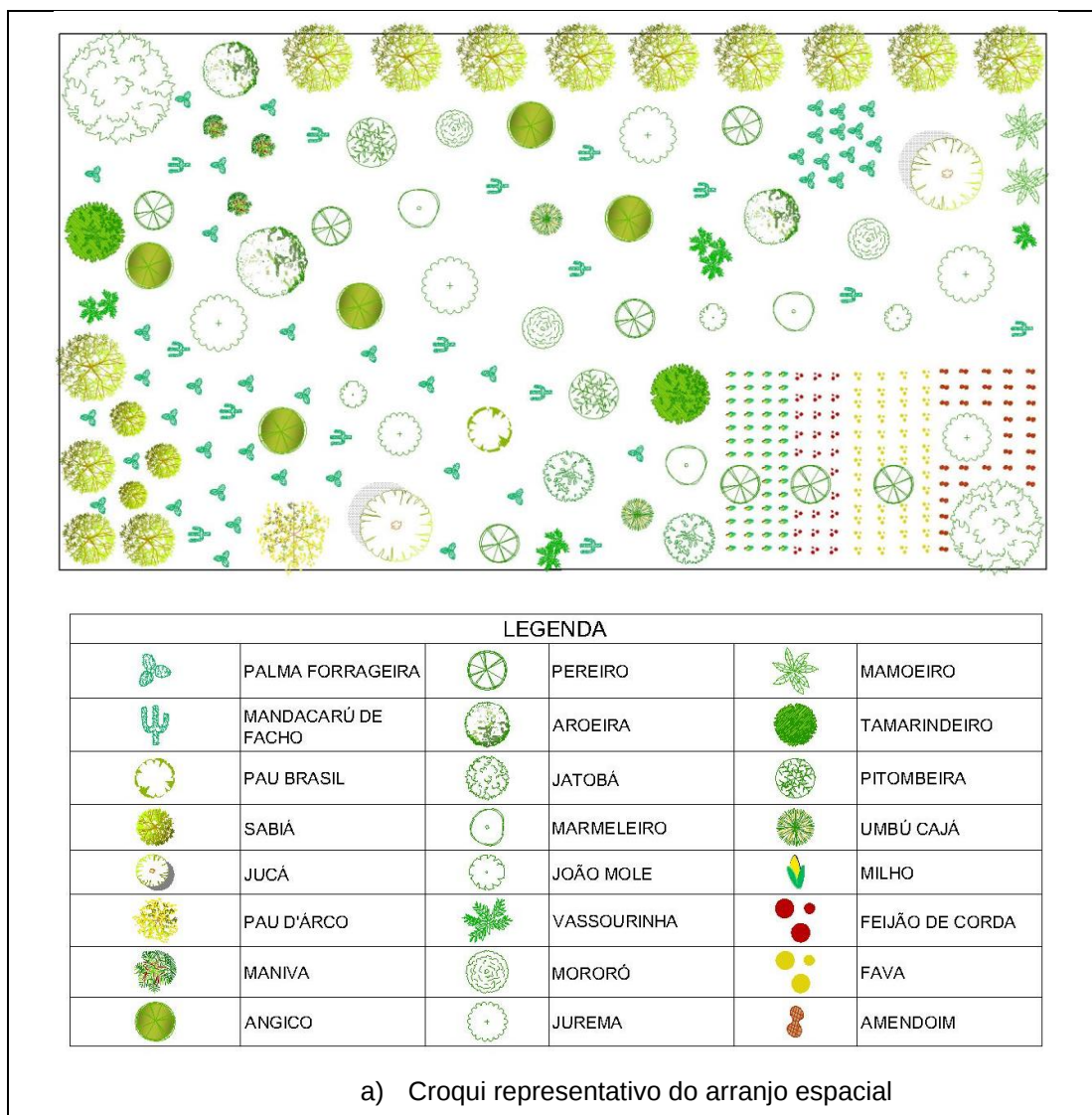
Figura 9. SAF 02 - Floresta densa

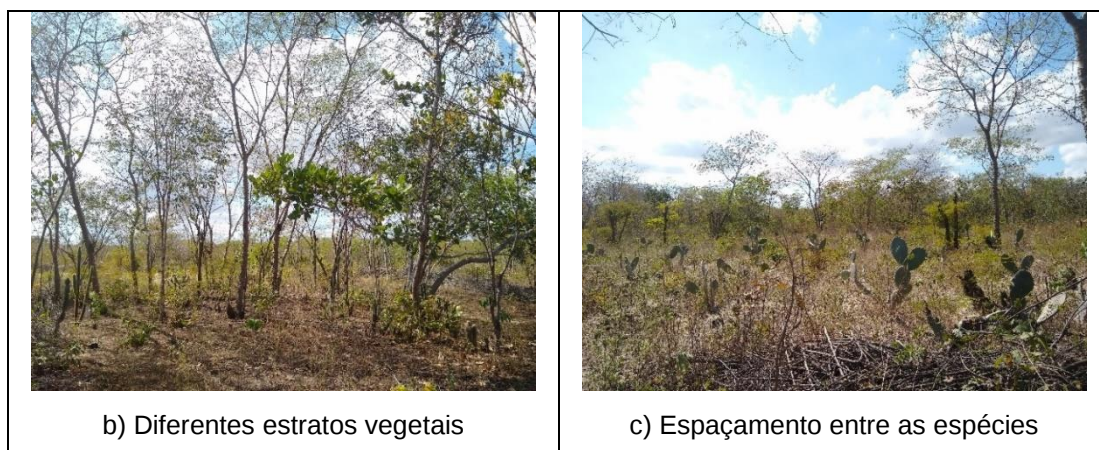


Fonte: Autores, 2021

O SAF 03 (Figura 10) se trata de uma típica floresta da Caatinga. As espécies estão arranjadas de forma mista e esparsa, em uma área relativamente pequena e de relevo plano. A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) e o mandacará de facho (*Pilosocereus pachycladus*) se encontram de forma livre por toda a área.

Figura 10. SAF 03 - Floresta esparsa

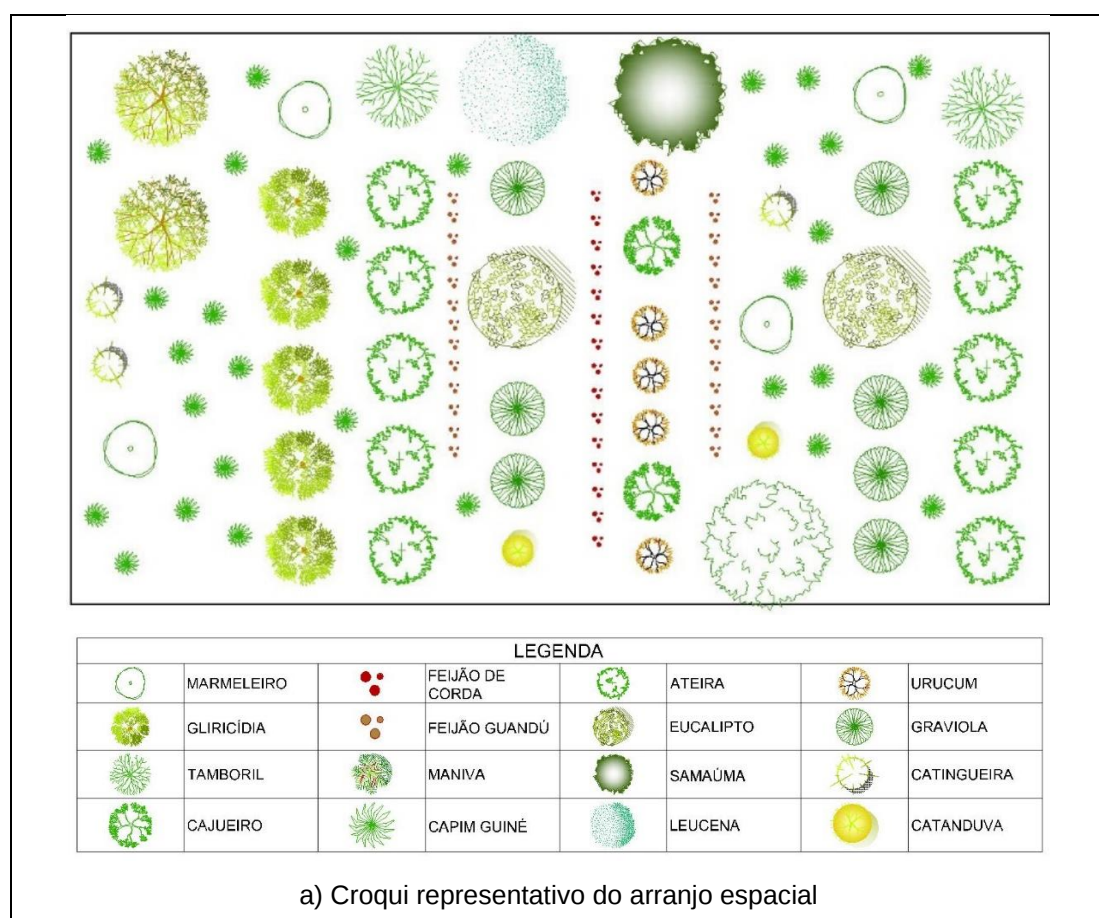




Fonte: Autores, 2021

O SAF 04 (Figura 11) fica localizado em uma área plana e pequena, o arranjo é feito em zonas ou faixas de espécies alternadas, entretanto o sistema ainda está em fase de implantação, por isso não é possível perceber com tanta exatidão as regras utilizadas no espaçamento.

Figura 11. SAF 04 – Sistema com arranjo zonal

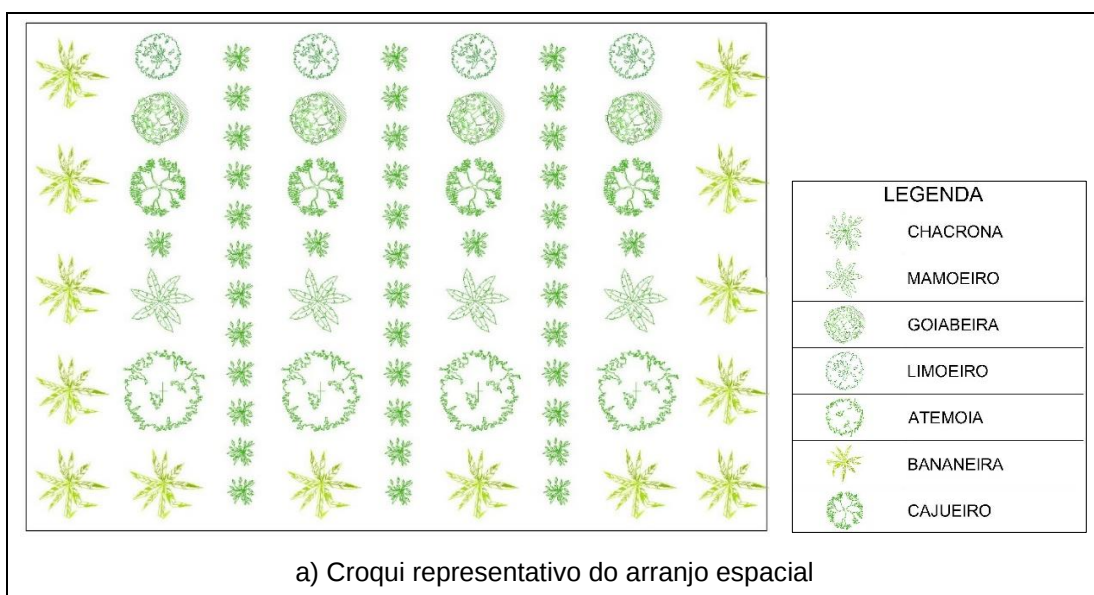




Fonte: Autores, 2021

O arranjo espacial do SAF 05 (Figura 12) também segue o padrão zonal, com espécies alternadas e plantadas em fileiras. É também localizado em uma pequena área de relevo plano, o diferencial é que esse se trata de um sistema irrigado que já produz.

Figura 12. SAF 05 - Sistema zonal irrigado

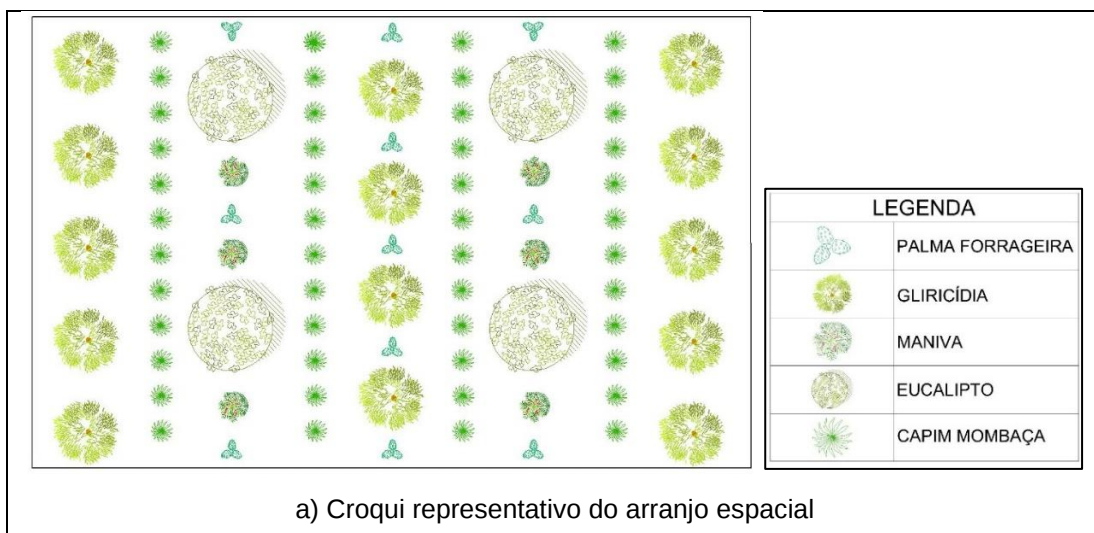




Fonte: Autores, 2021

O SAF 06 (Figura 13) se trata de um sistema com arranjo em aleias, ou seja, espécies plantadas em fileiras com espaçamento entre elas destinado a cultivos agrícolas. No momento em que ocorreu a visita de campo, não havia cultivo agrícola implantado, mas o proprietário relatou que costuma cultivar feijão e algodão na área, que é pequena e possui um sistema de irrigação que, segundo o mesmo, não é utilizado com frequência.

Figura 13. SAF 06 – Sistema com arranjo em aleias

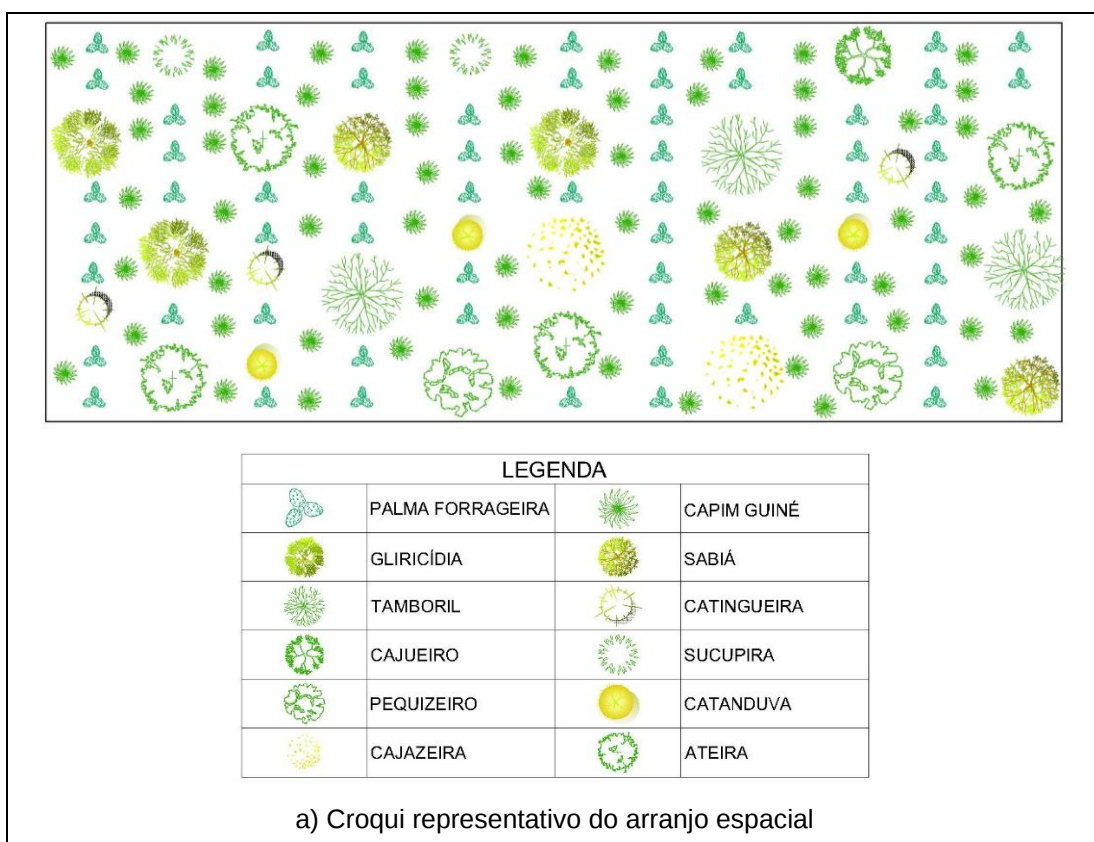




Fonte: Autores, 2021

Por fim, o SAF 07 (Figura 14) possui arranjo contínuo e esparsos, com duas espécies plantadas de forma contínua (palma forrageira e capim guiné) e outras espécies florestais plantadas de forma esparsa e com função de serviço.

Figura 14. SAF 07 - Sistema com arranjo contínuo





Fonte: Autores, 2021

4.4.2 Principais componentes arranjados nos SAFs

Conforme Tabela 2, no SAF 01 foram levantadas 48 (quarenta e oito) espécies vegetais, sendo 27 (vinte e sete) espécies nativas de biomas brasileiros e 21 (vinte e uma) espécies exóticas. Além disso, nessa área predominam as espécies de hábito arbóreo e de porte pequeno. A prevalência desse porte pode estar diretamente relacionada ao tamanho da área do SAF, já descrita anteriormente.

Em relação a grande quantidade de espécies exóticas, supostamente pode estar ligada ao anseio de tornar o sistema produtivo, considerando-se que a imensa maioria das espécies exóticas desse sistema têm função de provisão de alimentos.

Tabela 2. Espécies - SAF 01

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	HÁBITO	PORTE	ORIGEM	FUNÇÃO
Abacateiro	<i>Persea americana</i>	Arbórea	Grande	Exótica	Produção de alimento
Ameixoeira	<i>Prunus domestica</i>	Arbustiva	Médio	Exótica	Produção de alimento
Amoreira	<i>Morus nigra</i>	Arbórea	Médio	Nativa MA	Produção de alimento; Propriedades medicinais
Ateira	<i>Annona squamosa</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de alimento
Azeitona preta	<i>Olea europaea</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de alimento
Babosa	<i>Aloe vera</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica adaptada	Propriedades medicinais

Bananeira	<i>Musa spp</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica adaptada	Produção de alimento
Cacau	<i>Theobroma cacao L.</i>	Arbustiva	Pequeno	Nativa AM	Produção de alimento; Sequestro de Carbono
Cajazeira	<i>spondias mombin L.</i>	Arbórea	Grande	Nativa MA	Produção de alimento
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>	Arbórea	Grande	Nativa CE	Produção de alimento
Carvoeiro	<i>Sclerolobium aureum</i>	Arbórea	Grande	Nativa CE	Fornecimento de biomassa; Potencial madeireiro; Atração de fauna e polinizadores
Catanduva	<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	Arbustiva ou Arbórea	Médio	Nativa CA	Preservação da biodiversidade; Produção de madeira e forragens; Atração de abelhas
Catingueira	<i>Caesalpinia pyramidalis Tul.</i>	Arbustiva ou Arbórea	Pequeno a Médio	Nativa CA	Produção de madeira e forragens; Propriedades medicinais; Preservação da biodiversidade; Reflorestamento; Atração de abelhas; Arborização
Fava	<i>Phaseolus lunatus L.</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica	Produção de alimento; Fixação biológica de nitrogênio;
Gliricídia	<i>Gliricidia sepium</i>	Arbórea	Médio	Exótica	Fixação biológica de nitrogênio; Fornecimento de biomassa; Produção de forragens e madeira; Propriedades medicinais
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i>	Arbustiva	Pequeno	Nativa CE	Produção de alimento; Propriedades medicinais
Guabirobeira	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Arbustiva	Pequeno a Médio	Nativa CE / MA	Preservação da biodiversidade; Atração de abelhas e pássaros; Produção de alimento e madeira; Propriedades medicinais

Ingá mirim	<i>Inga laurina</i>	Arbustiva	Pequeno a Médio	Nativa CE	Fixação biológica de nitrogênio; Atração de abelhas e pássaros; Produção de alimento e madeira
Inhame / Cará	<i>Dioscorea spp.</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica adaptada	Produção de alimento
Ipê amarelo	<i>Handroanthus ochraceus</i> ou <i>Tabebuia ochracea</i>	Arbórea	Médio	Nativa CE	Produção de madeira; Paisagismo
Ipê branco	<i>Handroanthus roseoalba</i> ou <i>Tabebuia roseoalba</i>	Arbórea	Médio	Nativa CE	Produção de madeira; Paisagismo
Ipê rosa	<i>Tabebuia avellanedae</i> ou <i>Handroanthus avellanedae</i>	Arbórea	Grande	Nativa CE	Produção de madeira; Paisagismo
Ipê roxo	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> ou <i>Tabebuia heptaphylla</i>	Arbórea	Grande	Nativa CE	Produção de madeira; Paisagismo
Jacarandá	<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	Arbórea	Grande	Nativa CE	Preservação da biodiversidade; Redução do escoamento superficial de água; Sequestro de Carbono
Jaqueira	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Arbórea	Grande	Exótica	Produção de alimento, madeira e látex. Fornecimento de matéria orgânica; Função quebra-vento; Sombreamento
Jucá / Pau-ferro	<i>Libidibia ferrea</i>	Arbórea	Grande	Nativa CA	Recuperação de áreas degradadas; Preservação da biodiversidade; Produção de madeira; Atração de abelhas, insetos e pássaros; Propriedades medicinais; Paisagismo
Leucena	<i>Leucaena spp</i>	Arbórea-Arbustiva	Grande	Exótica invasora	Fixação biológica de nitrogênio; Produção de madeira e forragens; Contenção de encostas; Função quebra-vento; Sombreamento;

Limoeiro	<i>Citrus limon</i>	Arbustiva	Pequeno a médio	Exótica	Adubo verde; Cobertura do solo Fixação biológica de nitrogênio; Produção de madeira e forragens; Contenção de encostas; Função quebra-vento; Sombreamento; Adubo verde; Cobertura do solo;
Macaxeira	<i>Manihot esculenta Crantz</i>	Arbustiva	Pequeno	Nativa CE	Produção de alimento; Propriedades medicinais
Mamoeiro	<i>Carica papaya L.</i>	Semi-herbácea	Pequeno	Exótica adaptada	Produção de alimento e látex;
Mangueira	<i>Mangifera indica L.</i>	Arbórea	Grande	Exótica adaptada	Produção de alimento; Sombreamento
Milho	<i>Zea mays L.</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de alimento; Fixação biológica de nitrogênio
Mofumbo	<i>Combretum leprosum</i>	Arbustiva	Pequeno	Nativa CA	Recuperação de áreas degradadas; Preservação da biodiversidade; Atração de abelhas e insetos; Propriedades medicinais; Fruto usado na alimentação de caprinos
Moringa	<i>Moringa oleifera</i>	Arbórea	Pequeno a Médio	Exótica	Produção de alimento e biodiesel; Propriedades medicinais; Larvicida
Mororó	<i>Bauhinia cheilantha</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CA	Fixação biológica de nitrogênio; Controle de erosão; Produção de madeira e forragens; Enriquecimento de pastagens arbóreas; Atração de abelhas
Oiticica	<i>Licania rigida</i>	Arbórea	Médio	Nativa CA	Preservação de cursos d'água; Atração de abelhas; Produção de óleo; Propriedades medicinais

Palma forrageira	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de forragens, biomassa alimento;
Pimenta malagueta	<i>Capsicum spp.</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica	Produção de alimento; Controle de pragas
Pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i>	Arbustiva	Médio	Nativa MA	Produção de alimento e cosméticos; Propriedades medicinais; Função cerca viva;
Pupunheira	<i>Bactris gasipaes</i>	Arbórea	Grande	Nativa AM	Produção de alimento; Atração de polinizadores; Reflorestamento
Sabiá	<i>Mimosa caesalpinifolia benth.</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CA	Fixação biológica de nitrogênio; Reflorestamento; Produção de madeira e forragens; Função cerca-viva; Atração de abelhas
Sapotizeiro	<i>Manilkara zapota</i>	Arbórea	Grande	Exótica adaptada	Produção de alimento e látex; Sombreamento; Propriedades medicinais
Tamarindeiro	<i>Tamarindus indica</i>	Arbórea	Grande	Exótica	Produção de alimento e madeira; Sombreamento; Propriedades medicinais
Terramicina	<i>Alternanthera brasiliana</i>	Herbácea	Pequeno	Nativa CE	Propriedades medicinais
Umbu-cajazeira	<i>Spondias sp.</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CA	Produção de alimento
Urucum	<i>Bixa orellana</i>	Arbustiva	Pequeno	Nativa AM	Reflorestamento; Produção de condimentos; Usos em produtos cosméticos; Propriedades medicinais
Uva / Videira	<i>Vitis sp</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de alimento
Violete / Jacarandá violeta	<i>Dalbergia cearensis Ducke</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CA	Produção de madeira; Sombreamento; Purificação do ar; Paisagismo

*Amazônia (AM), Caatinga (CA), Cerrado (CE) e Mata Atlântica (MA).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

O SAF 02 (Tabela 3) é, dentre todas as áreas de estudo, o que possui a maior quantidade e diversidade de componentes. São 120 (cento e vinte) espécies vegetais, sendo 75 (setenta e cinco) nativas e 55 (cinquenta e cinco) exóticas. Já em relação ao tamanho, prevalecem indivíduos de pequeno porte, que correspondem a 50% do total existente área, enquanto que os de médio e grande porte são distribuídos com uma certa equivalência.

Quanto ao hábito vegetativo, indivíduos arbóreos são predominantes na área, seguidos dos arbustivos e dos herbáceos. Logo, nesse sistema é possível perceber, de forma bem clara, a presença de diferentes estratos vegetais que remetem ao aspecto de floresta natural.

Tabela 3. Espécies - SAF 02

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	HÁBITO	PORTE	ORIGEM	FUNÇÃO
Abacateiro	<i>Persea americana</i>	Arbórea	Grande	Exótica	Produção de alimento
Abacaxi	<i>Ananas comosus</i> L. Merrill	Herbácea	Pequeno	Nativa AM	Produção de alimento
Abiu/ Abiurana	<i>Pouteria caimito</i>	Arbórea	Médio	Nativa AM	Produção de alimento
Abricó	<i>Mammea americana</i>	Arbórea	Grande	Nativa MA	Produção de alimento
Açafrão	<i>Curcuma longa</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica	Propriedades medicinais; Condimento
Açaizeiro	<i>Euterpe oleracea</i>	Palmeira	Grande	Nativa AM	Produção de alimento; Atração de fauna
Aceroleira	<i>Malpighia puniceifolia</i> L.	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de alimento
Ameixoeira do sertão	<i>Ximenia americana</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CE	Propriedades medicinais
Amoreira	<i>Morus nigra</i>	Arbórea	Médio	Nativa MA	Produção de alimento; Propriedades medicinais
Amendoim Bravo	<i>Pterogyne nitens</i>	Arbórea	Grande	Nativa CE	Produção de madeira; Arborização
Andiroba	<i>Carapa guianensis</i>	Arbórea	Grande	Nativa AM	Produção de madeira; Propriedades medicinais
Angelim	<i>Dinizia excelsa</i>	Arbórea	Grande	Nativa AM	Produção de madeira; Atração de fauna

Angico	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	Arbórea	Grande	Nativa CA / CE / MA	Atração de polinizadores; Potencial madeireiro; Propriedades medicinais; Controle de pragas; Reflorestamento; Preservação da biodiversidade; Arborização
Araruta	<i>Maranta arundinacea</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica adaptada	Produção de alimento; Propriedades medicinais
Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Arbórea	Médio	Nativa CE	Produção de forragens e madeira; Reflorestamento; Propriedades medicinais; Atração de polinizadores; Arborização
Ateira	<i>Annona squamosa</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de alimento
Atemoia/ Condessa	<i>Annona reticulata</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de alimento; Propriedades medicinais
Azeitona preta	<i>Olea europaea</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de alimento
Babaçu	<i>Attalea speciosa</i>	Palmeira	Grande	Nativa AM	Propriedades medicinais; Fornecimento de matéria-prima
Babosa	<i>Aloe vera</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica adaptada	Propriedades medicinais
Balsamo	<i>Sedum dendroideum</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica	Ornamentação; Propriedades medicinais
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i>	-	Grande	Exótica	Ornamentação e cobertura do solo
Bananeira	<i>Musa spp</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica adaptada	Produção de alimento
Barriguda	<i>Cavanillesia arborea</i>	Arbórea	Grande	Nativa CE	Propriedades medicinais
Batata doce	<i>Ipomoea batatas</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica	Produção de alimento
Birindiba	<i>Buchenavia tetraphylla</i>	Arbórea ou Arbustiva	Médio a Grande	Nativa AM / MA	Ornamentação; Propriedades medicinais
Cacau	<i>Theobroma cacao L.</i>	Arbustiva	Pequeno	Nativa AM	Produção de alimento; Sequestro de Carbono

Café	<i>Coffea arabica</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de alimento; Atração de abelhas
Cajazeira	<i>Spondias mombin L.</i>	Arbórea	Grande	Nativa MA	Produção de alimento
Cajarana	<i>Spondias dulcis</i>	Arbórea	Grande	Exótica	Produção de alimento
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>	Arbórea	Grande	Nativa CE	Produção de alimento
Cambucá	<i>Plinia edulis</i>	Arbórea	Médio	Nativa MA	Produção de alimento; Atração de abelhas
Cambuí	<i>Myrciaria tenella</i>	Arbustiva	Pequeno	Nativa CA / CE /AM /MA	Produção de alimento; Atração de abelhas; Paisagismo
Camusé	<i>Albizia polycephala</i>	Arbórea	Médio	Nativa CA / CE /MA	Reflorestamento; Atração de pássaros
Canela de Cunhã	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Propriedades medicinais; Atração de abelhas
Carambola	<i>Averrhoa carambola</i>	Arbustiva ou Arbórea	Pequeno	Exótica	Produção de alimento; Atração de abelhas
Carnaúba	<i>Copernicia prunifera</i>	Palmeira	Grande	Nativa CA	Produção de alimento; Fornecimento de matéria-prima
Capim Citronela	<i>Cymbopogon winterianus</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica	Fornecimento de matéria-prima para produção de cosméticos; Repelente
Capim de flecha	<i>Stipa Neesiana</i>	Herbácea	Pequeno	Nativa MA	Ornamentação
Capim de roça	<i>Eleusine indica</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica	Propriedades medicinais; Produção de forragens
Capim elefante	<i>Pennisetum Purpureum.</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica invasora	Produção de forragens
Capim Gengibre	<i>Cymbopogon martinii</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica	Fornecimento de matéria-prima para produção de cosméticos;
Capim santo	<i>Cymbopogon citratus</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica	Propriedades medicinais
Caqui	<i>Diospyros kaki</i>	Arbórea-arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de alimento
Cedro	<i>Cedrela odorata L.</i>	Arbórea	Grande	Nativa MA	Produção de madeira; Atração de abelhas
Cereja da mata atlântica	<i>Eugenia involucrata</i>	Arbórea	Pequeno a médio	Nativa MA	Produção de alimento; Atração de pássaros;

					Ornamentação; Reflorestamento	
Chuchu	<i>Sechium edule</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de alimento	
Chumbinho	<i>Lantana Camara</i>	Arbustiva	Pequeno	Nativa (Ocorre em todos os biomas)	Atração de pássaros	
Coco	<i>Cocos nucifera</i>	Arbórea	Grande	Exótica	Produção de alimento; Fornecimento de matéria-prima	
Copaíba do sertão	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Arbórea	Grande	Nativa AM	Produção de madeira; Propriedades medicinais	
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Adubação verde	
Cupuaçu	<i>Theobroma grandiflorum</i>	Arbórea	Médio	Nativa AM	Produção de alimento	
Embiratanha	<i>Pseudobombax Marginatum</i>	Arbórea	Grande	Nativa CA / CE	Arborização	
Fava	<i>Phaseolus lunatus L.</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica	Produção de alimento; Fixação biológica de nitrogênio;	
Faveleira	<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	Arbórea	Grande	Nativa CA	Produção de forragens; Propriedades medicinais	
Feijão de porco	<i>Canavalia ensiformis</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de forragens	
Feijão de corda	<i>Vigna unguiculata</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica adaptada	Produção de alimento; Fixação biológica de nitrogênio	
Gengibre	<i>Zingiber officinale Roscoe</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica	Propriedades medicinais; Condimento	
Gliricídia	<i>Gliricidia sepium</i>	Arbórea	Médio	Exótica	Fixação biológica de nitrogênio; Fornecimento de biomassa; Produção de forragens e madeira; Propriedades medicinais	
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i>	Arbustiva	Pequeno	Nativa CE	Produção de alimento; Propriedades medicinais	

Gonçalo Alves	<i>Astronium fraxinifolium schott</i>	Arbórea	Médio	Nativa CE	Produção de madeira; Propriedades medicinais; Atração de abelhas; Reflorestamento
Graviola	<i>Annona muricata L</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa MA	Produção de alimento; Propriedades medicinais
Groselha	<i>Ribes spp.</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de alimento; Atração de abelhas
Guandú	<i>Cajanus cajan (L) Millsp</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Fixação biológica de nitrogênio; Produção de alimento e forragens; Fornecimento de biomassa
Guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i>	Arbórea	Grande	Nativa MA	Preservação da biodiversidade; Ornamentação
Ingá de metro	<i>Ingá edulis</i>	Arbórea	Grande	Nativa AM / CA / CE /MA	Produção de alimento; Arborização; Propriedades medicinais
Inhame / Cará	<i>Dioscorea spp.</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica adaptada	Produção de alimento
Ipê amarelo	<i>Handroanthus ochraceus ou Tabebuia ochracea</i>	Arbórea	Médio	Nativa CE	Produção de madeira; Paisagismo
Ipê branco	<i>Handroanthus roseoalba ou Tabebuia roseoalba</i>	Arbórea	Médio	Nativa CE	Produção de madeira; Paisagismo
Ipê rosa	<i>Tabebuia avellaneda ou Handroanthus avellaneda</i>	Arbórea	Grande	Nativa CE	Produção de madeira; Paisagismo
Ipê roxo	<i>Handroanthus heptaphyllus ou Tabebuia heptaphylla</i>	Arbórea	Grande	Nativa CE	Produção de madeira; Paisagismo
Jabuticabeira	<i>Myrciaria cauliflora</i>	Arbórea	Pequeno a médio	Nativa MA	Produção de alimento
Jambo	<i>Syzygium spp.</i>	Arbórea	Grande	Exótica	Produção de alimento
Jangada	<i>Heliocarpus popayanensis</i>	Arbórea	Pequeno a médio	Nativa MA	Produção de madeira
Jaqueira	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Arbórea	Grande	Exótica	Produção de alimento, madeira e látex. Fornecimento de matéria orgânica; Função quebra-

					vento; Sombreamento
Jucá / Pau-ferro	<i>Libidibia ferrea</i>	Arbórea	Grande	Nativa CA	Recuperação de áreas degradadas; Preservação da biodiversidade; Produção de madeira; Atração de abelhas, insetos e pássaros; Propriedades medicinais; Paisagismo
Juçara	<i>Euterpe edulis</i>	Palmeira	Médio	Nativa MA	Produção de alimento
Jurema branca	<i>Piptadenia stipulacea</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CA	Produção de madeira e forragens;
Jurema preta	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CA	Produção de madeira e forragens; Atração de polinizadores; Preservação da biodiversidade; Reflorestamento
Laranja	<i>Citrus sinensis</i>	Arbórea	Médio	Exótica	Produção de alimento; Atração de abelhas
Leucena	<i>Leucaena spp</i>	Arbórea-Arbustiva	Grande	Exótica invasora	Fixação biológica de nitrogênio; Produção de madeira e forragens; Contenção de encostas; Função quebra-vento; Sombreamento; Adubo verde; Cobertura do solo
Limoeiro	<i>Citrus limon</i>	Arbustiva	Pequeno a médio	Exótica	Produção de alimentos; Propriedades medicinais; Usado na fabricação de cosméticos
Lixia	<i>Litchi chinensis</i>	Arbórea	Médio	Exótica	Produção de alimento
Macaúba	<i>Acromia aculeata</i>	Arbórea	Grande	Nativa CE	Produção de alimento
Macaxeira	<i>Manihot esculenta Crantz</i>	Arbustiva	Pequeno	Nativa CE	Produção de alimento; Propriedades medicinais
Mamoeiro	<i>Carica papaya L.</i>	Semi-herbácea	Pequeno	Exótica adaptada	Produção de alimento e látex;
Mangueira	<i>Mangifera indica L.</i>	Arbórea	Grande	Exótica adaptada	Produção de alimento; Sombreamento

Margaridão	<i>Tithonia diversifolia</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Atração de abelhas; Ornamentação
Milho	<i>Zea mays</i> L.	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de alimento; Fixação biológica de nitrogênio
Mororó	<i>Bauhinia cheilantha</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CA	Fixação biológica de nitrogênio; Controle de erosão; Produção de madeira e forragens; Enriquecimento de pastagens arbóreas; Atração de abelhas
Mucunã preta	<i>Mucuna pruriens</i>	Arbusto	Médio	Exótica	Adubação
Mutamba	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Arbórea	Médio	Nativa CE	Atração de abelhas; Adubação
Noni	<i>Morinda citrifolia</i>	Arbustiva	Médio	Exótica	Propriedades medicinais
Pajeú	<i>Triplaris gardneriana</i>	Arbórea	Médio	Nativa CE	Atração de abelhas; Adubação
Pau branco	<i>Auxemma onocalyx</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CA	Produção de forragens e madeira; Propriedades medicinais; Atração de polinizadores; Função quebra-vento; Reflorestamento
Pau pombo	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Arbórea	Médio	Nativa CE	Produção de madeira; Propriedades medicinais; Atração de abelhas
Papoula	<i>Papaver rhoeas</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Ornamentação; Adubação
Pata de Vaca	<i>Bauhinia variegata</i>	Arbórea	Médio	Exótica	Atração de abelhas; Adubação
Pimenta do reino	<i>Piper nigrum</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Condimento
Pimenta Rosa	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CE / MA / PA	Condimento
Pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i>	Arbustiva	Médio	Nativa MA	Produção de alimento e cosméticos; Propriedades medicinais; Função cerca viva;
Pupunheira	<i>Bactris gasipaes</i>	Arbórea	Grande	Nativa AM	Produção de alimento; Atração de polinizadores; Reflorestamento

Quixabeira	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	Arbórea / Arbustiva	Pequeno	Nativa CA	Produção de alimento; Propriedades medicinais
Romã	<i>Punica granatum</i>	Arbórea	Pequeno	Exótica	Propriedades medicinais
Sabiá	<i>Mimosa caesalpinifolia benth.</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CA	Fixação biológica de nitrogênio; Reflorestamento; Produção de madeira e forragens; Função cerca-viva; Atração de abelhas
Saboneteira	<i>Sapindus saponaria</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CE	Propriedades medicinais; Fornecimento de matéria-prima para produção de cosméticos
Sapotizeiro	<i>Manilkara zapota</i>	Arbórea	Grande	Exótica adaptada	Produção de alimento e látex; Sombreamento; Propriedades medicinais
Seriguela	<i>Spondias purpurea</i>	Arbórea	Pequeno	Exótica	Produção de alimento; Atração de abelhas
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de alimento
Taioba	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Herbácea	Pequeno	Nativa MA	Produção de alimento; Propriedades medicinais
Tamarindeiro	<i>Tamarindus indica</i>	Arbórea	Grande	Exótica	Produção de alimento e madeira; Sombreamento; Propriedades medicinais
Tangerineira	<i>Citrus reticulata</i>	Arbórea	Médio	Exótica	Produção de alimento; Atração de abelhas
Taturubá	<i>Pouteria macrophyll</i>	Arbórea	Médio	Nativa AM	Produção de alimento; Atração de fauna
Torém / umbaúba	<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	Arbórea	Médio	Nativa AM / CE / MA	Fornecimento de matéria orgânica; Propriedades medicinais
Umburana de cheiro	<i>Dipteryx odorata</i>	Arbórea	Grande	Nativa AM	Propriedades medicinais; Produção de madeira; Atração de abelhas
Umburana de espinho	<i>Commiphora leptophloeos</i>	Arbórea	Médio	Nativa CE	Produção de madeira; Propriedades medicinais; Atração de abelhas

Uva / Videira	Vitis sp	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de alimento
Vassoura de Botão	Borreria verticillata	Herbácea	Pequeno	Nativa CA	Atração de abelhas
Vassourinha	Scoparia dulcis	Herbácea	Pequeno	Nativa CA	Propriedades medicinais
Xixá	Sterculia apetala	Arbórea	Grande	Nativa MA	Produção de alimento; Atração de fauna

*Amazônia (AM), Caatinga (CA), Cerrado (CE) e Mata Atlântica (MA), Pantanal (PA).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Levantou-se, no SAF 03 (Tabela 4), 35 (trinta e cinco) componentes no total, sendo que 80% são espécies nativas de biomas brasileiros. Supõe-se que o uso de muitas espécies nativas está diretamente relacionado a tentativa de recuperação da área, que outrora sofreu intensa degradação.

Ademais, no que diz respeito ao porte, prevalecem os de pequena altura, provavelmente devido ao tamanho da área do SAF. Contudo, levando em consideração o hábito vegetativo, a imensa maioria dos indivíduos presentes no sistema são arbóreos, existe também boa quantidade de arbustos, entretanto, destaca-se uma carência de indivíduos herbáceos.

Tabela 4. Espécies - SAF 03

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	HÁBITO	PORTE	ORIGEM	FUNÇÃO
Ameixa brava	Ximenia americana	Arbórea	Pequeno a médio	Nativa CA	Produção de alimento; Propriedades medicinais
Amendoim	<i>Arachis hypogaea</i> L	Herbácea	Pequeno	Nativa (Ocorre em todos os biomas)	Produção de alimento; Fixação biológica de nitrogênio;
Angico	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	Arbórea	Grande	Nativa CA / CE / MA	Atração de polinizadores; Potencial madeireiro; Propriedades medicinais; Controle de pragas; Reflorestamento; Preservação da biodiversidade; Arborização
Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Arbórea	Médio	Nativa CE	Produção de forragens e madeira; Reflorestamento; Propriedades

					medicinais; Atração de polinizadores; Arborização
Bananinha	<i>Annona leptopetala</i>	Arbórea	Médio	Nativa CA	Propriedades medicinais; Potencial larvívora
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>	Arbórea	Grande	Nativa CE	Produção de alimento
Fava	<i>Phaseolus lunatus L.</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica	Produção de alimento; Fixação biológica de nitrogênio;
Facheiro / mandacaru-de-facho	<i>Pilosocereus pachycladus</i>	Arbustiva	Grande	Nativa CA	Produção de forragens; Função cerca-viva; Preservação da biodiversidade; Paisagismo
Feijão bravo	<i>Cynophalla flexuosa L.</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CA	Produção de forragens e madeira; Reflorestamento; Propriedades medicinais
Feijão de corda	<i>Vigna unguiculata</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica adaptada	Produção de alimento; Fixação biológica de nitrogênio
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	Arbórea	Grande	Nativa CE	Produção de alimento e madeira; Propriedades medicinais; Reflorestamento; Arborização
João mole	<i>Guapira graciliflora</i>	Arbustiva	Pequeno	Nativa CE	Produção de alimento; Atração de pássaros e polinizadores; Propriedades medicinais
Jucá / Pau-ferro	<i>Libidibia ferrea</i>	Arbórea	Grande	Nativa CA	Recuperação de áreas degradadas; Preservação da biodiversidade; Produção de madeira; Atração de abelhas, insetos e pássaros; Propriedades medicinais; Paisagismo
Jurema branca	<i>Piptadenia stipulacea</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CA	Produção de madeira e forragens;
Jurema preta	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CA	Produção de madeira e forragens; Atração de polinizadores; Preservação da biodiversidade; Reflorestamento

Limoeiro	<i>Citrus limon</i>	Arbustiva	Pequeno a médio	Exótica	Produção de alimentos; Propriedades medicinais; Usado na fabricação de cosméticos;
Mamoeiro	<i>Carica papaya L.</i>	Semi-herbácea	Pequeno	Exótica adaptada	Produção de alimento e látex;
Maniva / Mandioca	<i>Manihot esculenta Crantz</i>	Arbustiva	Pequeno	Nativa CE	Produção de alimento; Propriedades medicinais; Controle de pragas
Marmeleiro	<i>Croton sonderianus Muell. Arg.</i>	Arbustiva	Médio	Nativa CA	Produção de forragens; Atração de abelhas; Propriedades medicinais
Milho	<i>Zea mays L.</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de alimento; Fixação biológica de nitrogênio
Mofumbo	<i>Combretum leprosum</i>	Arbustiva	Pequeno	Nativa CA	Recuperação de áreas degradadas; Preservação da biodiversidade; Atração de abelhas e insetos; Propriedades medicinais; Fruto usado na alimentação de caprinos
Mororó	<i>Bauhinia cheilantha</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CA	Fixação biológica de nitrogênio; Controle de erosão; Produção de madeira e forragens; Enriquecimento de pastagens arbóreas; Atração de abelhas
Mulungu	<i>Erythrina verna</i>	Arbórea	Médio	Nativa AM / CE / MA	Produção de madeira; Ornamentação e Paisagismo; Atração de pássaros e polinizadores; Reflorestamento
Palma forrageira	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de forragens, biomassa e alimento;
Pau brasil	<i>Paubrasilia echinata</i>	Arbórea	Médio a Grande	Nativa MA	Preservação da biodiversidade; Produção de madeira e produtos têxteis

Pau d'arco	<i>Tabebuia serratifolia (Vahl) Nich</i>	Arbórea	Grande	Nativa CE	Produção de madeira; Paisagismo
Pereiro	<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	Arbustiva ou Arbórea	Médio	Nativa CA	Produção de madeira e forragens; Atração de polinizadores; Propriedades medicinais; Paisagismo; Reflorestamento; Função quebra-vento
Pinhão bravo	<i>Jatropha mollissima</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CA	Produção de látex; Propriedades medicinais; Reflorestamento
Pitombeira	<i>Talisia esculenta</i>	Arbórea	Médio	Nativa MA	Produção de alimento e madeira; Propriedades medicinais
Sabiá	<i>Mimosa caesalpiniiifolia benth.</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CA	Fixação biológica de nitrogênio; Reflorestamento; Produção de madeira e forragens; Função cerca-viva; Atração de abelhas
Sipaúba	<i>Thiloa glaucocarpa (Mart.) Eichl.</i>	Arbustiva	Pequeno	Nativa CA	Planta nefrotóxica
Tamarindeiro	<i>Tamarindus indica</i>	Arbórea	Grande	Exótica	Produção de alimento e madeira; Sombreamento; Propriedades medicinais
Umbu-cajazeira	<i>Spondias sp.</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CA	Produção de alimento
Vassourinha	<i>Scoparia dulcis</i>	Herbácea	Pequeno	Nativa CA	Propriedades medicinais
Violete / Jacarandá violeta	<i>Dalbergia cearensis Ducke</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CA	Produção de madeira; Sombreamento; Purificação do ar; Paisagismo

*Amazônia (AM), Caatinga (CA), Cerrado (CE) e Mata Atlântica (MA).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

O SAF 04 (Tabela 5) possui 26 (vinte e seis) plantas, dentre as quais 16 (dezesseis) são nativas do Brasil. É predominante nesse sistema o hábito arbóreo e o pequeno porte. Existe uma escassez de espécies herbáceas e de espécies de média altura, entretanto, isso pode ocorrer devido ao sistema ainda se encontrar em fase de implantação.

Tabela 5. Espécies - SAF 04

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	HÁBITO	PORTE	ORIGEM	FUNÇÃO
Aceroleira	<i>Malpighia puniceifolia</i> L.	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de alimento
Ateira	<i>Annona squamosa</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de alimento; Propriedades medicinais
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>	Arbórea	Grande	Nativa CE	Produção de alimento
Capim guiné	<i>Panicum maximum</i> Jacq vr. Guiné	Herbácea	Pequeno	Exótica	Produção de forragem
Catanduva	<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	Arbustiva ou Arbórea	Médio	Nativa CA	Preservação da biodiversidade; Produção de madeira e forragens; Atração de abelhas
Catingueira	<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	Arbustiva ou Arbórea	Pequeno a Médio	Nativa CA	Produção de madeira e forragens; Propriedades medicinais; Preservação da biodiversidade; Reflorestamento; Atração de abelhas; Arborização
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Arbórea	Grande	Exótica	Produção de madeira; Função quebra-vento; Controle de erosão; Sequestro de Carbono
Feijão de corda	<i>Vigna unguiculata</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica adaptada	Produção de alimento; Fixação biológica de nitrogênio
Gliricídia	<i>Gliricidia sepium</i>	Arbórea	Médio	Exótica	Fixação biológica de nitrogênio; Fornecimento de biomassa; Produção de forragens e madeira; Propriedades medicinais
Graviola	<i>Annona muricata</i> L.	Arbórea	Pequeno	Nativa MA	Produção de alimento; Propriedades medicinais
Guandú	<i>Cajanus cajan</i> (L) Millsp	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Fixação biológica de nitrogênio; Produção de alimento e forragens; Fornecimento de biomassa

Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	Arbórea	Grande	Nativa CE	Produção de alimento e madeira; Propriedades medicinais; Reflorestamento; Arborização
João gomes	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq)	Herbácea	Pequeno	Exótica	Produção de alimento; Propriedades medicinais; Ornamentação
Leucena	<i>Leucaena spp</i>	Arbórea-Arbustiva	Grande	Exótica invasora	Fixação biológica de nitrogênio; Produção de madeira e forragens; Contenção de encostas; Função quebra-vento; Sombreamento; Adubo verde; Cobertura do solo
Mama cadela	<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul.	Arbustiva	Pequeno	Nativa CE	Propriedades medicinais
Maniva / Mandioca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Arbustiva	Pequeno	Nativa CE	Produção de alimento; Propriedades medicinais; Controle de pragas
Marmeleiro	<i>Croton sonderianus</i> Muell. Arg.	Arbustiva	Médio	Nativa CA	Produção de forragens; Atração de abelhas; Propriedades medicinais
Palma forrageira	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de forragens, biomassa e alimento;
Pau branco	<i>Auxemma onocalyx</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CA	Produção de forragens e madeira; Propriedades medicinais; Atração de polinizadores; Função quebra-vento; Reflorestamento
Pau d'arco	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nich	Arbórea	Grande	Nativa CE	Produção de madeira; Paisagismo
Pau pombo	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Arbórea	Médio	Nativa CE	Produção de madeira; Propriedades medicinais; Atração de abelhas
Sabiá	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> benth.	Arbórea	Pequeno	Nativa CA	Fixação biológica de nitrogênio; Reflorestamento; Produção de madeira e forragens;

Função cerca-viva;
Atração de abelhas

Samaúma	<i>Ceiba pentandra</i>	Arbórea	Grande	Nativa AM	Produção de madeira e outras matérias-primas; Propriedades medicinais
Tamboril	<i>Enterolobium Contortisiliquum</i>	Arbórea	Grande	Nativa MA / CA / CE	Atração de polinizadores; Alimentação de animais; Produção de madeira; Arborização; Reflorestamento
Torém / umbaúba	<i>Cecropia glaziovii Snethl.</i>	Arbórea	Médio	Nativa AM / CE / MA	Fornecimento de matéria orgânica; Propriedades medicinais
Urucum	<i>Bixa orellana</i>	Arbustiva	Pequeno	Nativa AM	Reflorestamento; Produção de condimentos; Usos em produtos cosméticos; Propriedades medicinais

*Amazônia (AM), Caatinga (CA), Cerrado (CE) e Mata Atlântica (MA).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

No SAF 05 (Tabela 6) foram implantados apenas 14 (quatorze) vegetais, sendo 8 (oito) espécies nativas e 6 (seis) exóticas. Por se tratar de uma área pequena, predominam as espécies de pequeno porte. Contudo, em relação ao hábito, percebe-se uma equidade entre arbóreos e arbustivos e uma exiguidade de hábito herbáceo.

Tabela 6. Espécies - SAF 05

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	HÁBITO	PORTE	ORIGEM	FUNÇÃO
Abacaxi	<i>Ananas comosus</i> L. Merrill	Herbácea	Pequeno	Nativa AM	Produção de alimento
Atemoia/ Condessa	<i>Annona reticulata</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de alimento; Propriedades medicinais
Bananeira	<i>Musa spp</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica adaptada	Produção de alimento
Biribazeiro	<i>Rollinia mucosa</i> (Jacq.) Baill.	Arbórea	Pequeno	Nativa AM	Produção de alimento

Cacau	<i>Theobroma cacao L.</i>	Arbustiva	Pequeno	Nativa AM	Produção de alimento; Sequestro de Carbono
Chacrona	<i>Psychotria viridis</i>	Arbustiva	Pequeno	Nativa AM	Propriedades medicinais; Uso religioso
Coco	<i>Cocos nucifera</i>	Arbórea	Grande	Exótica	Produção de alimento; Fornecimento de matéria-prima
Graviola	<i>Annona muricata L.</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa MA	Produção de alimento; Propriedades medicinais
Jaqueira	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Arbórea	Grande	Exótica	Produção de alimento, madeira e látex. Fornecimento de matéria orgânica; Função quebra-vento; Sombreamento
Limoeiro	<i>Citrus limon</i>	Arbustiva	Pequeno a médio	Exótica	Produção de alimentos; Propriedades medicinais; Usado na fabricação de cosméticos;
Mangueira	<i>Mangifera indica L.</i>	Arbórea	Grande	Exótica adaptada	Produção de alimento; Sombreamento
Mariri	<i>Banisteriopsis caapi</i>	Arbustiva	Grande	Nativa AM	Propriedades medicinais; Uso religioso
Pequizeiro	<i>Caryocar brasiliense</i>	Arbórea	Grande	Nativa CE	Produção de alimento; Propriedades medicinais; Sombreamento
Pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i>	Arbustiva	Médio	Nativa MA	Produção de alimento e cosméticos; Propriedades medicinais; Função cerca viva;

*Amazônia (AM), Caatinga (CA), Cerrado (CE) e Mata Atlântica (MA).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Assim como o sistema anterior, o SAF 06 (Tabela 7) também apresenta reduzida diversidade de espécies. São apenas 15 componentes arranjados na área, sendo eles equivalentemente divididos entre nativos e exóticos. Destaca-se que a maioria dos indivíduos implantados nessa área tem hábito arbóreo e porte pequeno.

Tabela 7. Espécies - SAF 06

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	HÁBITO	PORTE	ORIGEM	FUNÇÃO
Algodão	<i>Gossypium L.</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Fornecimento de matéria-prima
Cajazeira	<i>spondias mombin L.</i>	Arbórea	Grande	Nativa MA	Produção de alimento
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>	Arbórea	Grande	Nativa CE	Produção de alimento
Catanduva	<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	Arbustiva ou Arbórea	Médio	Nativa CA	Preservação da biodiversidade; Produção de madeira e forragens; Atração de abelhas
Catingueira	<i>Caesalpinia pyramidalis Tul.</i>	Arbustiva ou Arbórea	Pequeno a Médio	Nativa CA	Produção de madeira e forragens; Propriedades medicinais; Preservação da biodiversidade; Reflorestamento; Atração de abelhas; Arborização
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus Labill.</i>	Arbórea	Grande	Exótica	Produção de madeira; Função quebra-vento; Controle de erosão; Sequestro de Carbono
Feijão de corda	<i>Vigna unguiculata</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica adaptada	Produção de alimento; Fixação biológica de nitrogênio
Gliricídia	<i>Gliricidia sepium</i>	Arbórea	Médio	Exótica	Fixação biológica de nitrogênio; Fornecimento de biomassa; Produção de forragens e madeira; Propriedades medicinais
Graviola	<i>Annona muricata L</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa MA	Produção de alimento; Propriedades medicinais
Jucá / Pau-ferro	<i>Libidibia ferrea</i>	Arbórea	Grande	Nativa CA	Recuperação de áreas degradadas; Preservação da biodiversidade; Produção de madeira; Atração de abelhas, insetos e pássaros; Propriedades medicinais; Paisagismo

Mogno africano	<i>Khaya ivorensis</i>	Arbórea	Grande	Exótica	Produção de madeira; Sombreamento; Regulação térmica; Arborização
Moringa	<i>Moringa oleifera</i>	Arbórea	Pequeno a Médio	Exótica	Produção de alimento e biodiesel; Propriedades medicinais; Larvicida
Palma forrageira	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de forragens, biomassa e alimento;

*Amazônia (AM), Caatinga (CA), Cerrado (CE) e Mata Atlântica (MA).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Por fim, o SAF 07 (Tabela 8) se acentua como o que possui a menor quantidade de componentes implantados, são apenas 11 (onze) espécies, sendo a maior parte de origem nativa brasileira. Nesse caso, a explicação pode estar relacionada à classificação estrutural do SAF, que é o único do tipo silvipastoril, dentre os demais estudados.

Além do que, quanto ao hábito, predominam-se os arbóreos. E a respeito disso, é importante lembrar que essa área será destinada para animais, então, a presença de espécies arbóreas se torna fundamental para o exercício da função de sombreamento.

Tabela 8. Espécies - SAF 07

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	HÁBITO	PORTE	ORIGEM	FUNÇÃO
Ateira	<i>Annona squamosa</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de alimento; Propriedades medicinais
Cajazeira	<i>spondias mombin L.</i>	Arbórea	Grande	Nativa MA	Produção de alimento
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>	Arbórea	Grande	Nativa CE	Produção de alimento
Capim guiné	<i>Panicum maximum Jacq vr. Guiné</i>	Herbácea	Pequeno	Exótica	Produção de forragem
Catanduva	<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	Arbustiva ou Arbórea	Médio	Nativa CA	Preservação da biodiversidade; Produção de madeira e forragens; Atração de abelhas

Catingueira	<i>Caesalpinia pyramidalis Tul.</i>	Arbustiva ou Arbórea	Pequeno a Médio	Nativa CA	Produção de madeira e forragens; Propriedades medicinais; Preservação da biodiversidade; Reflorestamento; Atração de abelhas; Arborização
Gliricídia	<i>Gliricidia sepium</i>	Arbórea	Médio	Exótica	Fixação biológica de nitrogênio; Fornecimento de biomassa; Produção de forragens e madeira; Propriedades medicinais
Palma forrageira	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Arbustiva	Pequeno	Exótica	Produção de forragens, biomassa e alimento;
Pau mocó / sucupira	<i>Luetzelburgia auriculata</i>	Arbórea	Médio	Nativa CE / CA	Atração de abelhas; Reflorestamento; Função cerca viva; Paisagismo
Pequizeiro	<i>Caryocar brasiliense</i>	Arbórea	Grande	Nativa CE	Produção de alimento; Propriedades medicinais; Sombreamento
Sabiá	<i>Mimosa caesalpiniiifolia benth.</i>	Arbórea	Pequeno	Nativa CA	Fixação biológica de nitrogênio; Reflorestamento; Produção de madeira e forragens; Função cerca-viva; Atração de abelhas
Tamboril	<i>Enterolobium Contortisiliquum</i>	Arbórea	Grande	Nativa MA / CA / CE	Atração de polinizadores; Alimentação de animais; Produção de madeira; Arborização; Reflorestamento

*Amazônia (AM), Caatinga (CA), Cerrado (CE) e Mata Atlântica (MA).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Portanto, ao que se percebe, conforme distribuição dos componentes arranjados nos SAFs estudados, de acordo com as tabelas 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, ocorre uma vasta diversidade na composição dos sistemas, correlacionando em uma mesma área hábitos, portes e espécies variadas, o que conduz a uma grande possibilidade de funções ecológicas para o agroecossistema.

4.4.3 Serviços ecossistêmicos (SES) ofertados pelas espécies arrançadas em agroflorestas no semiárido cearense

Ao que se observa no levantamento dos SES ofertados pelas espécies em arranjos nos SAFs, tem-se amplamente a presença de espécies que exercem os serviços de provisão e regulação (Quadro 4), embora tenhamos também a oferta dos serviços de suporte e culturais.

Quadro 4. Serviços ecossistêmicos ofertados pelas agroflorestas do semiárido cearense

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS		ESPÉCIES PROVEDORAS
PROVISÃO	Alimento	Abacateiro ² ; Abacaxi ² ; Abiu/Aburana ¹ ; Abriçó ¹ ; Açaizeiro ¹ ; Aceroleira ² ; Ameixa brava ¹ ; Ameixoeira ¹ ; Amendoim ¹ ; Amoreira ² ; Araruta ¹ ; Ateira ⁴ ; Atemoia ² ; Azeitona preta ² ; Bananeira ³ ; Batata doce ¹ ; Biribazeiro ¹ ; Cacau ³ ; Café ¹ ; Cajarana ¹ ; Cajazeira ⁴ ; Cajueiro ⁶ ; Cambucá ¹ ; Cambuí ¹ ; Carambola ¹ ; Carnaúba ¹ ; Caqui ¹ ; Cereja da mata atlântica ¹ ; Chuchu ¹ ; Coco ² ; Cupuaçu ¹ ; Fava ³ ; Feijão de corda ⁴ ; Goiabeira ² ; Graviola ⁴ ; Groselha ¹ ; Guandú ² ; Ingá de metro ¹ ; Inhame / Cará ² ; Jabuticabeira ¹ ; Jambo ¹ ; Jaqueira ³ ; Jatobá ² ; João gomes ¹ ; João mole ¹ ; Juçara ¹ ; Laranja ¹ ; Limoeiro ⁴ ; Lixia ¹ ; Macaúba ¹ ; Macaxeira ² ; Mandioca ² ; Mamoeiro ³ ; Mangueira ³ ; Milho ³ ; Moringa ² ; Palma forrageira ⁵ ; Pequizeiro ² ; Pimenta do reino ¹ ; Pimenta malagueta ¹ ; Pimenta rosa ¹ ; Pitangueira ³ ; Pitombeira ¹ ; Pupunheira ² ; Quixabeira ¹ ; Sapotizeiro ² ; Seriguela ¹ ; Sorgo ¹ ; Taioba ¹ ; Tamarindeiro ³ ; Tangerineira ¹ ; Taturubá ¹ ; Umbu-cajazeira ² ; Urucum ² ; Uva/Videira ² ; Xixá ¹
	Madeira ou outras matérias-primas	Amendoim bravo ¹ ; Andiroba ¹ ; Angelim ¹ ; Angico ² ; Aroeira ² ; Babaçu ¹ ; Carnaúba ¹ ; Carvoeiro ¹ ; Capim citronela ¹ ; Capim gengibre ¹ ; Catanduva ⁴ ; Catingueira ⁴ ; Cedro ¹ ; Coco ² ; Copaíba do sertão ¹ ; Eucalipto ² ; Feijão bravo ¹ ; Gliricídia ⁵ ; Gonçalves alves ¹ ; Guabirobeira ¹ ; Ingá mirim ¹ ; Ipê amarelo ² ; Ipê branco ² ; Ipê rosa ² ; Ipê roxo ² ; Jangada ¹ ; Jaqueira ³ ; Jatobá ² ; Jucá / Pau-ferro ⁴ ; Jurema branca ² ; Jurema preta ² ; Leucena ³ ; Limoeiro ⁴ ; Mamoeiro ³ ; Mogno africano ¹ ; Mororó ³ ; Mulungu ¹ ; Oiticica ¹ ; Pau branco ² ; Pau brasil ¹ ; Pau d'arco ² ; Pau pombo ² ; Pereiro ¹ ; Pinhão bravo ¹ ; Pitangueira ³ ; Pitombeira ¹ ; Sabiá; Saboneteira ¹ ; Samaúma ¹ ; Sapotizeiro ² ; Tamarindeiro ³ ; Tamboril ² ; Umburana de cheiro ¹ ; Umburana de espinho ¹ ; Urucum ² ; Violete / Jacarandá violeta ²
	Forragens	Aroeira ² ; Capim de roça ¹ ; Capim elefante ¹ ; Capim guiné ² ; Catanduva ⁴ ; Catingueira ⁴ ; Facheiro / mandacaru-de-facho ¹ ; Faveleira ¹ ; Feijão bravo ¹ ; Feijão de porco ¹ ; Gliricídia ⁵ ; Guandú ² ; Jurema branca ² ; Jurema preta ² ; Leucena ³ ; Marmeleiro ² ; Mororó ³ ; Palma forrageira ⁵ ; Pau branco ² ; Pereiro ¹ ; Sabiá ⁵
	Recursos medicinais	Açafrão ¹ ; Ameixa brava ¹ ; Ameixoeira do Sertão ¹ ; Amoreira ² ; Andiroba ¹ ; Angico ² ; Araruta ¹ ; Aroeira ² ; Atemoia ² ; Babaçu ¹ ; Babosa ² ; Balsamo ¹ ; Bananinha ¹ ; Barriguda ¹ ; Birindiba ¹ ; Canela de cunhã ¹ ; Capim de roça ¹ ; Capim santo ¹ ; Catingueira ⁴ ; Chacrona ¹ ; Copaíba do sertão ¹ ; Faveleira ¹ ; Feijão bravo ¹ ; Gengibre ¹ ; Gliricídia ⁵ ; Goiabeira ² ; Gonçalves alves ¹ ; Graviola ⁴ ; Guabirobeira ¹ ; Ingá de metro ¹ ; Jatobá ² ; João gomes ¹ ; João mole ¹ ; Jucá / Pau-ferro ⁴ ; Limoeiro ⁴ ; Macaxeira ² ; Mama cadela ¹ ; Mandioca ² ; Marmeleiro ² ; Mariri ¹ ; Mofumbo ² ;

		Moringa ² ; Noni ¹ ; Oiticica ¹ ; Pau branco ² ; Pau pombo ² ; Pequizeiro ² ; Pereiro ¹ ; Pinhão bravo ¹ ; Pitangueira ³ ; Pitombeira ¹ ; Quixabeira ¹ ; Romã ¹ ; Saboneteira ¹ ; Samaúma ¹ ; Sapotizeiro ² ; Taioba ¹ ; Tamarindeiro ³ ; Terramicina ¹ ; Torém/ Umbaúba ² ; Umburana de cheiro ¹ ; Umburana de espinho ¹ ; Urucum ² ; Vassourinha ²
REGULAÇÃO	Regulação do clima; Microclima local; Qualidade do ar	Amendoim bravo ¹ ; Andiroba ¹ ; Angico ¹ ; Aroeira ² ; Copaíba do sertão ¹ ; Embiratanha ¹ ; Eucalipto ² ; Ingá de metro ¹ ; Jacarandá ¹ ; Jaqueira ³ ; Jatobá ² ; Jucá / Pau-ferro ⁴ ; Leucena ³ ; Mangueira ³ ; Mogno africano ¹ ; Oiticica ¹ ; Pau branco ² ; Pau brasil ¹ ; Pequizeiro ² ; Pereiro ¹ ; Pitangueira ³ ; Pupunheira ² ; Sapotizeiro ² ; Tamboril ² ; Tamarindeiro ³ ; Violete / Jacarandá violeta ²
	Controle de erosão	Angico ² ; Aroeira ² ; Carvoeiro ¹ ; Capim guiné ² ; Catanduva ⁴ ; Catingueira ⁴ ; Eucalipto ² ; Facheiro / mandacaru-de-facho ¹ ; Feijão bravo ¹ ; Gliricídia ⁵ ; Guandú ² ; Jacarandá ¹ ; Jaqueira ³ ; Jatobá ² ; Jucá / Pau-ferro ⁴ ; Jurema branca ² ; Jurema preta ² ; Leucena ³ ; Mangueira ³ ; Marmeleiro ² ; Mogno africano ¹ ; Oiticica ¹ ; Mororó ³ ; Palma forrageira ⁵ ; Pau branco ² ; Pau brasil ¹ ; Pequizeiro ² ; Pereiro ¹ ; Sabiá ⁵ ; Sapotizeiro ² ; Tamboril ² ; Tamarindeiro ³ ; Violete / Jacarandá violeta ²
	Controle biológico de pragas	Angico ² ; Bananinha ¹ ; Moringa ² ; Mandioca ² ; Pimenta malagueta ¹ ;
	Polinização e dispersão de sementes	Açaizeiro ¹ ; Angelim ¹ ; Angico ² ; Aroeira ² ; Café ¹ ; Cambucá ¹ ; Cambuí ¹ ; Camusé ¹ ; Canela de Cunhã ¹ ; Carambola ¹ ; Carvoeiro ¹ ; Catanduva ⁴ ; Catingueira ⁴ ; Cedro ¹ ; Cereja da mata atlântica ¹ ; Chumbinho ¹ ; Gonçalves alves ¹ ; Groselha ¹ ; Guabirobeira ¹ ; Ingá mirim ¹ ; João mole ¹ ; Jucá / Pau-ferro ⁴ ; Jurema preta ² ; Laranja ¹ ; Margaridão ¹ ; Mofumbo ² ; Mororó ³ ; Mulungu; Mutamba; Oiticica ¹ ; Pajeú ¹ ; Pau branco ² ; Pau mocó / sucupira ¹ ; Pau pombo ² ; Pata de vaca ¹ ; Pereiro ¹ ; Pupunheira ² ; Sabiá ⁵ ; Seriguela ¹ ; Tamboril ² ; Tangerineira ¹ ; Taturubá ¹ ; Umburana de cheiro ¹ ; Umburana de espinho ¹ ; Vassoura de botão ¹ ; Xixá ¹
SUPORTE	Preservação da biodiversidade; Desenvolvimento de habitats	Ameixa brava ¹ ; Angico ² ; Bananinha ¹ ; Camusé ¹ ; Catanduva ⁴ ; Catingueira ⁴ ; Cereja da mata atlântica ¹ ; Embiratanha ¹ ; Facheiro / mandacaru-de-facho ¹ ; Feijão bravo ¹ ; Gonçalves Alves ¹ ; Guapuruvu ¹ ; Jucá / Pau-ferro ⁴ ; Jurema branca ² ; Jurema preta ² ; Marmeleiro ² ; Mofumbo ² ; Mororó ³ ; Oiticica ¹ ; Pau branco ² ; Pau mocó / sucupira ¹ ; Pereiro ¹ ; Pinhão bravo ¹ ; Pupunheira ² ; Sabiá ⁵ ; Sipaúba ¹ ; Tamboril ² ; Umbu-cajazeira ² ; Vassourinha ² ; Violete / Jacarandá violeta ²
	Melhoria e/ou manutenção da qualidade do solo; Ciclagem de nutrientes	Amendoim ¹ ; Bambu ¹ ; Cacau ³ ; Carvoeiro ¹ ; Crotalaria ¹ ; Eucalipto ² ; Fava ³ ; Feijão de corda ⁴ ; Guandú ² ; Gliricídia ⁵ ; Ingá mirim ¹ ; Jacarandá ¹ ; Jaqueira ³ ; Leucena ³ ; Milho ³ ; Mororó ³ ; Mucunã preta ¹ ; Mutamba ¹ ; Pajeú ¹ ; Palma forrageira ⁵ ; Papoula ¹ ; Pata de vaca ¹ ; Sabiá ⁵ ; Torém / umbaúba ²
CULTURAIS	Beleza cênica; Conservação da paisagem; Lazer e recreação	Angico ² ; Aroeira ² ; Balsamo ¹ ; Bambu ¹ ; Birindiba ¹ ; Cambuí ¹ ; Capim de flecha ¹ ; Catingueira ⁴ ; Cereja da mata atlântica ¹ ; Facheiro / mandacaru-de-facho ¹ ; Guapuruvu ¹ ; Ipê amarelo ² ; Ipê branco ² ; Ipê rosa ² ; Ipê roxo ² ; Jatobá ² ; João gomes ¹ ; Jucá / Pau-ferro ⁴ ; Margaridão ¹ ; Mogno africano ¹ ; Pau d'arco ¹ ; Papoula ¹ ; Pereiro ¹ ; Tamboril ² ; Violete / Jacarandá violeta ²
	Identidade espiritual e religiosa	Chacrona ¹ ; Mariri ¹

NOTA: O expoente corresponde a quantidade de SAFs em que a espécie está presente.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Desta forma, tem-se explícito um potencial imenso dos SAFs em agregar em uma mesma gleba de uso da terra o aproveitamento econômico, pela exploração agrícola, e a conservação ambiental, pelos importantes serviços de regulação observados. Logo, denota-se a efetividade desse modelo estratégico de produção em promover a sustentabilidade dos recursos naturais.

4.5 CONCLUSÕES

Sistemas estruturalmente silviagrícolas e com função produtiva são predominantes na Caatinga. Essas áreas agroflorestais possuem ampla diversidade de espécies com diferentes hábitos, portes e funções ecológicas, sendo que, a maioria das espécies vegetais implantadas fornecem os serviços ecossistêmicos de provisão e regulação, ainda que serviços de suporte e culturais também sejam fornecidos.

Logo, os sistemas agroflorestais mostram-se eficazes na busca por uma maior produtividade agrícola concomitante a uma menor degradação do ambiente. Em vista disso, seu uso pode e deve ser mais estimulado pelos órgãos gestores e administradores, através de políticas públicas de extensão rural junto aos agricultores, principalmente nas áreas semiáridas, onde a produção agrícola é mais dificultosa.

Outrossim, estudos que disseminem informações sobre os serviços ecossistêmicos ofertados pelas agroflorestas têm grande importância, principalmente no que diz respeito a caatinga, onde os SAFs ainda são escassos. Dito isso, é interessante ressaltar a necessidade de mais pesquisas sobre o tema, tendo em vista a propagação do conhecimento para a comunidade científica e a proliferação do uso pelos agricultores.

Por fim, este estudo teve como intuito expor as vulnerabilidades que a região da caatinga vem enfrentando, e, ao mesmo tempo alertar a comunidade científica e os tomadores de decisões para que haja um avanço na adoção de práticas agrícolas sustentáveis.

4.6 REFERÊNCIAS

AVALIAÇÃO ECOSSISTÊMICA DO MILÊNIO (A.M.). **Ecosistemas e o bem-estar humano – Estrutura para uma avaliação**. Relatório do Grupo de Trabalho da Estrutura Conceitual da Avaliação Ecosistêmica do Milênio. São Paulo: Editora do SENAC São Paulo. 2005.

CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS. Agroinsight, 2021. Disponível em: <<https://agroinsight.com.br/classificacao-dos-sistemas-agroflorestais/>>. Acesso em: 07 fev. 2022.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

EMBRAPA. **Serviços ambientais** [s.d.]. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-servicos-ambientais/sobre-o-tema>>. Acesso em: 15 jun. 2021.

FOLHARINI, S. O. **Serviços ecossistêmicos: o que são e qual sua importância?** [s.d.]. Disponível em: <Serviços Ecossistêmicos: o que são e qual a sua importância? - Ilha do Conhecimento>. Acesso em: 15 jun. 2021.

IBGE. **Brasil em síntese**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2004. Disponível em: <<https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>>. Acesso em: 22 jun. 2021.

IPECE. **Perfil Básico Municipal Tianguá**. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE, 2009.

MICCOLIS, A. [et al.]. **Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar conservação com produção**. Opções para Cerrado e Caatinga / Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN/Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal – ICRAF, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1069767/restauracao-ecologica-com-sistemas-agroflorestais-como-conciliar-conservacao-com-producao-opcoes-para-cerrado-e-caatinga>>. Acesso em: 12 mai. 2021.

MUNIZ, L. F. [et al.]. **Classificação climática para o Estado do Ceará utilizando distintos sistemas de caracterização**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH, 2017.

NAIR, P.K.R., ed. **Classification of agroforestry systems**. In: NAIR, P.K.R., ed. *Agroforestry systems in the tropics*. London: Kluwer Academic Pub., 1989a. p.39-52.

SENA, L. M. N. **Conheça e Conserve a Caatinga – O Bioma Caatinga**. Vol. 1. Fortaleza: Associação Caatinga, 2011. 54p.

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS. **Ministério do Meio Ambiente - MMA**, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt->

br/assuntos/servicosambientais/ecossistemas-1/conservacao-1/servicos-ecossistemicos/servicos-ecossistemicos-1> Acesso em: 28 jun. 2021.

SILVA, J. M. C. [et al.] **Caatinga**: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade. Revista Ciência e Cultura, vol.70 no.4 São Paulo, 2018

VASCONCELLOS, R. C.; BELTRÃO, N. E. S. **Avaliação de prestação de serviços ecossistêmicos em sistemas agroflorestais através de indicadores ambientais**. Revista Interações, Campo Grande, MS, v. 19, n. 1, p. 209-220, 2018.

5. CAPÍTULO 2: ESTOQUES E FRAÇÕES DE CARBONO (C) EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA CAATINGA

5.1 RESUMO

A mudança do uso da terra, através da agricultura e pecuária, vem acelerando a degradação do solo e, conseqüentemente, diminuindo a sua capacidade de estocar carbono. Diante disso, tem se buscado alternativas para a mitigação das emissões de GEE e o uso de sistemas agroflorestais tem sido estimulado pelo governo brasileiro, devido a esses sistemas apresentarem grande potencial para o sequestro de carbono da atmosfera e ainda auxiliarem na renda dos agricultores. Em vista disso, objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar a qualidade do solo e a capacidade de estocagem de carbono sob diferentes sistemas agroflorestais do semiárido cearense. Foram avaliados sete SAFs, sendo esses classificados estruturalmente em três diferentes tipos: silviagrícola, silvipastoril e agrossilvipastoril. Todas as áreas estudadas se localizam no bioma caatinga. As amostras de solo foram coletadas no período seco, na camada de 0,00-0,10m e foram utilizadas na determinação de: teores totais de carbono orgânico (COT), carbono da biomassa microbiana (Cmic) e carbono da matéria orgânica particulada (MOP). Além disso, avaliou-se o aporte de serrapilheira nas áreas agroflorestais. O SAF 02 apresentou os melhores quantitativos referentes a todos os índices analisados, no entanto, todos os sistemas apresentaram boas concentrações de C e bom aporte de serrapilheira. Concluindo-se que os sistemas agroflorestais são capazes de proporcionar a melhoria da qualidade do solo.

Palavras-chave: Estocagem de carbono; Qualidade do solo; Manejo sustentável.

5.2 INTRODUÇÃO

A implantação de atividades agrícolas e pecuárias estão modificando a cobertura vegetal de grande parte do território brasileiro. A substituição de áreas nativas por áreas de culturas anuais, através de práticas de manejo inadequadas, tem acelerado o processo de degradação do solo (FREITAS et al., 2018).

Além disso, a agricultura é dependente das condições climáticas, por ser uma atividade desenvolvida através do cultivo de plantas com exposição direta aos elementos meteorológicos. Logo, as mudanças no clima podem afetar diretamente a produção e trazer consequências imprevisíveis para este setor (EMBRAPA, s. d.).

O aumento na concentração de CO₂, o aumento da temperatura atmosférica e do solo e o aumento de secas e chuvas torrenciais são temas atuais extremamente preocupantes. Desse modo, a problemática envolve três fatores principais: a mudança de uso da terra, a liberação de GEE e a capacidade do solo em estocar carbono (LINHARES et al., 2021).

Em relação aos GEE, o Brasil tem adotado medidas de mitigação das emissões desde a 15ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (COP-15/UNFCCC), realizada em 2009 em Copenhague, na Dinamarca (FENNER, 2011).

Uma das medidas adotadas pelo governo brasileiro foi o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC), que busca estimular práticas de gestão agrícolas e técnicas produtivas visando a potencialização do sequestro de carbono da atmosfera, mitigando, assim, as emissões de gases nocivos dentro do Brasil (OBSERVATÓRIO ABC, 2019).

Esse plano incentiva a adoção de práticas sustentáveis que garantam a redução de emissões de GEE e ainda auxiliem no aumento de renda dos produtores, sobretudo através do uso das seguintes tecnologias: recuperação de pastagens degradadas, sistemas agroflorestais (SAFs), sistema de plantio direto (SPD), fixação biológica de nitrogênio (FBN) e florestas plantadas (BRASIL, 2011).

Salienta-se a importância dessas práticas também para o cumprimento do ODS (Objetivo de Desenvolvimento Sustentável) 2, mais especificamente, da meta 2.4, que trata de garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, aumentando a produtividade e ajudando a manter os ecossistemas, de modo a fortalecer a capacidade de adaptação às mudanças climáticas e melhorar progressivamente a qualidade da terra e do solo (IPEA, 2019).

Diante do exposto, tem-se intensificado a implantação de vários modelos de SAFs no Brasil, com variações de espaçamentos, tratos culturais, espécies de árvores, entre outros (TORRES, 2015). É importante ressaltar que, dependendo do tipo de manejo utilizado, o carbono orgânico do solo pode ser mineralizado e transferido para a atmosfera na forma de CO₂ ou o sistema pode sequestrar C da atmosfera. Logo, modelos diferentes de SAFs certamente apresentam diferenças quanto a estocagem de carbono.

Em vista disso, objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar a qualidade do solo e a capacidade de estocagem de carbono sob diferentes sistemas agroflorestais do semiárido cearense.

5.3 MATERIAL E MÉTODOS

5.3.1 Tipo de pesquisa

Pesquisa quali-quantitativa de natureza descritiva, faz uso do método científico indutivo. Quanto às técnicas e procedimentos, é classificada como pesquisa de campo e bibliográfica.

5.3.2 Áreas de estudo

As áreas estudadas foram 7 (sete) SAFs localizados sob o bioma Caatinga, no semiárido cearense, caracterizados conforme Quadro 5.

Quadro 5. Principais características dos sistemas estudados

SAF	TAMANHO	IDADE	CLASSIFICAÇÃO	TIPOS DE MANEJO UTILIZADOS:
01	2ha (Implantação ocorre apenas ao redor da residência)	4 anos	Silviagrícola, com arranjo misto e simultâneo.	Cobertura do solo sobras do que é colhido; Combate a pragas com urina de vaca, calda de mandioca e nim.
02	3ha	10 anos	Silviagrícola, com arranjo misto e simultâneo.	Capina seletiva; Cobertura de solo; Poda.
03	1ha	19 anos	Agrossilvipastoril, com arranjo misto e simultâneo.	Cobertura do solo com folhagens; Adubação com esterco de ovelhas; Angico preto para combater pragas.
04	1,5ha (propriedade com quatro SAFs)	1 ano	Silviagrícola, com arranjo misto e simultâneo.	Cobertura do solo; Adubação com esterco; Poda; Uso de biofertilizante.
05		2 anos	Silviagrícola, com arranjo zonal e simultâneo.	
06		2 anos	Silviagrícola, com arranjo zonal e simultâneo.	
07		1 ano	Silvipastoril, com arranjo contínuo e simultâneo.	

Fonte: Elaborado pelo autor

O **SAF 01** localiza-se na comunidade ipê, zona rural do distrito Arapá, o **SAF 02** localiza-se no Pé da Serra e o **SAF 03** na Comunidade Areia Branca, ambos no município de Tianguá/CE (3° 43' 56" S / 40° 59' 30 W) sob a mesorregião noroeste cearense. A área da cidade corresponde a 908,89km², tem como relevo a Chapada da Ibiapaba e os tipos de solos encontrados são Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Litólicos, Latossolos, Planossolos e Nitossolos (EMBRAPA, 2006).

A vegetação de Tianguá é do tipo Carrasco, Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-Nebular (Mata Úmida) e Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Mata Seca) (IPECE, 2009). O clima do município, segundo a classificação de Köppen, é "Aw" tropical com inverno seco (MUNIZ, 2017), com período chuvoso de janeiro a maio, precipitação pluvial média de 1.210,3mm e temperaturas médias de 22° a 24° C (IPECE, 2009).

Já os **SAFs 04, 05, 06 e 07** localizam-se na Comunidade Juá dos Vieiras, no município de Viçosa do Ceará (3° 33' 44" S / 41° 05' 32" W) também sob a mesorregião noroeste. Ocupando uma área de 1.311,6km², o município tem como relevo os tipos Planalto da Ibiapaba e Depressões Sertanejas e os principais solos encontrados são Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Litólicos, Latossolos, Planossolos e Nitossolos (EMBRAPA, 2006).

Os tipos vegetacionais predominantes no município são Carrasco, Floresta Caducifólia Espinhosa, Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial, Floresta Subcaducifólia Tropical Xeromorfa e Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-Nebular (IPECE, 2017). O clima de Viçosa do Ceará é também classificado, segundo Köppen, como "Aw" clima tropical com inverno seco (MUNIZ, 2017), com período de chuvas de janeiro a abril, temperaturas médias de 22° a 24° C e pluviosidade anual média de 1.349mm (IPECE, 2017).

5.3.3 Metodologia

5.3.3.1 Coleta e análise de solo

Os solos foram coletados por meio de amostras completas em cada SAF, considerando a profundidade de 0-20cm (0,2m). Coletadas as amostras, estas foram encaminhadas para o laboratório da FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos).

Foram então realizadas análise de carbono orgânico total (COT), carbono microbiano (Cmic) e matéria orgânica particulada (MOP). As análises de COT foram realizadas por oxidação via úmida (YEOMANS; BREMNER, 1988), assim como as análises de Cmic foram realizadas pelo método da irradiação-extração (ISLAM; WEILL, 1998). Já as análises de MOP foram realizadas conforme adaptação da metodologia de Lião et al (2006).

5.3.3.2 Coleta e análise da serrapilheira

Utilizou-se um quadrante de 1x1m para fins de delimitação de área para coleta em cada agrofloresta. Foram selecionadas 3 parcelas representativas da produção de biomassa de cada área de produção. As amostras foram levadas para laboratório e realizada a determinação do peso médio de cada área, e assim extrapolado para o equivalente em hectares de área.

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.4.1 Frações de C em SAFs na Caatinga

Os estoques de C em diferentes frações dos sistemas agroflorestais estudados são apresentados na Tabela 9. Observou-se, com a análise dos dados, que em todos os SAFs estudados há uma elevada concentração de C do solo, nas diversas frações, o que é considerado fundamental para manutenção da qualidade de solos sob sistemas agrícolas, principalmente em áreas de Caatinga, que possuem naturalmente uma pequena presença de C do solo (GIONGO, 2021).

Tabela 9. Frações de carbono do solo sob diferentes arranjos agroflorestais na Caatinga

SAF	COT (g.Kg)	Cmic (Mmg)	MOP (g.Kg)
01	9,8	240,02	0,11
02	27,2	875,9	4,54
03	7,9	345,12	0,23
04	11,2	401,23	1,01
05	10,4	289,02	0,23
06	11,2	367,01	0,22
07	8,7	433,04	0,87

**Análises realizadas no laboratório de solos da FUNCEME/UFC.*

Avaliando os teores de carbono orgânico total (COT), verificou-se que o SAF 02 apresentou o maior quantitativo. Esse resultado segue a lógica da importância da cobertura vegetal (LOSS et al., 2015) e da diversificação de culturas (FILIZOLA, 2022) para a fixação de C no solo. Além disso, maiores teores de COT estão relacionados à redução no uso de implementos agrícolas, ao não revolvimento do solo e a qualidade da serrapilheira disponível (SILVA et al., 2022).

Por outro lado, o SAF 03 apresentou o menor valor de COT, sendo que os demais apresentaram teores relativamente semelhantes. As concentrações mais baixas de COT podem ser associadas com processos de degradação, em geral, como alta taxa de erosão (PRIMIERY et al., 2017). Podem ainda ser associadas às mudanças do microclima local, que

favorecem a mineralização dos compostos orgânicos e a não adição de resíduos em grande quantidade (SANTOS et al., 2019).

O carbono orgânico está diretamente ligado à qualidade do solo, por ser um agente cimentante da estrutura, atuante na complexação de elementos e capacidade de troca de cátions (CAMPOS et al., 2016). No entanto, estudos têm mostrado que o COT não é um indicador sensível para avaliar os agroecossistemas, visto que mudanças pequenas no carbono total são difíceis de serem detectadas em pouco tempo, devido à alta variabilidade natural do solo (IWATA et al., 2021).

Em contrapartida, o carbono da biomassa microbiana do solo (Cmic) e o a matéria orgânica particulada (MOP), denominadas de frações lábeis de C, são capazes de detectar mais rapidamente as mudanças nos conteúdos de C no solo associadas ao manejo (HOFFMANN et al., 2018). Por se tratarem de pequenas partículas localizadas sobre a superfície do solo, elas podem ser perdidas com mais facilidade durante processos de degradação, como erosão e lixiviação.

Além disso, essas frações têm grande importância nos processos de formação e estabilização de agregados do solo (ROSA et al., 2003 apud TIRLONI, 2010). Assim, a análise dessas frações para a detecção de alterações de curto prazo no solo e, por conseguinte, para a busca de melhorias na preservação e na conservação dos ambientes, tem elevada importância.

Nessa circunstância, avaliando os índices de Cmic das áreas de estudo, os resultados não demonstraram tanta divergência em relação ao COT. Logo, considerando-se que a biomassa microbiana é a principal responsável pela decomposição de resíduos orgânicos, pela ciclagem de nutrientes e pelo fluxo de energia dentro do solo (JENKINSON & LADD, 1981 apud HOFFMANN et al., 2018), o SAF 02, que apresentou o maior Cmic, confirmou-se o sistema com o solo mais favorável ao maior desenvolvimento de plantas.

Já os SAFs 01 e 05, respectivamente, apresentaram os menores índices de Cmic, ressaltando-se que os demais sistemas não obtiveram grande variação de valores em comparação aos citados. O baixo teor de Cmic pode estar relacionado a baixa cobertura do solo ou a qualidade da matéria orgânica utilizada no manejo, tendo em vista que essa fração é resultante dos processos dos microorganismos vivos (bactérias, fungos e protozoários), que usam C vindo de restos vegetais para obterem energia e formarem tecidos de sua própria composição (VASILAS, 2004).

É importante destacar que as coletas de solo foram realizadas em época de seca, o que pode ter provocado uma menor umidade no solo, causando impacto sobre a cobertura vegetal e possivelmente diminuído a população microbiana. Tendo em vista que, em condições de pouca disponibilidade hídrica no solo, a maioria das bactérias, protozoários e microalgas são inativas ou tem sua atividade reduzida (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Apesar disso, os dados obtidos referentes ao Cmic puderam confirmar a ideia de que a manutenção de sistemas de uso da terra com diversificação de espécies pode auxiliar no aumento da atividade microbiana nas camadas superficiais do solo e refletir no aumento de C nessa fração (SILVA, 2012).

Os resultados referentes a MOP não apresentaram diferença significativa em relação aos descritos anteriormente. Acentua-se que a MOP resulta do fracionamento da matéria orgânica do solo, é uma fração de partículas derivadas de resíduos de plantas e hifas com estruturas celulares reconhecíveis, cuja permanência no solo está condicionada à proteção física desempenhada por agregados (NANZER, 2019).

Destaca-se ainda que os teores de MOP podem sofrer forte influência da incorporação dos resíduos de cobertura (LIMA et al., 2016), resultantes de deposição natural ou de manejos de adição de adubação orgânica, e que um alto teor de MOP indica um solo equilibrado e de alta qualidade na sua camada superficial, o que representa boa capacidade de infiltração de água (MOURA et al., 2015).

Em suma, levando em conta todos os índices, o SAF 02 mostrou-se como o solo de melhor qualidade. E, considerando-se apenas as frações lábeis do solo, os SAFs 01, 05 e 03, respectivamente, mostraram-se mais frágeis a processos de degradação. Ainda assim, todos os sistemas apresentaram boa concentração de C no solo.

5.4.2 Aporte de serrapilheira em SAFs na Caatinga

Conforme Tabela 10, avaliando o aporte de serrapilheira nas áreas de estudo, observa-se se que os maiores valores foram encontrados nos SAFs 01 e 02. Houve diferença significativa entre o maior e o menor valor encontrado, sendo o menor valor referente ao SAF 03.

Romão (2012) afirma que a quantidade de serrapilheira no solo pode ser associada a condições desfavoráveis à decomposição, como déficit de água, temperaturas muito altas ou muito baixas, pH alto ou baixo, baixa densidade de organismos decompositores, e também da época de realização da coleta. Silva et al. (2012) afirmam também que a temperatura e a umidade são fatores decisivos para a quantidade de material vegetal que cai no solo.

Tendo isso em vista, um dos fatores que pode ser relacionado aos quantitativos obtidos é o sombreamento, provocado pelo adensamento das espécies e consequente entrelaçamento de copas, que favorece o acúmulo de material formador de serrapilheira no solo, como ocorre nos SAFs 01 e 02, situação contrária ao que ocorre nos SAFs 03 e 07, onde as espécies são arrançadas espaçadamente, deixando o solo mais exposto.

Tabela 10. Aporte de serrapilheira em solo sob diferentes arranjos agroflorestais na Caatinga

ÁREA	KG/HA/-1ANO
SAF 01	4.200
SAF 02	5.400
SAF 03	1.100
SAF 04	2.900
SAF 05	3.000
SAF 06	3.100
SAF 07	1.800

**Análises realizadas no laboratório de solos do IFPI.*

Os demais sistemas (04, 05 e 06) apresentaram semelhança nos valores de serrapilheira, a semelhança entre esses resultados pode ser correlata a estrutura e ao tipo de arranjo utilizado nesses SAFs, considerando que os três casos possuem a mesma classificação e que a composição da vegetação pode influenciar na produção, qualidade e disposição da serrapilheira (COSTA, 2015).

A serrapilheira representa um reservatório potencial de C e de nutrientes, cuja liberação depende da taxa de decomposição e mineralização do material aportado (GAMA-RODRIGUES et al., 2008). A sua principal função é atuar na superfície do solo como um sistema de entrada e saída de nutrientes (COSTA, 2015), portanto, a quantidade de serrapilheira reflete na capacidade produtiva do solo e no seu potencial de recuperação ambiental.

5.5 CONCLUSÕES

A estocagem de carbono e o aporte de serrapilheira nas áreas de estudo variaram em função do arranjo implantado, sendo que o SAF 02 apresentou maior potencial. Supõe-se que a maior capacidade de estocagem de carbono ocorreu em função do maior número de espécies existentes, por unidade de área.

Os sistemas agroflorestais demonstraram contribuir para captura de CO₂ atmosférico e sua estocagem na superfície terrestre, portanto, se fortalece a importância do uso desses sistemas na mitigação das mudanças climáticas.

Além disso, esses sistemas se mostraram eficientes para a melhoria da qualidade do solo e aumento do teor de matéria orgânica, logo, podem ser um meio de promover segurança alimentar e promoção da sustentabilidade do sistema produtivo.

5.6 REFERÊNCIAS

BRASIL. **Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura** – Versão Preliminar. 75 p., 2011.

CAMPOS, M.C.C[et al.]. Estoque de carbono no solo e agregados em Cambissolo sob diferentes manejos no sul do Amazonas. **Revista Ambiente & Água**, v.11, n.2,2016.

EMBRAPA. **Agricultura de baixa emissão de carbono**, s. d. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/tema-agricultura-de-baixo-carbono/perguntas-e-respostas>>. Acesso em: 30 out. 2022.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

FENNER, A. L. D. **Política nacional sobre mudança do clima** – PNMC implementação e principais desafios, 150p. Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2011.

FILIZOLA, H. F. [et al.]. Atributos físico-hídricos e estoque de carbono de solos de áreas sob irrigação em Itaí, SP. **Revista de Estudos Ambientais**, [S.l.], v. 23, n. 2, p. 6-22, jun. 2022.

FREITAS, L. [et al.] Estoque de carbono de latossolos em sistemas de manejo natural e alterado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 228-239, jan.- mar., 2018.

GAMA-RODRIGUES A. C. [et al.] Balanço de carbono e nutrientes em plantio puro e misto de espécies florestais nativas no sudeste da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. p. 1165-1179, 2008.

IBGE. **Brasil em síntese**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2004. Disponível em: <<https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>>. Acesso em: 22 jun. 2021.

IPEA. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2019. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/ods/ods2.html>>. Acesso em: 30 nov. 2022.

IPECE. **Perfil Básico Municipal Tianguá**. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE, 2009.

ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 27, n. 4, p. 408-416, 1998.

IWATA, B. F. [et al.] Carbono orgânico total e particulado e relação de estratificação em sistemas agroflorestais na caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 34, n. 2, p. 443 –451, abr. – jun., 2021

LIAO, J. D. [et al.] Storage and dynamics of carbon and nitrogen in soil physical fractions following woody plant invasion of grassland. **Soil Biology and Biochemistry**, 3184-3196, 2006.

LIMA, C. E. P. [et al.] Compartimentos de carbono orgânico em Latossolo cultivado com hortaliças sob diferentes manejos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.51, n.4, p.378-387, 2016.

LINHARES, J. M. S. [et al.] **Estoque de carbono orgânico no solo sob floresta primária (FP) e sistemas agroflorestais (SAF) em assentamento rural no sul do Amazonas**. SAJEBTT, Rio Branco, UFAC v.8 n.2, p.497-519 (2021): Edição jan/abr.

LOSS, A. [et al.] Carbono Orgânico Total e Agregação do Solo em Sistema de Plantio Direto Agroecológico e Convencional de Cebola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p1212-1224, 2015.

MOURA, J. A. [et al.] Respiração basal e relação de estratificação em solo cultivado com citros e tratado com resíduos orgânicos no estado de Sergipe. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, 36: 731-746, 2015.

MUNIZ, L. F. [et al.] **Classificação climática para o Estado do Ceará utilizando distintos sistemas de caracterização**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH, 2017.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2. ed. atualizada e ampliada — Editora UFLA, 2006. 729 p

NANZER, M. C. [et al.] Estoque de carbono orgânico total e fracionamento granulométrico da matéria orgânica em sistemas de uso do solo no Cerrado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. v. 18, n. 2, p. 136-145, 2019.

OBSERVATÓRIO ABC. **COP-15 e Brasil: Reduzindo Emissões**, 2019. Disponível em: < <http://observatorioabc.com.br/2019/12/cop-15-e-brasil-reduzindo-emissoes/>>. Acesso em: 31 out. 2022.

PRIMIERY, S. [et al.] Dinâmica do Carbono no Solo em Ecossistemas Nativos e Plantações Florestais em Santa Catarina. **Revista Floresta e Ambiente**, p. 1-9, 2017.

ROMÃO, R. L. **Carbono orgânico em função do uso do solo**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013.

SANTOS, K. F. Teores e estoques de carbono orgânico do solo em diferentes usos da terra no Planalto Sul de Santa Catarina. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 18, n. 2, p. 222-229, 2019.

SILVA, M.S.C. [et al.] Estoque de serapilheira e atividade microbiana em solo sob sistemas agroflorestais. **Floresta e Ambiente**, vol. 19, n. 4, p. 431-441, 2012.

SILVA A. D. [et al.] **Influência da precipitação e temperatura do ar na produção de liteira na Floresta Nacional do Tapajós**, Belterra – PA. In: XII Salão de Pesquisa e Iniciação Científica do CEULS/ULBRA e Conexão de saberes pela pesquisa, 2012.

SILVA et al. Qualidade do solo: indicadores biológicos para um manejo sustentável. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.1, p.6853-6875. Jan. 2021

TORRES, C. M. M. E. **Estocagem de carbono e inventário de gases de efeito estufa em sistemas agroflorestais, em Viçosa, MG**, 2015.

Disponível em:

<http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/8377/Tese_%20Carlos%20Moreira%20Miquelino%20Eleto%20Torres.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 31 out. 2022.

TIRLONI, C. **Atributos físicos e fracionamento granulométrico da matéria orgânica do solo em sistema de integração lavoura pecuária**. Dissertação (Doutorado) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2010.

VASILAS, B.L. **Microbiology of Hydric Soils**. In: VASILAS, L.M. (Ed.). A guide to hydric soils in the Mid-Atlantic Region. Morgantown: USDA, 2004. p.37-43

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1988.