



**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

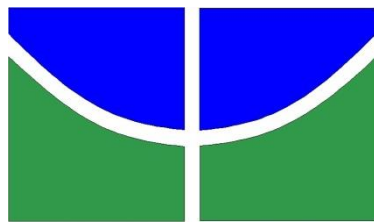
**SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS  
DEGRADADAS EM AMBIENTES DE CERRADO**

**Danilo Henrique Degolim Oliveira**

**Brasília, 22 de agosto de 2024**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

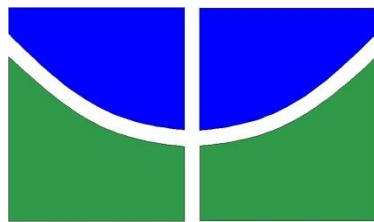
## **SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS EM AMBIENTES DE CERRADO**

**Danilo Henrique Degolim Oliveira**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Juscelina Arcanjo dos Santos.

Brasília-DF, 22 de agosto de 2024



**Universidade de Brasília - UnB**  
**Faculdade de Tecnologia - FT**  
**Departamento de Engenharia Florestal – EFL**

## **Sistemas Agroflorestais na Recuperação de Áreas Degradadas em ambientes de Cerrado**

Estudante: Danilo Henrique Degolim Oliveira

Matrícula: 16/0117291

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Juscelina Arcanjo dos Santos

Menção: \_\_\_\_\_

---

Prof(a). Dr(a). Juscelina Arcanjo dos Santos  
Universidade de Brasília – UnB  
Departamento de Engenharia Florestal  
Orientadora (EFL)

---

Prof(a). Dr(a). Rosana de Carvalho Cristo Martins  
Universidade de Brasília – UnB  
Departamento de Engenharia Florestal  
Membro da Banca

---

Prof(a). Dr(a). Nome do Membro da Banca  
Nome da Instituição – SIGLA  
Membro da Banca

Brasília-DF, 22 de agosto de 2024

## FICHA CATALOGRÁFICA

OLIVEIRA, DANILO DEGOLIM

SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS EM AMBIENTES DE CERRADO.

54 p., 210 x 297mm (EFL/FT/UnB, Engenheira, Engenharia Florestal, 2024).

Trabalho de conclusão de curso - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Florestal

- |                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| 1. Revisão bibliográfica | 2. Serviços Ecológicos |
| 3. Viabilidade econômica | 4. Espécies nativas    |

I. EFL/FT/UnB

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

OLIVEIRA, D. D. (2024). **SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS EM AMBIENTES DE CERRADO**. Trabalho de conclusão de curso, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 54 p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR(A): Danilo Henrique Degolim Oliveira

TÍTULO:

GRAU: Engenheiro(a) Florestal

ANO: 2024

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias deste Projeto Final de Graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste Projeto Final de Graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Danilo Henrique Degolim Oliveira

Daniloef16@gmail.com

Este trabalho é dedicado à toda a minha família, meus amigos, e à minha orientadora,  
que foram essenciais em vários momentos da minha formação acadêmica.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus por se fazer tão presente em todos os momentos da minha vida. À todas as pessoas que fizeram parte da minha história, e que colaboraram de alguma forma para que a realização deste trabalho fosse possível. À minha família e aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado em momentos de dificuldade. A todos os professores da Universidade de Brasília, em especial, do Departamento de Engenharia Florestal, que me transmitiram o conhecimento e agregaram enormemente na minha formação, não apenas acadêmica, mas também pessoal. E em especial, à minha orientadora, que me guiou durante o percurso e me deu todo o apoio que precisei em cada etapa de criação e elaboração deste trabalho.

*“A natureza pode suprir todas as necessidades do homem, menos a sua ganância”.*

(Mahatma Gandhi)

## RESUMO

Oliveira, Danilo Degolim (OLIVEIRA, D. D.) **SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS EM AMBIENTES DE CERRADO.** Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

Este trabalho apresenta uma revisão bibliográfica sobre Sistemas Agroflorestais (SAF's) na Recuperação de Áreas Degradadas (RAD) em ambientes de Cerrado com o objetivo de demonstrar a relação da dinâmica de funcionamento destes sistemas com a prestação de serviços ecossistêmicos e ambientais associados à recuperação de áreas. Foram analisados artigos e publicações relevantes nas bases de dados SciElo, Google acadêmico, Sci-Hub, Periódicos CAPES, ScienceDirect, entre outros, sem restrição de data de publicação, entre os períodos de março a agosto de 2024. A revisão evidenciou que Sistemas Agroflorestais possuem diversos benefícios à curto, médio e longo prazo, tanto para a Recuperação de Áreas Degradadas, quanto para a produção, por estarem associados ao reestabelecimento da prestação de inúmeros serviços ecossistêmicos e ambientais, destacando-se serviços como armazenamento de carbono e de água no solo. A partir desta análise, conclui-se que Sistemas Agroflorestais são viáveis economicamente, e possuem enorme potencial de utilização, tanto para pequenos, quanto para grandes produtores, pelo fato de aliar a produção à recuperação da área, garantindo benefícios à curto, médio e longo prazo, não apenas para a área de produção, mas para todo o ecossistema ao redor.

**Palavras-chave:** Serviços ecossistêmicos; Viabilidade econômica; Espécies nativas.



## ABSTRACT

Oliveira, Danilo Degolim (OLIVEIRA, D. D.) **AGROFORESTRY SYSTEMS IN THE RECOVERY OF DEGRADED AREAS IN CERRADO ENVIRONMENTS**. Monograph (Forest Engineering Degree) – University of Brasília, Brasília, DF.

*This work presents a bibliographic and bibliometric review on Agroforestry Systems (AFS) in the Recovery of Degraded Areas (RDA) in Cerrado environments, with the objective of demonstrating the relationship between the functional dynamics of these systems and the provision of ecosystem and environmental services associated with area recovery. As well as proposing more sustainable and equally viable production alternatives. Relevant articles and publications were analyzed in the SciElo, Google Scholar, Sci-Hub, CAPES Journals, ScienceDirect, among others, without restriction on the publication date, during the period from March to August 2024. The review highlighted that Agroforestry Systems have several short, medium, and long-term benefits, both for the Recovery of Degraded Areas and for production, as they are associated with the reestablishment of numerous ecosystem and environmental services, with special emphasis on services such as carbon and water storage in the soil. From this analysis, it is concluded that Agroforestry Systems are economically viable and have enormous potential for use, both for small and large producers, as they combine production with area recovery, ensuring short, medium, and long-term benefits, not only for the production area but for the entire surrounding ecosystem.*

**Keywords:** *Ecosystem services, Economic viability, Native species.*

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Modelo teórico conceitual da prestação de serviços ecossistêmicos.....	18
<b>Figura 2.</b> Gráfico da temperatura média global. ....	22
<b>Figura 3.</b> Estoque de carbono do solo (CS) .....	23
<b>Figura 4.</b> Árvore e frutos de pequi. ....	35
<b>Figura 5.</b> Árvore e frutos de mangaba. ....	36
<b>Figura 6.</b> Árvore e frutos de Araticum. ....	37
<b>Figura 7.</b> Árvore e frutos de cagaita. ....	38
<b>Figura 8.</b> Árvore e frutos de Macaúba. ....	39
<b>Figura 9.</b> Árvore e frutos de Baru.....	40

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Classificação em relação a aspectos ecológicos, econômicos e funcionais.	15
<b>Tabela 2.</b> Serviços ecossistêmicos e procedimentos metodológicos por indicador de serviços.....	19
<b>Tabela 3.</b> Lucro por sequestro de carbono por SAF. ....	25
<b>Tabela 4.</b> Usos múltiplos de algumas plantas nativas do Cerrado .....	32
<b>Tabela 5.</b> Espécies arbóreas mais utilizadas em Sistemas Agroflorestais no DF.....	40

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

<b>CNPSA</b>	Cadastro Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais
<b>INPE</b>	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
<b>PNPSA</b>	Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais
<b>PFPSA</b>	Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais
<b>RAD</b>	Recuperação de Áreas Degradadas
<b>SAF</b>	Sistema Agroflorestal
<b>SE</b>	Serviços Ecológicos

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>Metodologia .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b>Revisão bibliográfica .....</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1</b>	<b>Classificação dos Sistemas Agroflorestais .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Aspectos ecológicos, econômicos e funcionais.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Arranjo de seus componentes.....</b>	<b>16</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Com relação à sua estrutura .....</b>	<b>17</b>
<b>4.2</b>	<b>Serviços ecossistêmicos (SE's).....</b>	<b>17</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Ciclagem de nutrientes .....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>Valoração e viabilidade econômica.....</b>	<b>25</b>
<b>6</b>	<b>SAF's na Recuperação de Áreas Degradadas (RAD).....</b>	<b>26</b>
<b>6.1</b>	<b>Diagnósticos e tomada de decisões para RAD .....</b>	<b>27</b>
<b>6.2</b>	<b>SAF's no Cerrado.....</b>	<b>29</b>
<b>6.2.1</b>	<b>A escolha do SAF .....</b>	<b>30</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Espécies arbóreas potenciais para o Cerrado.....</b>	<b>31</b>
<b>6.2.3</b>	<b>SAF's no DF.....</b>	<b>40</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>42</b>
<b>8</b>	<b>Referências.....</b>	<b>43</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Todo o território brasileiro sofre, historicamente, com o desmatamento como consequência de interesses latifundiários. Sabe-se que desde 1500, grande parte das áreas nativas do Brasil foram suprimidas em todos os biomas. Porém, atualmente, enquanto muitos dos olhares estão voltados apenas para o bioma Amazônia, é o Cerrado quem mais sofre com os impactos diretos da exploração agropecuária. Considerado um dos *hotspots* de maior relevância mundial, o Cerrado é o bioma que mais perdeu percentual de vegetação nativa de todos os tempos. Cerca de 21,3%, segundo MapBiomias (2020), sendo o monocultivo e o agronegócio os principais causadores do problema no bioma (Instituto Cerrados, 2023).

No ano de 2021, o desmatamento no Cerrado cresceu cerca de 29% em relação ao ano de 2020, o que corresponde a uma área equivalente a 10 mil quilômetros quadrados de floresta nativa. Mesmo no ano de 2023, apesar de tentativas de mudanças públicas por parte do governo, o Cerrado perdeu cerca de 3.532 quilômetros quadrados de floresta nos primeiros 5 meses, enquanto na Amazônia Legal, houve reduções significativa dos índices de desmatamento. De acordo com INPE/DETER, a área desmatada de Cerrado apenas nos primeiros meses de 2023, entre janeiro e maio, foi 35% maior em relação ao mesmo período do ano anterior (Gabriel, 2023; SAUER, 2024).

O uso da monocultura como principal meio de produção é insustentável a longo prazo, e se faz cada vez mais necessário a transição para formas mais sustentáveis de cultivo e produção. Que sejam economicamente viáveis e igualmente produtivas. Neste contexto, os Sistemas Agroflorestais representam uma ótima alternativa para o enfrentamento deste problema.

“Sistemas Agroflorestais” (SAF’s) é um termo que foi criado para definir cientificamente um modelo de cultivo praticado há milhares de anos por culturas antigas, em que o plantio de espécies arbóreas é realizado simultaneamente com o plantio de espécies herbáceas, e/ou criação de animais, dentro de uma mesma área (Nair, 1993). Por serem técnicas muito antigas, são muito simples de serem implementadas na prática, além de trazerem diversos benefícios, diretos e indiretos, tanto para o solo, quanto para a produção, e todo o ecossistema ao redor de onde o SAF esteja inserido. Esses benefícios atuam em diferentes esferas: física, química, biológica; no micro e na macrofauna; abaixo e acima do solo; e no clima. SAF's são projetados de maneira integrada, buscando otimizar as interações entre os componentes florestais e agrícolas, promovendo benefícios mútuos. Em um SAF, as árvores desempenham

um papel importante como parte de um arranjo planejado para estimular sinergias positivas entre os componentes presentes, contribuindo para a restauração de ecossistemas degradados e a promoção do uso sustentável da terra (MARTINS et al. 2017).

A recuperação de áreas degradadas, utilizando SAF's, acontece de forma multifatorial e gradual, ou seja, melhora as condições do solo e do ambiente com o passar do tempo, o que, por consequência, causa um impacto positivo na produção a médio e longo prazo (SANTOS et al. 2024). Este trabalho busca, portanto, demonstrar que a utilização de Sistemas Agroflorestais é uma alternativa viável, sustentável e economicamente rentável para qualquer tipo de produção, além de atuar positivamente na recuperação de áreas degradadas, especialmente em ambientes de Cerrado, bioma com alto grau de degradação.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Realizar uma revisão bibliográfica sistemática sobre o potencial de utilização de Sistemas Agroflorestais para a Recuperação de Áreas Degradadas em ambientes de Cerrado.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Apresentar a classificação dos Sistemas Agroflorestais;
- Analisar os serviços ecossistêmicos prestados pelos Sistemas agroflorestais no Cerrado e sua importância na recuperação de áreas degradadas;
- Propor alternativas sustentáveis de produção, igualmente viáveis e economicamente rentáveis.



### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica desta pesquisa foi realizada no período de março a agosto de 2024, tendo como fontes: artigos, revistas e publicações científicas de forma geral, de plataformas *online* como: *SciElo*, Google acadêmico, *Sci-Hub*, Periódicos CAPES, *ScienceDirect*, entre outros, sem restrição de data. Foram utilizadas publicações no idioma inglês e português, que pudessem agregar, de alguma forma, para o melhor entendimento a respeito da dinâmica de funcionamento dos Sistemas Agroflorestais no ecossistema, voltado para o tema “Recuperação de Áreas Degradadas em ambientes de Cerrado”.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Inicialmente, será exposto as classificações dos Sistemas Agroflorestais de acordo com as suas características principais. Posteriormente, será demonstrado a relação dos SAF's com a prestação de serviços ecossistêmicos e a sua importância para a prestação de serviços ambientais. Em seguida, a relação da prestação destes serviços com a Recuperação de Áreas Degradadas. E, por fim, a utilização de SAF's em ambientes de Cerrado como alternativa viável de produção, em relação ao método monocultural.

### 4.1 Classificação dos Sistemas Agroflorestais

Os SAF's podem ser classificados: em relação aos aspectos ecológicos, econômicos e funcionais; quanto ao arranjo de seus componentes; e em relação à sua estrutura (SENAR, 2017; ENGEL, 1999; NAIR, 1993).

#### 4.1.1 Aspectos ecológicos, econômicos e funcionais

**Tabela 1.** Classificação em relação a aspectos ecológicos, econômicos e funcionais.

Aspecto	Classificação
Ecológicos	De acordo com a localização geográfica, condições topográficas e complexidade biológica do ambiente
	Subsistência
Econômicos	Comerciais
	Intermediários
Funcionais	Produção
	Proteção

**Fonte:** SENAR, 2017; ENGEL, 1999; NAIR, 1993.

A classificação dos SAF's segundo os aspectos ecológicos leva em consideração as características ambientais específicas de diferentes regiões (biomas tropicais, subtropicais, temperados, áridos, áreas montanhosas e costeiras), a interação dos componentes do sistema, e as condições ecológicas predominantes da região em que o SAF está inserido, promovendo a sustentabilidade e eficiência dos sistemas de acordo com o clima, o solo e a biodiversidade

local. Esta classificação permite adaptar os SAF's às suas particularidades, maximizando a eficiência do sistema e a sua sustentabilidade.

A classificação dos SAF's segundo aspectos econômicos, leva em consideração a finalidade econômica que a produção do SAF é voltada. Se para: subsistência – quando a produção é voltada para o autoconsumo, destinada principalmente à alimentação e sustento do produtor e sua família; comercial – produção voltada ao mercado, visando a geração de renda através da venda de produtos agrícolas, florestais e/ou pecuários; ou intermediários – que combinam a produção de subsistência e comercial.

Com relação aos aspectos funcionais, diz respeito ao objetivo da implementação do SAF, se para produção madeireira ou não madeireira, ou para a proteção ambiental de uma área, cujo objetivo predominante é conservar e restaurar o meio ambiente.

#### 4.1.2 Arranjo de seus componentes

- **No espaço** – disposição das espécies na área. Podem ser sistemas contínuos, zonais ou mistos:

- **Sistemas contínuos:** Uma espécie principal, contínua, e outra plantada com determinada função; como adubação ou sombreamento, por exemplo.

- **Sistemas zonais:** plantio realizado em zonas alternadas entre um componente e outro. Por exemplo: dez fileiras de cacauzeiros, em espaçamento 3 x 2,5 m; e três fileiras de pupunheiras, em espaçamento 2 x 1,5 m.

- **Sistemas mistos:** mistura de componentes. Por exemplo: pomares caseiros; quintais agroflorestais; e sistemas agroflorestais sucessionais. Sistemas de sucessão de culturas, que mantêm o solo com vegetação durante todo o ano, garantindo o aproveitamento total do espaço horizontal e vertical da área de plantio, além do adensamento das espécies, explorando todos os níveis de estratificação que compõem a floresta.

- **No tempo** – disposição das espécies no tempo. Podem ser sequenciais ou simultâneos/complementares:

- **Sistemas sequenciais:** Plantio de um componente sucedido pelo plantio de outro componente. Inclui agricultura migratória, com intervenção e manejo de capoeiras; sistemas silviagrícolas rotativos (capoeiras melhoradas com espécies arbóreas de crescimento rápido); e

o sistema *Taungya* (cultivos anuais consorciados temporariamente com árvores durante os primeiros anos de implantação).

- **Sistemas simultâneos ou complementares:** Plantio simultâneo e contínuo de cultivos anuais e perenes. Podem ser associados com a pecuária; como plantio de árvores e a criação de animais, ou pomares caseiros e lavouras temporárias, por exemplo (ANDRADE, 2012).

#### 4.1.3 Com relação à sua estrutura

**Sistemas silviagrícolas (ILF):** Espécies florestais e agrícolas. Podem ser divididos em baixa, média e alta complexidade biológica (SENAR, 2017; ENGEL, 1999; NAIR, 1993).

- **Baixa complexidade:** Sistemas com quebra-ventos, *Taungya*, cultivos em aleias (fileiras), e cercas vivas, apenas, entre outros.

- **Média e alta complexidade:** Quintais agroflorestais, sistemas multiestratificados, sucessionais, entre outros.

**Sistemas silvipastoris (IPF):** Espécies florestais e atividades de pecuária.

**Sistemas agrossilvipastoris (ILPF):** Espécies florestais, agrícolas e atividades de pecuária.

#### 4.2 Serviços ecossistêmicos (SE's)

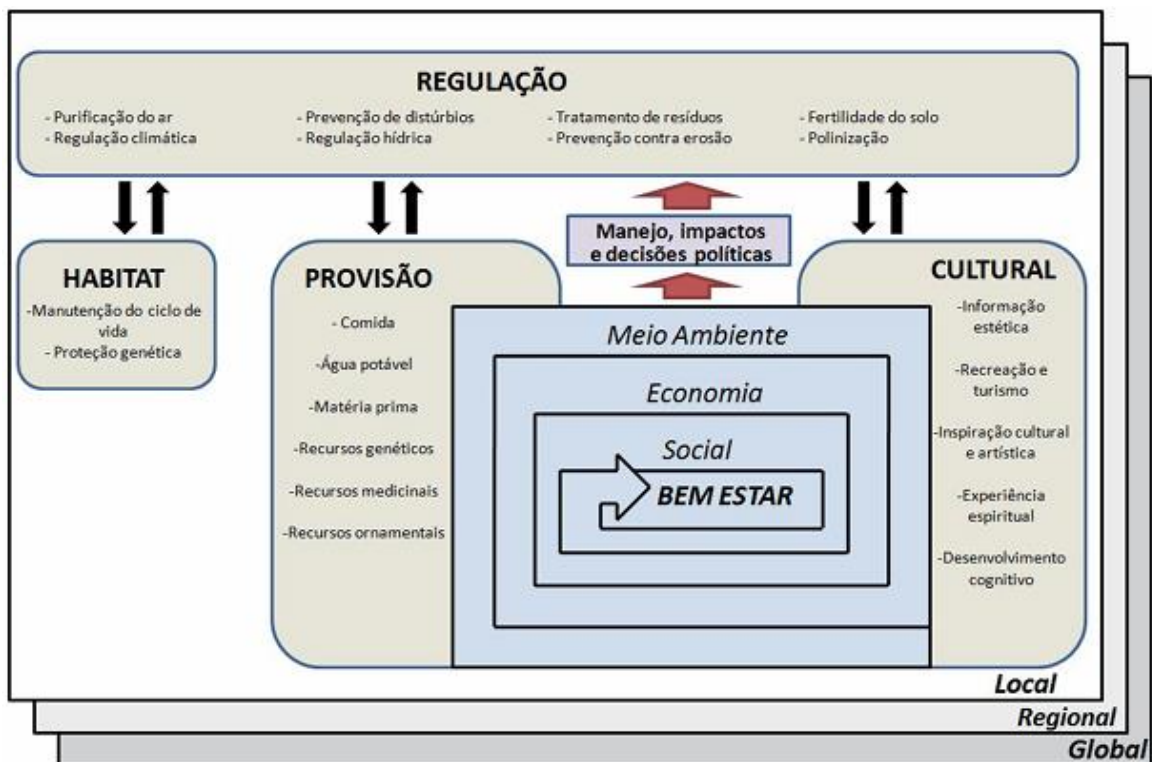
Quanto maior for a complexidade de componentes e de sucessão de um SAF, maior será a sua capacidade de recuperação, restauração e conservação do ambiente, uma vez que apresentam maior semelhança com ecossistemas naturais (MICCOLIS et al. 2016).

Esta capacidade está diretamente relacionada com a prestação de serviços ecossistêmicos (SE's) que os SAF's são capazes de promover ao meio-ambiente. Os SE's são os benefícios que todas as formas de vida recebem, direta ou indiretamente, através do funcionamento natural dos ecossistemas (MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005). Análogos ao *hardware* e ao *software* de um computador, a natureza se expressa da mesma forma, onde a parte física seriam as estruturas materiais, como: a terra, a água e o ar; e o *software*, os processos resultantes das interações entre eles. Ou as funções que as estruturas desempenham dentro de um ambiente natural (NICODEMO e PRIMAVESI, 2019).

Os SE's podem ser classificados em 4 grupos principais, segundo *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (2005): (i) serviços de provisão (produção de alimentos, fibras, energia e água doce); (ii) de regulação; (iii) de suporte – serviços necessários para a produção de outros serviços –; e (iv) culturais (benefícios imateriais que enriquecem a qualidade de vida enquanto experiência humana através da promoção de experiências espirituais e de recreação (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

Segundo Costanza et al., (1997), os valores estimados de serviços ecossistêmicos prestados para a biosfera ultrapassam US\$ 33 trilhões, em valores da época. Valores estes, que, atualmente, certamente seriam bem superiores. Vale lembrar que, para além da precificação destes serviços, os benefícios fornecidos pelos SE's são vitais para todas as formas de vida na Terra. Retornar ecossistemas clímax, com dinâmicas ecológicas complexas, em ambientes com características primárias, com solos impermeáveis e pouco férteis, representa um retrocesso ecológico e deve ser evitado a todo custo em função da permanência da vida superior (humana), no ambiente terrestre (NICODEMO e PRIMAVESI, 2019).

Abaixo, uma ilustração (Figura 1) mostrando os serviços ecossistêmicos e suas relações (VASCONCELLOS e BELTRÃO, 2018):



**Figura 1.** Modelo teórico conceitual da prestação de serviços ecossistêmicos.  
Fonte: Vasconcellos e Beltrão (2018).

Os serviços ecossistêmicos podem ser avaliados através de indicadores ambientais, ou indicadores estratégicos (DEPONTI et al. 2002). Indicadores estes que podem possuir caráter relativo, a depender da característica que está sendo avaliada em questão. A quantidade de nutrientes disponíveis no solo, por exemplo, pode ser considerada ideal para determinadas culturas, mas insuficiente para outras; assim como incremento de biomassa aérea vegetal, evapotranspiração e biodiversidade. Já a concentração de sedimentos totais em corpos hídricos, seguem valores de referência, ou limites, conforme estipulados em normas ambientais (VASCONCELLOS e BELTRÃO, 2018).

Abaixo, um resumo dos indicadores ambientais, e as metodologias utilizadas para obtê-los:

**Tabela 2.** Serviços ecossistêmicos e procedimentos metodológicos por indicador de serviços.

	<b>Bens e serviços ecossistêmicos</b>	<b>Função ecossistêmica</b>	<b>Benefícios</b>	<b>Exemplos de indicadores</b>	<b>Procedimento metodológico</b>
<b>Provisão</b>	1. Suprimento de matérias-primas	Provisão para crescimento de plantas	Madeira para venda, construção ou bioenergia	Sequestro de carbono por biomassa aérea (ton/ha)	INDIRETO: $Y = 0,5521 * DAP^{1,6629} * H^{0,7224}$
	2. Manutenção da fertilidade do solo	Armazenamento, processamento e transferência de nutrientes	Solo de boa qualidade	Aporte de nutrientes no solo após mudança de uso da terra	Indireto: - $k = L/X$ Direto: - Perda de massa por <i>litterbags</i>
<b>Regulação</b>	3. Regulação climática	Sequestro de carbono e balanço de gases atmosféricos	Regulação de gases de efeito estufa	Aporte de carbono no solo	Combustão a seco Oxidação úmida <i>Walkley-Black</i>

	4. Controle de erosão	Incremento de agregados edáficos	Manutenção de nutrientes no solo	Potencial de abatimento de erosão.	$PAE (\%) = 100 (1 - Z1/Z0)$
	5. Regulação Hídrica	Ciclo hidrológico, regime de chuvas, aumento da umidade local e regional	Manutenção do regime de chuvas	Índice de evapotranspiração (mm/mês)	Algoritmo SEBAL: $LE = R_n - H - G$
<b>Habitat</b>	6. Proteção genética	Manutenção da biodiversidade	Manutenção da qualidade da macro e microfauna	Índice de <i>Shannon-Weiner</i> (Adimensional)	$H' = - \sum pi(\log pi)$
<b>Cultural</b>	7. Desenvolvimento Cognitivo	Conhecimento hereditário de espécies com propriedades medicinais	Diminuição de gastos com medicação	Custo evitado (R\$)	$CEF = CE - CP$

Fonte: Vanconsellos e Beltrão (2018); Agência Nacional de Águas (ANA, 2012); Bezerra, Silva e Ferreira (2008); Bolfe e Batistella (2011); Motta (1997) (adaptado); Parron et al. (2015); Silva (2007); Soares e Froufe (2015).

#### 4.2.1 Ciclagem de nutrientes

Um dos SE's prestados de grande expressão é a ciclagem de nutrientes. Segundo Anguioni et al., (2011), a ciclagem dos nutrientes é o fluxo dos nutrientes entre os diferentes componentes de um ecossistema, seja ele: planta, solo, animal ou atmosfera. Onde cada elemento possui o seu próprio ciclo biogeoquímico.

A ciclagem de nutrientes envolve: (i) as entradas e saídas do sistema – chegada de nutrientes por intermédio de deposição seca e úmida, fixação biológica, intemperização de rochas e saída por meio de escoamento superficial, lixiviação ou evaporação; (ii) transferência de nutrientes planta-solo, pela mediação da serrapilheira, decomposição de raízes e indivíduos

mortos; e (iii) redistribuição interna de nutrientes móveis através do próprio metabolismo vegetal (retranslocação) (ATTIWILL; ADAMS, 1993).

A ciclagem de nutrientes depende da presença de microrganismos e de água no solo. Em geral, quanto maior for a biodiversidade do sistema, maior será a velocidade da ciclagem. Em SAF's, fatores como: cobertura de solo; plantio de espécies forrageiras; e o cultivo variado de espécies colaboram grandemente para que a ciclagem de nutrientes aconteça de forma mais rápida e mais eficiente, assim como evita a perda por evaporação, devido à redução da temperatura superficial do solo. Além de favorecer a atividade micro e mesobiológica, tanto em camadas superficiais, quanto em camadas subsuperficiais do solo (MICCOLIS et al. 2016).

A serrapilheira, além de servir como proteção na cobertura do solo, também é uma importante fonte de nutrientes com alto potencial de mineralização. Os processos de mineralização e decomposição da matéria orgânica acima do solo é o principal fator de disponibilização de nutrientes de volta às plantas e microrganismos do solo (ATTIWILL e ADAMS, 1993).

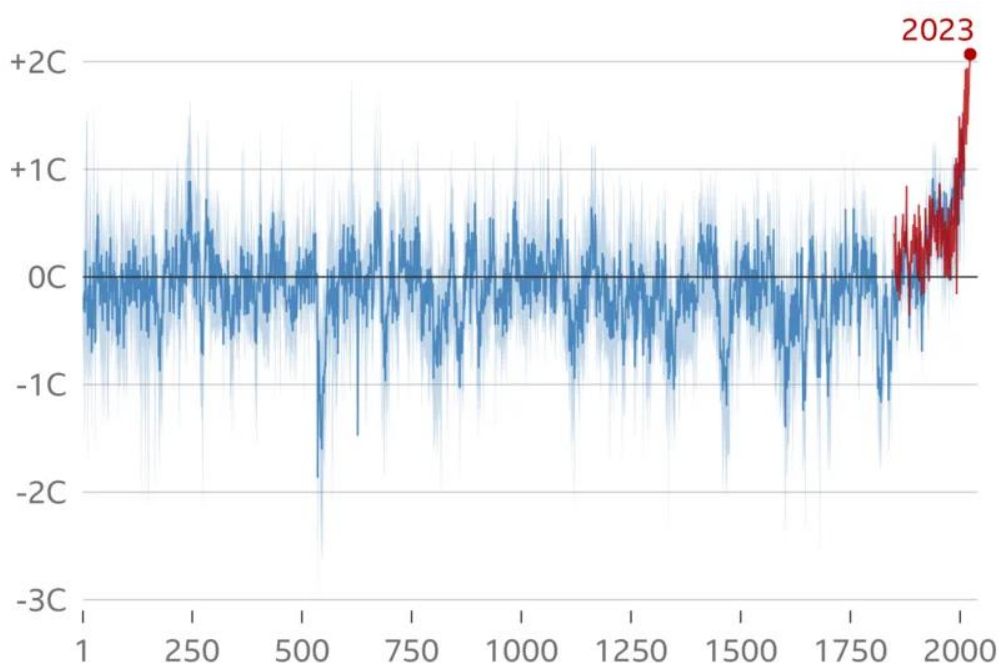
Além disso, alguns processos do ciclo biogeoquímico do nitrogênio liberam gases de efeito estufa capazes de potencializar o aquecimento global em 298 vezes mais que o CO<sub>2</sub> (CLAGNAN et al. 2020; JANSSON e HOFMOCKEL, 2020). E o setor agrícola é um dos maiores responsáveis pelas emissões de óxido nitroso devido ao alto uso de fertilizantes nitrogenados artificiais (GROSSI et al. 2018; FLECHARD et al. 2007). Devido à utilização reduzida, ou não utilização destes fertilizantes, associado à utilização de componentes fixadores de nitrogênio no solo, como as leguminosas, por exemplo, SAF's representam, mais uma vez, uma melhor opção de produção em relação às monoculturas tradicionais, com maior sustentabilidade e maior pegada ecológica (SENAR, 2017).

#### **4.2.1.1 Carbono no solo**

Como parte da ciclagem de nutrientes, o ciclo biogeoquímico do carbono merece uma atenção especial. A presença de carbono na atmosfera está diretamente relacionada ao aquecimento global e mudanças climáticas. Segundo a BBC (2024), em estudos realizados em árvores antigas, foi revelado que o verão de 2023 foi o mais quente dos últimos 2000 anos no hemisfério norte, com 2,07°C mais quente que o período pré-industrial de 1850 – 1900. A temperatura máxima de variação aceitável para o ponto de não-retorno seria de 1,5°C. Segundo



o mesmo estudo, as temperaturas do verão de 2023 são muito superiores às do último verão mais quente registrado, no ano de 246.



**Figura 2.** Gráfico da temperatura média global.

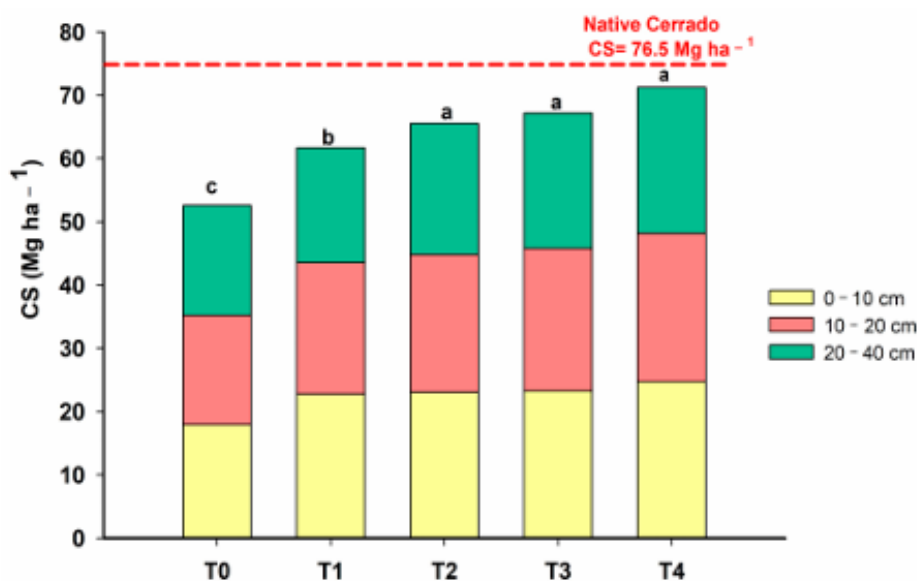
Fonte: BBC (2024), Esper, Torbenson e Bunger (2024), Nature. Disponível em: <https://www.bbc.com/news/articles/c72pp3yqzjyo> - Acessado em: 20 mai. 2024.

Ao contrário do monocultivo e do agronegócio, SAF's têm enorme capacidade de retenção deste elemento, tanto em camadas superficiais, quanto em camadas profundas do solo (TORRES, 2015); além do sequestro direto na própria biomassa vegetal das plantas. O carbono no solo é um indicador de vitalidade: quanto mais carbono, maior a fertilidade do solo. A presença de carbono está ligada à proliferação de organismos benéficos, retenção de nutrientes e água. Um aumento de 1% no sequestro de carbono pode aumentar a capacidade de água no solo em até 20.000 galões por acre (187.079,2 litros/hectare) (EOS DATA ANALYTICS, 2024).

Sistemas agroflorestais são capazes de manter diversas formas de carbono no solo, móveis e imóveis. A produção de exsudatos radiculares aumenta a atividade microbiana, o que favorece a formação de húmus pela maior decomposição da serrapilheira e outros materiais orgânicos presentes no solo (SANTOS et al. 2018).

A simples inserção de árvores em sistemas de produção agrícola monoculturais pode aumentar a retenção de carbono no solo de várias maneiras. Santos et al., (2024) demonstraram que o cultivo consorciado de gliricídia (*Gliricidia sepium*), capim (*Panicum maximum*) e milho (*Zea mays*) elevou o índice de carbono no solo de 52,54 Mg ha<sup>-1</sup> para 68,57 Mg ha<sup>-1</sup>, em apenas

11 anos. Níveis muito próximos aos de Cerrado nativo do Distrito Federal ( $76,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ ). O estudo foi realizado na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB), localizada no Park Way – DF, e os dados foram obtidos em 5 momentos diferentes: T0, equivalente ao período de novembro de 2012; T1 – março de 2014; T2 – março de 2015; T3 – março de 2016; e T4 – junho de 2023, de um sistema agroflorestal nas profundidades 0–10 cm, 10–20 e 20–40 cm. Onde médias com letras diferentes apresentam diferenças estatisticamente significativas segundo o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) (Figura 3):



**Figura 3.** Estoque de carbono do solo (CS)  
Fonte: Santos et al. (2024). Traduzido.

Além disso, a presença de árvores no sistema desempenha um papel crucial no ciclo hidrológico de várias formas: (i) diminui o escoamento superficial (perda) de água; (ii) melhora a infiltração e recarga de aquíferos; (iii) produz chuvas e microclimas: como evidenciado pelo fenômeno dos "Rios Voadores", por exemplo, que são capazes de influenciar precipitações em várias regiões do Brasil e da América do Sul; (iv) reduz o impacto desagregador das gotas de chuva no solo; (v) reduz a perda de água por evaporação devido à redução da temperatura; (vi) beneficia plantas de raízes rasas durante períodos de seca (NAIR, 2011); entre outros.

Um solo saudável é uma constante interação de minerais, microrganismos, água, ar, animais e plantas. Segundo a ONU, cerca de 3,2 bilhões de pessoas são afetadas pela degradação dos solos, principalmente nos países em desenvolvimento, e 70% dos solos do planeta foram alterados pela atividade humana. Solos estão sendo perdidos de 10 a 40 vezes mais rápido do que são formados, com 12 milhões de hectares perdidos anualmente, área que poderia produzir 20 milhões de toneladas de grãos (NICODEMO e PRIMAVESI, 2019).

No Brasil, a monocultura contribui significativamente para a degradação de solos, ao compactar, reduzir a reciclagem natural de nutrientes, diminuir a diversidade biológica e substituir a seleção natural das plantas (ALTIERI, 1999). Em contraste, Sistemas Agroflorestais reduzem a perda e promovem a recuperação da fertilidade do solo.

## 5 VALORAÇÃO E VIABILIDADE ECONÔMICA

Além dos serviços prestados essenciais à vida, os SE's podem ser quantificados economicamente, trazendo viabilidade para a implementação do projeto, e fonte de renda extra ao produtor, além das vendas da produção. Em um estudo realizado no Assentamento Lagoa Grande, no Distrito de Itahum, em Mato Grosso do Sul (2018), viu-se que, em uma área contendo de 313 a 405 indivíduos arbóreos e arbustivos por hectare, é possível reduzir de 7,77 a 34,74 toneladas de gás carbônico equivalente por hectare. Valor calculado pela relação direta do estoque de carbono e do fator de conversão (3,67). O que poderia gerar uma receita de R\$ 709,59 a R\$ 3.172,68 ao produtor por ano, segundo o preço do dólar na época, que estava US\$1,00 = R\$3,72, em setembro de 2018, e o de CO<sup>2</sup> equivalente, a 21,43 € para a mesma data (OLIVEIRA et al. 2018). Considerando 68,93 €, como o preço da tonelada de carbono atual (www.sendeco2.com - 19/06/2024), e do dólar US\$ 1,00 = R\$ 5,47 (Banco do Brasil), estes valores certamente superariam R\$2.929,66 e R\$13.098,61 ao produtor por ano (Tabela 3). Lembrando que se trata de pagamentos relacionados apenas ao sequestro de carbono do(s) sistema(s).

**Tabela 3.** Lucro por sequestro de carbono por SAF.

Sistema	Nº	BF (Kg)	BS (Kg)	C (Kg)	C (t)	CO <sub>2</sub> (eq)	US\$ ano <sup>-1</sup>	R\$ ano <sup>-1</sup>
SAF 1	365	24658,54	14795,13	7101,66	7,10	26,06	639,77	2.379,94
SAF 2	331	19475,17	11685,10	5608,85	5,61	20,58	505,24	1.879,49
SAF 3	313	7350,00	4410,00	2116,80	2,12	7,77	190,75	709,59
SAF 4	405	32872,25	19723,35	9467,21	9,47	34,74	852,87	3.172,68
SAF 5	391	18794,24	11276,54	5412,74	5,41	19,86	487,56	1.813,72
Total	1454	103150,2	61890,12	29707,26	29,71	109,03	2.676,69	9.957,29
Média	291	20630,04	12378,02	5941,45	5,94	21,81	535,44	1.991,84

Fonte: Oliveira et al., (2018). Em que Nº = número de indivíduos; BF = Biomassa fresca; BS = Biomassa seca; C (Kg) = Estoque de carbono em quilo; C (t) = Estoque de Carbono em tonelada; CO<sup>2</sup> (eq) = Redução de Gases do Efeito Estufa CO<sup>2</sup> (eq); Valor de US\$ 24,55 t CO<sup>2</sup>(eq)-1, SENDECO2 disponível em < <https://www.sendeco2.com/es/precios-co2>>. Acesso em: setembro de 2018. Cotação do dólar em outubro de 2018. US\$ 1,00 = R\$ 3,72.

Além disso, a lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, que estabelece a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), institui o Cadastro Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (CNPSA) e o Programa Federal de Pagamento por Serviços

Ambientais (PFPSA), traz algumas modalidades de pagamento para os serviços ambientais prestados pela pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, ou grupo familiar ou comunitário que, preenchidos os critérios de elegibilidade, mantém, recupera ou melhora as condições ambientais dos ecossistemas. Além de incentivar a preservação e recuperação de ecossistemas, e valorização de serviços ambientais, como conservação da biodiversidade e regulação do clima, essa lei é importante por oferecer uma nova fonte de renda sustentável para proprietários rurais, comunidades tradicionais e povos indígenas. A lei estimula projetos ambientais, facilita parcerias público-privadas, garante transparência e eficiência nos recursos e contribui para as metas climáticas internacionais do Brasil.

As Áreas de Preservação Permanente, Reserva Legal e outras com limitação administrativa são elegíveis para pagamento por serviços ambientais com recursos públicos, com preferência para áreas próximas a nascentes, bacias hidrográficas críticas para abastecimento público; ou áreas prioritárias para conservação da biodiversidade em desertificação ou fragmentação avançada (Lei nº 14.653, de 2023).

Segundo o artigo 17 da lei nº 14.119, os valores recebidos por serviços ambientais não integram a base de cálculo do Imposto de Renda, CSLL, PIS/Pasep e Cofins. De acordo com a Nota Técnica 01/2018 – COFLO/SUGAP/IBRAM, proprietários que recompõem áreas de reserva legal com plantio intercalado de espécies exóticas têm direito à exploração econômica dessas áreas, conforme o artigo 66 da Lei nº 12.651/2012 e o Decreto nº 7830/2012. A recomposição pode usar até 50% de espécies exóticas em sistemas agroflorestais, criando a categoria "RL com Sistemas Agroflorestais", que permite expansão da área produtiva, aumento e variação da renda, e maior lucro ao produtor.

Mediante o exposto, fica claro que o sistema de produção através de Sistemas Agroflorestais representa uma alternativa viável economicamente, e que trará, além de benefícios ambientais, sociais, e ecológicos, de curto a longo prazo para toda a região em que esteja inserido, benefícios econômicos. A produção em SAF's garante uma variedade de rendas extras, através das formas citadas nesta seção, mas também através da diversificação de produtos, que terão disponibilidade durante vários períodos, e não apenas em um único momento da colheita.

## **6 SAF'S NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (RAD)**

Sistemas Agroflorestais recuperam áreas degradadas principalmente pela recuperação de solos. De acordo com o artigo 2º da Lei 9.985/2000 (Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza), recuperar uma área significa restaurar o uso do solo às condições ambientais originais ou compatíveis com sua função social anterior, equilibrando valores ambientais, econômicos, estéticos e sociais. Áreas degradadas são aquelas com solo empobrecido em nutrientes e biodiversidade, instabilidade hidrológica, perda de produtividade primária e/ou erosão (KOBİYAMA et al. 2001). Além do solo, a degradação de uma área também envolve a qualidade da água, do ar e as condições dos organismos que ali vivem.

Não por acaso, as pesquisas mais recentes sobre recuperação de áreas degradadas enfatizam a revegetação. Uma das principais estratégias é a regeneração natural, que é mais barata e simples, embora demore mais, dependendo do grau de degradação (KOBİYAMA et al. 2001). Outra abordagem é a sucessão ecológica, que envolve a implantação de espécies pioneiras, iniciais e tardias até alcançarem o seu ponto clímax (RIBASKI et al. 2001).

De acordo com Santos et al., (2020), pelo fato de algumas espécies estarem mais bem adaptadas à ambientes antropizados, é possível obter melhores benefícios de recuperação, de forma mais rápida, com um menor custo de implantação, devido à utilização reduzida de fertilizantes minerais e defensivos agrícolas, associado à utilização de técnicas simples, e alguns modelos diferentes de SAF's. Segundo dados técnico-científicos, algumas espécies de árvores e outras vegetações exercem influência positiva entre si, na produção, quando associadas com outros componentes, como pastagens, cultivos agrícolas e algumas espécies de animais (BUDOWSKI, 1981; WIERSUM, 1986; SZOTTET et al. 1991 e RIBASKI, 2000).

Os fatores mais importantes para a implementação de um SAF com objetivo de Recuperação de Áreas Degradadas são: o tamanho da área, e algumas demandas de ordem social, de forma que a produção torne a propriedade lucrativa e recuperada em relação ao seu estado inicial. Os SAF's possuem uma abordagem holística, de modo que a sua implementação tem como objetivo a resolução de problemas ambientais, sociais e econômicos, simultaneamente (RIBASKI et al. 2001).

## **6.1 Diagnósticos e tomada de decisões para RAD**

Para que a recuperação de uma área aconteça de forma satisfatória, é necessário conhecê-la profundamente, a fim de se saber com exatidão quais são as suas limitações e potencialidades. Para isso, informações como características do lugar, histórico da área, e

questões culturais são fundamentais para que o plano possa ser traçado e executado com sucesso. Algumas formas que podem ser utilizadas, segundo Lôbo et al., (2021), são:

- **Desenho e diagnóstico D&D:** as etapas, definidas por Raintree et al., (1986), são pré-diagnóstico, diagnóstico, desenho e planejamento com a definição da caracterização geral do espaço, levantamento dos problemas e suas causas, e a proposição de alternativas com escala de prioridades de pesquisa e desenvolvimento.
- **Diagnóstico Rural Rápido:** método multidisciplinar que reúne as informações de forma sistemática, analisa e identifica o terreno, coletando informações socioeconômicas e biofísicas sobre determinada área onde se deseja intervir.
- **Diagnóstico Rural Participativo (DRP):** metodologia comum em programas e projetos de desenvolvimento, com busca ao estímulo do cooperativismo.
- **Sondeio:** com uma metodologia de caracterização de áreas onde a coleta de informações tem um caráter mais impessoal e informal, sem o uso de material e métodos estruturados.

Após tomar conhecimento dos principais problemas, será possível pensar nas possíveis soluções. Cada SAF apresenta vantagens e desvantagens, portanto, é recomendável listar as melhores opções, e priorizar o modelo que melhor se encaixe na resolução de todos os problemas (LÔBO et al. 2021).

Por fim, devem ser escolhidos os componentes do sistema, que serão apresentados no desenho do SAF. Este desenho deve ilustrar a distribuição dos componentes no tempo e no espaço, incluindo a disposição horizontal e vertical na área, e também informações como o número e tipo de espécies, especificações de plantio, e formas de manejo (LÔBO et al. 2021).

A densidade ótima do plantio é fundamental para o bom desenvolvimento do sistema. É importante conhecer as características de cada espécie para evitar competição interespecífica e respeitar os espaçamentos recomendados para cada cultura, para evitar perda de produtividade. A rotação de pastagem também é importante e influencia na produtividade final (BUDOWSKI, 1981; WIERSUM, 1986; SZOTTET et al. 1991 e RIBASKI, 2000; LÔBO et al. 2021).

Ferramentas como: Sistema de Informação Geográfica (SIG), Estudos fitossociológicos, Estudos de Situação Socioeconômica, podem fornecer informações importantes do local, de modo a facilitar o entendimento do ambiente e recriar a trajetória da região, colaborando muito com a elaboração do desenho do projeto para a recuperação da área (VIVIAN, 2000).

## 6.2 SAF's no Cerrado

Considerado a savana tropical mais biodiversa do mundo, o Cerrado ocupa o coração do Brasil, com cerca de 22% do território nacional e é um dos biomas com maior diversidade florísticas de todo o planeta. Com uma área de aproximadamente dois milhões de quilômetros quadrados, o cerrado abriga nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), segundo o Ministério do Meio Ambiente (KLINK e MACHADO, 2005). O Cerrado apresenta uma grande importância hídrica e biológica para todo o país, e a riqueza de suas águas estão intimamente ligadas com a sua biodiversidade. Estima-se que cerca de 44% de sua flora seja endêmica (KLINK e MACHADO, 2005).

A importância ecológica e econômica do Cerrado para o Brasil é evidente, e a sua conservação, primordial. De acordo com o MapBiomas (2022), 42% da área agrícola do Brasil estão situadas no Cerrado, o que representa 23,4 milhões de hectares. Valores superiores aos valores de ocupação na Amazônia, por exemplo.

Perder área de Cerrado representa perda econômica, irreparável para a humanidade, visto que, inúmeras espécies endêmicas provavelmente foram extintas sem a chance de serem conhecidas ou minimamente estudadas (FELFILI et al. 1994; KLINK E MACHADO, 2005; MENDONÇA, 2010), além da evidente perda de serviços ecossistêmicos.

A extinção da biodiversidade, degradação dos ecossistemas, fragmentação dos habitats, poluição dos aquíferos, erosão dos solos, invasão de espécies exóticas, desequilíbrio dos ciclos biogeoquímicos do nitrogênio e do carbono e mudanças climáticas regionais são alguns dos principais exemplos de danos causados pela conversão indevida do uso do solo de áreas nativas de Cerrado (KLINK e MACHADO, 2005).

Devida à falta de estudos e ao pouco embasamento científico a respeito da utilização de SAF's em ambientes de Cerrado (GONÇALVES et al. 2015), a propagação de seus benefícios, assim como o estímulo de seus usos ficam comprometidas. O Cerrado possui alguns empecilhos específicos do bioma, como: solo, fogo, estacionalidade climática, fatores de crescimento de espécies de interesse econômico, entre outros (DUBOC, 2006). Porém, isto não representa um impeditivo obrigatório. Com benefícios comprovados, o uso de modelos agroflorestais para produção de alimentos e recuperação de áreas degradadas poderia ser estimulado através de



políticas públicas, como linhas de financiamento e crédito, com o auxílio de órgãos governamentais como a Emater, a Embrapa e o Incra, por exemplo.

### **6.2.1 A escolha do SAF**

Vários fatores devem ser considerados para a adoção de um sistema agroflorestral: solo, clima, cobertura vegetal, topografia e objetivos do agricultor. Pensando em um contexto de Cerrado, onde há: uma grande quantidade de solos degradados pela agropecuária, com utilização exclusiva para agricultura e plantação de pastagens; alta densidade de pequenas propriedades em algumas regiões; existência de muitas bacias hidrográficas desordenadas e com potencial de manancial de abastecimento a municípios com alta concentração demográfica; êxodo rural devido a difusão de uma agricultura intensiva com tradição de altos usos de agrotóxicos e mecanização; drástica redução da biodiversidade em áreas ocupadas pela agropecuária majoritariamente; deficiência nas práticas de conservação do solo; entre outros (DANIEL et al. 2001), em geral, o melhor modelo de escolha seria o ILPF.

O modelo de Sistema Agroflorestral Integração Lavoura – Pecuária – Floresta (ILPF), de modo geral, se dá como uma ótima opção visto que é capaz de suprir as principais demandas de um ambiente dominado fortemente pela agropecuária. Trata-se de um modelo agrossilvipastoril (ILPF), com ótima eficiência comprovada e defendida por diversos autores, como: Garcia et al., (1994), Rodigheri (1998), Schlönvoigt e Beer (2001), Dube et al., (2002), Magalhães et al., (2004), Melo e Zoby (2004), Silva (2004), Vale (2004).

Nesta ideia de modelo, segundo os autores citados acima, um exemplo é o plantio de eucaliptos em espaçamentos amplos, consorciados com arroz, seguido da soja, e pastagem, um por ano. A partir do quarto ano, é feita a introdução do gado, que pode conviver com o eucalipto até o décimo ano, quando é realizado o seu primeiro corte. Após a colheita da madeira, é iniciado um segundo ciclo agrícola, a partir da rebrota do eucalipto. Trata-se de um modelo simples, de fácil aplicação, com grande potencial de recuperação de solos, ideal para grandes produtores que ocupam o bioma do Cerrado (DUBOC, 2008).

Segundo a Embrapa (2022), uma grande vantagem do modelo ILPF é o potencial de neutralização do gás carbônico, e metano, produzidos pela atividade pecuária. No modelo citado acima, é proposto a utilização do eucalipto como componente arbóreo do sistema, pensando na transição de produção de grandes produtores baseados na monocultura. Porém, pensando em áreas com o objetivo de recuperação e restauração, propriamente dita, existem

outras opções que podem fazer com que o objetivo seja alcançado com mais êxito, em um menor espaço de tempo, como será demonstrado na próxima seção.

Vale ressaltar também, que as técnicas de manejo podem ser combinadas entre si, e que a criatividade, o olhar crítico e a flexibilidade das práticas de manejo são fundamentais para o êxito da implementação de qualquer modelo de SAF (MICCOLIS et al. 2016). Segundo Lôbo et al., (2021), sistemas Silvistoris também podem ser utilizados quando o objetivo é a manutenção da qualidade do solo e a produção de alimentos.

É válido lembrar que: “em locais onde não incidam ventos fortes, as linhas de árvores devem ser dispostas no sentido Leste-Oeste para melhor aproveitamento da radiação solar e para evitar sombreamentos indesejáveis. E em regiões com ventos fortes, deve-se fazer o plantio em ângulo de 45 a 90 graus em relação à direção do vento ou providenciar quebra-ventos periféricos” (MEDRADO, 2000).

## 6.2.2 Espécies arbóreas potenciais para o Cerrado

A escolha correta de espécies para compor um sistema agroflorestal é o fator de fundamental importância para o sucesso de qualquer sistema. A utilização de espécies nativas é sempre preferível devido ao fato de estarem mais adaptadas ao ambiente, e às adversidades dele, quando comparado às espécies exóticas. Além do fato de serem mais conhecidas na região, o que facilita o uso de seus produtos (e subprodutos) por parte da população local, assim como os seus preparos, quando necessários, se houverem, por exemplo, como cozimento, descascamento, entre outros (DUBOC, 2008). As populações locais utilizam produtos de espécies nativas há milhares de anos, tendo estas, ocupado um lugar essencial na alimentação de colonizadores, principalmente em relação ao fornecimento de vitaminas e nutrientes essenciais à manutenção da saúde humana (VIEIRA et al. 2010), além de usos medicinais, cosméticos, aromáticos e ornamentais.

Atualmente, as espécies frutíferas mais procuradas são: pequi (*Caryocar* spp.), mangaba (*Hancornia* spp.), araticum (*Annona crassiflora*), caju do cerrado (*Anacardium* spp.), maracujás nativos, baru (*Dipterix alata*) e cagaita (*Eugenia dysenterica*). E, devido à crescente demanda mundial de óleos vegetais como matéria prima para produção de biodiesel, em alternativa ao uso do óleo de soja, as espécies macaúba (*Acrocomia* spp.), tucumã (*Astrocarium vulgare*), e fevilha (*Fevilea trilobata*) também tem sido alvo de bastante interesse tanto para uso direto, quanto como objetos de pesquisas. Mais recentemente, a macaúba (*Acrocomia*

*aculeata*) voltou a ser procurada para extração de óleos e fabricação de sorvete (JUNQUEIRA et al. 2012).

Abaixo, na Tabela 4, alguns exemplos dos principais usos das espécies nativas do Cerrado:

**Tabela 4.** Usos múltiplos de plantas nativas do Cerrado

<b>Espécie</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Usos</b>
Pequi	<i>Caryocar brasiliense</i>	Alimentício, oleaginoso, melífero, medicinal, tanífero, ornamental.
Cagaita	<i>Eugenia dysenterica</i>	Alimentício, medicinal, melífero, tanífero, ornamental.
Mangaba	<i>Hancornia speciosa</i>	Alimentício, laticífero, medicinal, ornamental.
Caju-do-cerrado	<i>Anacardium humile</i>	Alimentício, medicinal, melífero, tanífero.
Baru	<i>Dipteryx alata</i>	Alimentício, madeireiro, medicinal, forrageiro, melífero, tanífero, oleaginoso, ornamental.
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	Alimentício, madeireiro, medicinal, verniz, tintas.
Sucupira-branca	<i>Pterodon emarginatus</i>	Madeireiro, medicinal, melífero, ornamental, resina, verniz e defensivo agrícola.
Copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Madeireiro, medicinal, melífero ornamental, tintorial e resinífero.
Maracujá	<i>Passiflora edulis</i>	Alimentício, medicinal, ornamental
Macaúba	<i>Acrocomia aculeata</i>	Alimentício, oleaginoso, melífero ornamental, artesanato e forrageiro.
Faveira	<i>Parkia platycephala</i>	Medicinal, forrageiro, ornamental e tanífero.
Mama-cadela	<i>Brosimum gaudichaudii</i>	Medicinal, alimentício e aromático.
Arnica	<i>Solidago chilensis</i>	Medicinal, aromático, cosmético.

Fonte: Junqueira et al., (2012); Almeida et al., (1998); Pereira et al., (2001).

Dentre as espécies nativas frutíferas de interesse econômico do Cerrado, apenas o abacaxi (*Ananas comosus*), o maracujá-azedo (*Passiflora edulis* Simms “flavicarpa”) e o maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis) são cultivados em larga escala. Isso se deve à falta de pesquisas e estudos na área, e ao não desenvolvimento de tecnologias adequadas, principalmente em relação à propagação, manejo de pragas e doenças, podas e adubação (JUNQUEIRA et al. 2012).

As frutíferas do Cerrado são espécies com alto potencial de otimização do uso da terra, associado à: produção de alimentos de qualidade; energia; serviços ambientais diversos e produção florestal. O que possibilita a boa conservação dos recursos renováveis, e atendendo ao principal objetivo dos sistemas agroflorestais, que é uma produção mais estável e ecologicamente saudável (DUBOC, 2008).

Segundo Junqueira et al., (2012), no final da década de 1990 foi realizado um plantio de pequi com 35 ha de área, no Mato Grosso, utilizando sementes de populações distintas, que vem oferecendo resultados promissores para a produção de pequi em larga escala. As frutas nativas do Cerrado são muito utilizadas *in natura* ou para a produção de doces, geleias, sucos e licores no estado do Mato Grosso, gerando uma oportunidade de renda para as famílias locais, tanto através da venda, quanto através do favorecimento do ecoturismo regional, uma prática em ascensão em toda a região do Centro-Oeste (GONÇALVES et al. 2015).

As espécies nativas são ótimas opções por não necessitarem da aplicação de insumos químicos; colaborarem com o enriquecimento da flora (e fauna) local; e pelo fato de serem permitidos seus plantios em áreas de proteção ambiental. Além de serem essenciais para a melhoria da qualidade ambiental nas propriedades, segundo princípios da Agroecologia (GONÇALVES et al. 2015).

Gonçalves et al., (2015) trazem algumas características importantes de cada uma das principais espécies nativas do Cerrado de interesse de implementação em SAF's no Cerrado:

**Pequi (*Caryocar brasiliensis*)** – O pequi, símbolo do cerrado brasileiro, é usado como matéria-prima para diversos produtos humanos e industriais. Seu fruto é a maior fonte comestível de vitamina A no mundo, rico em betacaroteno, um antioxidante natural, e tem vários usos comprovados na medicina popular. Com baixo custo de implementação, pouca necessidade de manutenção e fácil manejo, o pequi tem um mercado garantido, oferecendo uma renda extra segura para os produtores.

O pequi tem boa capacidade de sequestro de carbono, e é aceito como atividade de reposição florestal, ajudando a minimizar danos ambientais. Ele se desenvolve em solos pobres em nutrientes e minerais, com alto teor de alumínio (NAVES, 1999), e sua adaptação a ambientes arenosos e/ou rasos o torna uma ótima alternativa para melhorar as condições socioambientais em áreas com solos empobrecidos ou degradados (ANTUNES et al. 2006).

Com base na utilização do pequi em sistemas agroflorestais, alguns produtores do estado do Mato Grosso sugerem a composição com as seguintes culturas (CORREIA; SANTOS, 2009):

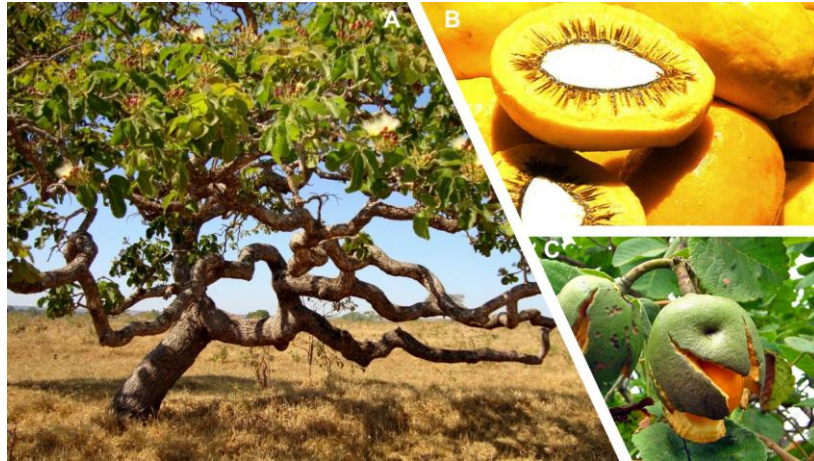
- Culturas anuais – gergelim ou batata doce, cuja utilização, além da renda, também ajuda no controle de formigas;
- Pastagem – vale lembrar que a introdução do gado deve ser feita apenas dois anos após o plantio do pequi;
- Culturas perenes e semiperenes – pinhão manso (*Jatropha curcas*), mangaba (*Hancornia speciosa*), puçá ou jaboticaba do cerrado (*Mouriri pusa*); mamão (*Mouriri pusa*), araticum ou marolo (*Annona montana*), banana (*Musa spp.*), abacaxi (*Ananas comosus*), palmitos (*Euterpe edulis*, por exemplo), cítricos (*Citrus spp.*), urucum (*Bixa orellana*), jatobá (*Hymenaea courbaril*), ingá (*Inga laurina*), jenipapo (*Genipa americana*), pupunha (*Bactris gasipaes*), araçá boi (*Eugenia stipitata*), tamarindo (*Tamarindus indica*), gueiroba (*Syagrus oleracea*);
- Espécies florestais madeireiras – mogno (*Swietenia macrophylla*), neen (*Azadirachta indica*), ipê (*Handroanthus spp.*, *Tabebuia spp.*), vinhático (*Plathymenia foliolosa*), teca (*Tectona grandis*), aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolia*), angico (*Anadenanthera colubrina*).

Segundo a Embrapa (2006), o cultivo de pequi com outras espécies nativas é uma ótima opção em sistemas agroflorestais. Espécies como: favela (*Cnidoscolus quercifolius*), cagaita (*Eugenia dysenterica*), mangaba (*Hancornia speciosa*), coquinho azedo (*Butia capitata*), rufão (*Tontelea micrantha*) e marolo (*Annona crassiflora*), além de plantas cultivadas como jaborandi (*Pilocarpus spp.*), plantas cítricas, abacaxi (*Ananas comosus*), entre outras.

Vale lembrar que o pequi é uma árvore protegida por lei (Portaria nº 54 de 03.03.1987 – IBDF), o que impede seu corte em todo o território nacional (Figura 4).

A polpa do pequi tem ação larvicida contra o *Aedes aegypti*, ao mesmo tempo em que não é tóxico para outros organismos. Característica também encontrada em suas folhas (LIMA

et al., 2022). O pequizeiro pode ser, portanto, grande aliado no combate a doenças como a dengue, chikungunya, zika e a febre amarela urbana.

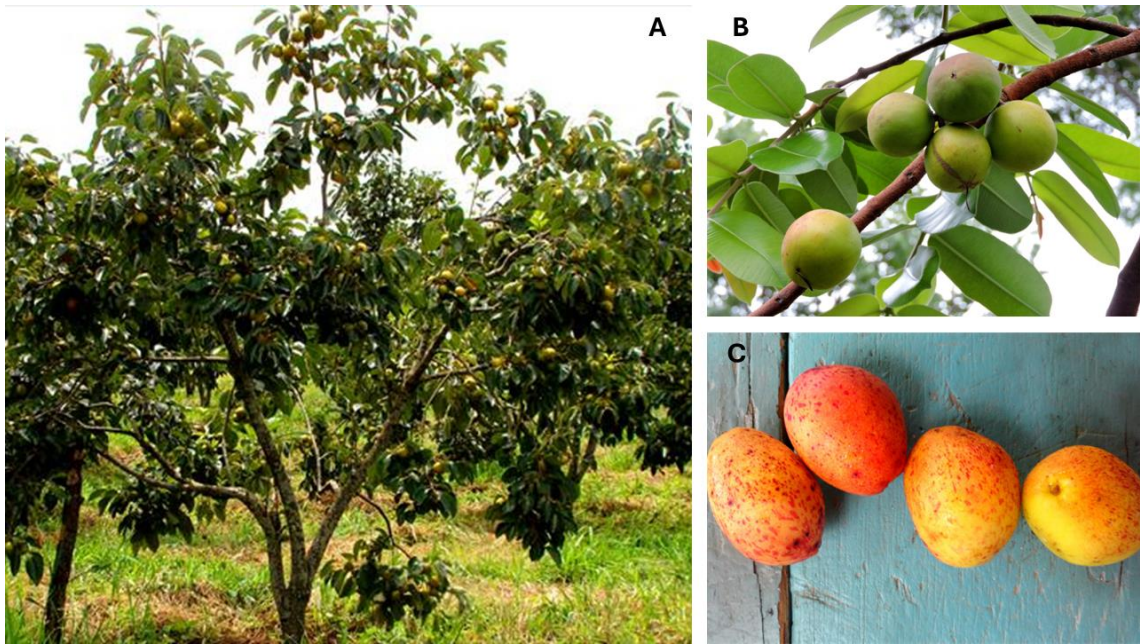


**Figura 4.** Árvore e frutos de pequi.

**A:** Pequizeiro. Fonte: Mixology News. Disponível em: <https://mixologynews.com.br/12/2023/mixologia/pequi-ouro-do-cerrado/>. Acessado em: 20 jun. 2024. **B:** Parte interna do pequi. Fonte: Google Imagens. Disponível em: <https://www.folhape.com.br/noticias/cientistas-aproveitam-o-pequi-como-anti-inflamatorio-e-protetor-solar/205839/>. Acessado em: 20 jun. 2024. **C:** Pequi. Fonte: Slow Food Brasil. Disponível em: [https://slowfoodbrasil.org.br/arca\\_do\\_gosto/pequi/](https://slowfoodbrasil.org.br/arca_do_gosto/pequi/). Acessado em 20 jun. 2024.

**Mangaba (*Hancornia speciosa*)** – A mangaba (Figura 5) tem grande potencial de mercado no segmento de frutas tropicais, sendo bem aceita tanto *in natura* quanto processada em polpas, sucos, sorvetes e doces. Embora pouco conhecida pelo seu potencial produtivo, a mangabeira pode ser cultivada em consórcio com culturas como feijão (*Phaseolus vulgaris*), melancia (*Citrullus lanatus*), abóbora (*Cucurbita pepo*), mandioca (*Manihot esculenta*) e leguminosas para adubação verde, além de outras frutíferas como o coqueiro (SILVA JUNIOR et. al, 2007).

É ideal para sistemas silvipastoris, fornecendo alimentos para pessoas e gado, além de diversos produtos madeireiros e não madeireiros (Montoya et al., 1994). Pode ser cultivada junto com mandioca (*Manihot esculenta*) e forrageiras, aumentando a produtividade de ambas as espécies (DURAN; CAMPELO JUNIOR, 2008),

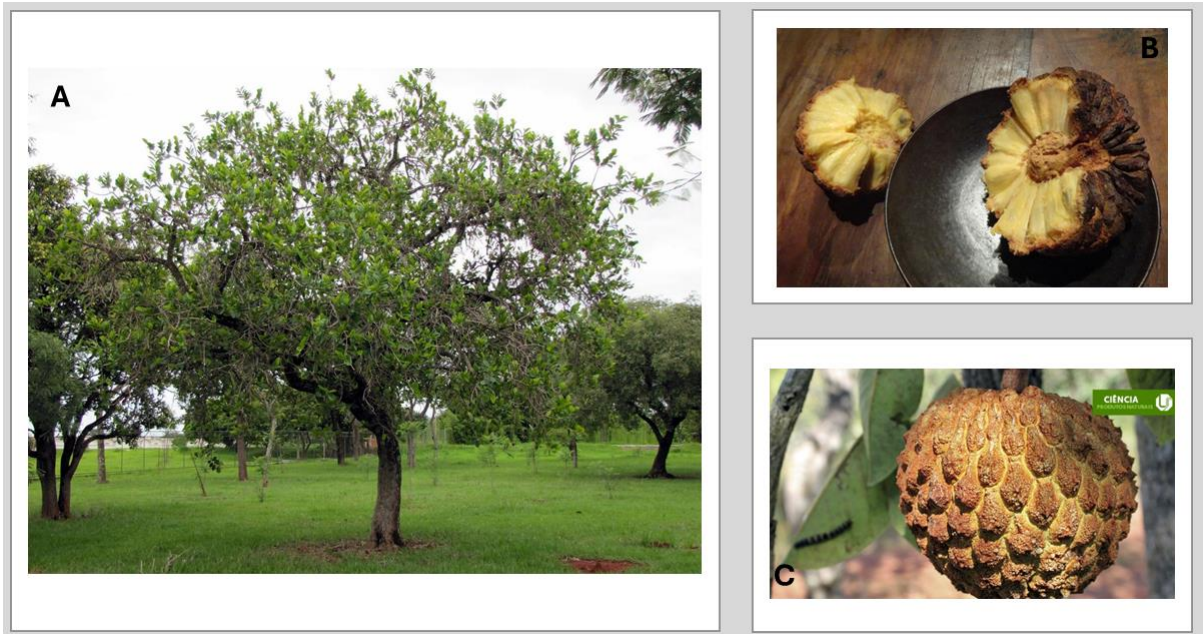


**Figura 5.** Árvore e frutos de mangaba.

**A:** Mangabeira. Fonte: Google Imagens. Acessado em: 20 jun. 2024. **B:** Fruto verde da mangaba. Fonte: Emater-GO. Disponível em: <https://www.emater.go.gov.br/wp/fruto-do-nordeste-surge-como-fonte-de-renda-para-agricultura-familiar-em-goias/>. Acessado em: 20 jun. 2024. **C:** Fruto maduro da Mangaba. Fonte: Cerratinga. Disponível em: <https://www.cerratinga.org.br/especies/mangaba/>. Acessado em 20 jun. 2024.

**Araticum (*Annona montana*)** – Com frutos muito apreciados pela sua polpa doce e de sabor característico (FERREIRA, 1973), o araticunzeiro necessita de solos profundos, bem drenados, e tolera muito bem os solos ácidos da região de cerrado e com pouca fertilidade (Figura 6). O seu fruto pode ser consumido *in natura* ou em forma de doces, geleias, sucos, licores, iogurtes, tortas ou sorvetes (ALMEIDA et al. 1998).

Pode ser consorciado com culturas anuais, como milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), girassol (*Phaseolus vulgaris*) e gergelim (*Sesamum indicum*). Existe a possibilidade de incluir a criação de pequenos animais, segundo estudos que vêm sendo realizados pela Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás/GO. Neste mesmo projeto, também vem sendo estudado a possibilidade de geração de renda enquanto as espécies arbóreas se encontram no período inicial da fase de crescimento. Com isso, seriam abatidos os custos de implantação do sistema. Vale dizer também que este trabalho vem sendo desenvolvido com cultivos orgânicos, com a utilização de adubos verdes como a mucuna (*Mucuna spp.*), a crotalária (*Crotalaria spp.*) e o guandu (*Cajanus cajan*), cujos resultados vem se mostrando positivos (ALMEIDA et al. 1998).



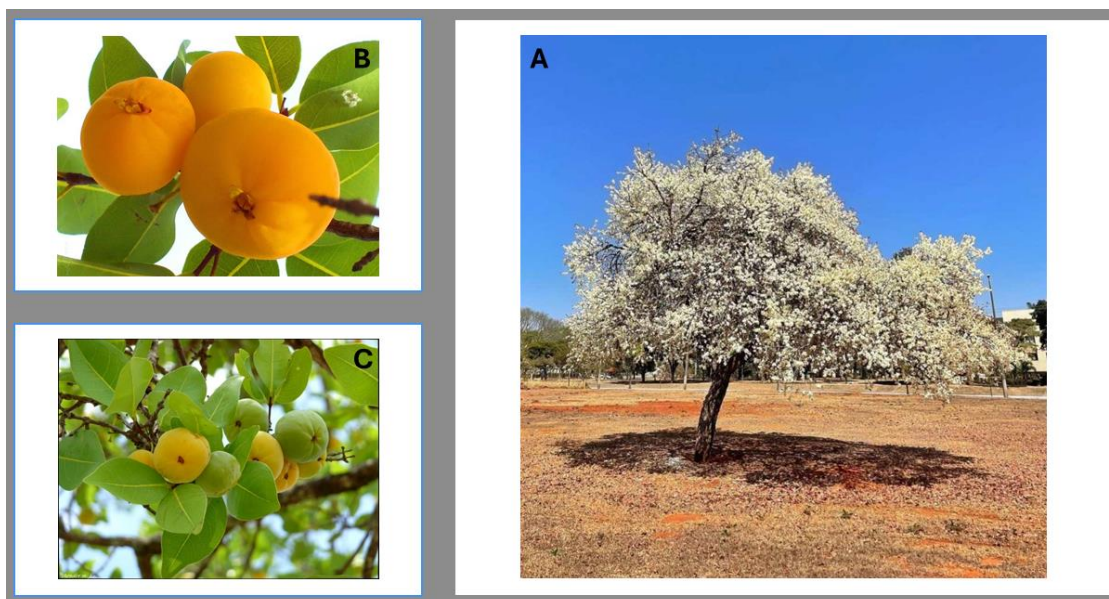
**Figura 6.** Árvore e frutos de Araticum.

**A:** Araticunzeiro. Fonte: Flickr. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/mercadanteweb/5255933477>. Acessado em: 20 jun. 2024. **B:** Fruto aberto do Araticum. Fonte: Cerratinga. Disponível em: <https://www.cerratinga.org.br/especies/araticum/>. Acessado em: 20 jun. 2024. **C:** Fruto fechado do Araticum. Fonte: G1. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/triangulo-mineiro/noticia/2019/06/27/casca-do-araticum-pode-auxiliar-no-tratamento-do-alzheimer-segundo-estudo-realizado-em-uberlandia.ghtml>. Acessado em 20 jun. 2024.

**Cagaita (*Eugenia dysenterica*)** – Muito utilizada como melífera, ornamental, e na indústria de curtume, alimentícia, medicinal e madeireira (Figura 7) (ALMEIDA et al. 1998).

Segundo a Embrapa (2006), a floração e a frutificação da cagaiteira, em alguns anos, se dá totalmente no período de ausência das chuvas no Cerrado. Então, a planta se utiliza de reservas de água acumulada no subsolo, que no próprio processo de absorção acaba trazendo parte desta água para a superfície, o que contribui para a utilização da mesma por espécies forrageiras, por exemplo. Sendo estas, ótimas opções para o plantio em consórcio.





**Figura 7.** Árvore e frutos de cagaita.

**A:** Árvore da Cagaita florida. Fonte: Bernardete Alves. Disponível em: <https://bernadetealves.com/2022/09/01/cagaiteira-inicia-florada-em-brasilia-como-orvalho-do-campo/>. Acessado em: 20 jun. 2024. **B:** Cagaita madura. Fonte: Plantei Garden Center. Disponível em: <https://www.plantei.com.br/muda-de-cagaita-eugenia>. Acessado em: 20 jun. 2024. **C:** Frutos verdes e maduros de Cagaita. Fonte: Google Imagens. Disponível em <https://textododia.com.br/banquete-indigesto-de-cagaita/>. Acessado em 20 jun. 2024.

**Macaúba (*Acrocomia aculeata*)** – Esta palmeira pode ser utilizada para diferentes fins (Figura 8). As folhas podem ser utilizadas para a alimentação animal, os frutos para a produção de farinhas e óleos, o endocarpo e casca para biomassa e o endocarpo para carvão ativado. De seus frutos podem ser extraídos o óleo tanto da polpa quanto da amêndoa. O perfil de seus ácidos graxos está diretamente relacionado com a redução de doenças cardiovasculares e controle de dislipidemias (CICOCINI, 2011), podendo ser utilizadas medicinalmente, portanto. Com frutos ricos em cálcio e potássio, a polpa e a sua farinha são muito valorizadas em todo o mercado brasileiro. A polpa fresca pode ser consumida *in natura* ou usada em vitaminas, doces, cremes, geleias, sorvetes, bolos e pães. Já a amêndoa pode ser consumida, também *in natura*, ou na forma de paçocas. A macaubeira pode ser utilizada como planta melífera, ornamental, medicinal e industrial (ALVES, 2013; AVIDOS e FERREIRA, 2000).

Também é uma ótima opção de cultivo em sistemas agrossilvipastoris, em consórcio com outras oleaginosas, como pinhão-manso (*Jatropha curcas*), mamona (*Ricinus communis*), girassol (*Helianthus annuus*), servindo como alternativa de fonte de renda para os produtores até o amadurecimento da macaúba (CETEC, 1983; MOURA, 2007). Com alta capacidade de imobilização de CO<sup>2</sup> atmosférico, a macaubeira, nestes tipos de sistemas, é capaz de minimizar os impactos negativos gerados por este gás liberado pelos bovinos (PRIMAVESI, 2007).

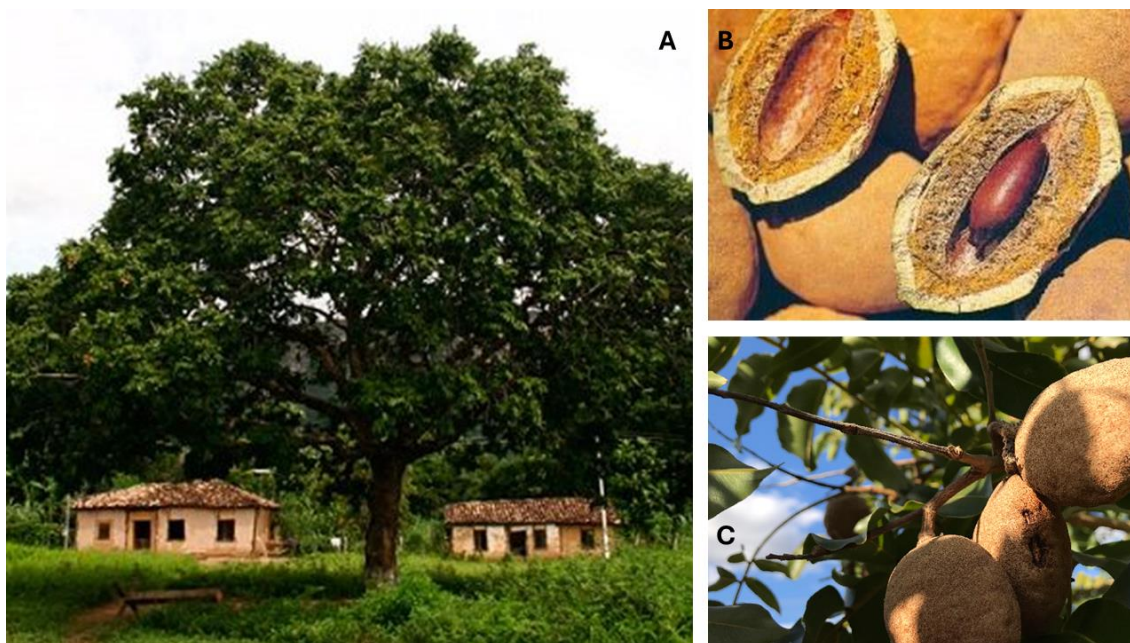


**Figura 8.** Árvore e frutos de Macaúba.

**A:** Frutos de Macaúba na palmeira. Fonte: Diário do Nordeste. Disponível em <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/estilo-de-vida/meio-ambiente/macauaba-o-que-e-e-para-que-serve-1.3277746>. Acessado em: 20 jun. 2024. **B:** Frutos abertos da Macaubeira. Fonte: Google Imagens. Disponível em: <https://www.abcnuts.org.br/castanhas/macauaba/>. Acessado em: 20 jun. 2024.

**Baru (*Dipteryx alata*)** – Com ampla utilidade e alta procura, o baru pode ser utilizado desde paisagismo, madeira para construção civil, produção de papel para embalagens ou impressão, até na culinária regional e medicina alternativa, no controle de reumatismos e fornecimento de elevadas concentrações de proteína bruta extrato etéreo, fibras e minerais. Suas sementes são utilizadas como antirreumáticas (FERREIRA, 1998). É uma das poucas espécies que apresentam frutos com polpa carnosa durante a estação seca no bioma Cerrado, tendo grande importância para a alimentação da fauna silvestre local nesta época, que ajudam a espécie a se propagar (Figura 9) (SANO et al. 2004).

Á árvore do Baru também tem grande importância em sistemas silvipastoris e na recuperação de pastagens, pois possui copa frondosa e perenifólia, garantindo uma boa sombra para o gado, além da produção de frutos em períodos de estiagem (OLIVEIRA E ROSADO, 2002).



**Figura 9.** Árvore e frutos de Baru.

**A:** Baruzeiro. Fonte: Google Imagens. Disponível em: <https://www.castannuts.com.br/a-castanha-de-baru/>. Acessado em: 20 jun. 2024. **B:** Fruto aberto e castanha do Baru. Fonte: Instituto brasileiro de Florestas. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/lista-de-especies-nativas/baru>. Acessado em: 20 jun. 2024. **C:** Frutos de Baru na árvore. Fonte: Google Imagens. Disponível em: <https://www.unitins.br/nativasdigitais/especie/baru>. Acessado em 20 jun. 2024.

Estes são apenas alguns dos inúmeros exemplos de espécies frutíferas nativas do Cerrado com alto potencial de utilização em Sistemas Agroflorestais. É válido lembrar que existem diversas outras (CHACEL, 2018), com alto potencial de produção, rentabilidade e recuperação de áreas degradadas, apesar de ainda serem pouco estudadas.

### 6.2.3 SAF's no DF

Segundo Chacel (2018), as espécies arbóreas mais utilizadas em Sistemas Agroflorestais, no Distrito Federal, encontram-se na Tabela 5.

**Tabela 5.** Espécies arbóreas mais utilizadas em Sistemas Agroflorestais no DF.

Nome científico	Nome popular	I
<i>Anadenathera spp.</i>	Angico	D
<i>Annona muricata</i>	Graviola	
<i>Carica papaya</i>	Mamoeiro	
<i>Citrus spp.</i>	Citrus	
<i>Coffea arabica</i>	Café	
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Copaíba	D
<i>Eucalyptus spp.</i>	Eucalipto	
<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá-da-mata	D
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	

<i>Mangifera indica</i>	Mangueira	
<i>Morus nigra</i>	Amora	
<i>Musa paradisiaca</i>	Bananeira	
<i>Persea americana</i>	Abacateiro	
<i>Anacardium occidentale</i>	Cajueiro	D
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Jaqueira	
<i>Bactris gasipaes</i>	Pupunha	
<i>Caryocar brasiliense</i>	Pequi	D
<i>Ceiba speciosa</i>	Barriguda	D
<i>Dipteryx alata</i>	Baru	D
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitangueira	
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Ipê-roxo	
<i>Inga edulis</i>	Ingá-de-metro	R
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Aroeira	D
<i>Plinia cauliflora</i>	Jaboticabeira	
<i>Schizolobium parahyba</i>	Guapuruvu	
<i>Sterculia striata</i>	Chichá	D
<i>Swietenia macrophylla</i>	Mogno-amazônico	D
<i>Theobroma cacao</i>	Cacau	

Legenda: **I**: Se a espécie é indicada para recomposição da vegetação nativa de acordo com o portal Web Ambiente da Embrapa ([www.webambiente.gov.br](http://www.webambiente.gov.br)). **R**: indicada como estratégia de recobrimento. **D**: indicada como estratégia de diversidade. Fonte: Chacel (2018)

Dentre as espécies elencadas na Tabela 5, as que mais se destacaram com os melhores desenvolvimentos foram: os Eucaliptos (*Eucalyptus* spp.), Cítricos (*Citrus* spp.), Ipês (*Handroanthus* spp.), Bananeiras (*Musa paradisiaca*) e Jatobá-da-mata (*Hymenaea courbaril*), entre 102 espécies citadas, segundo os agricultores, proprietários das terras. Outras espécies como: Copaíba (*Copaifera langsdorffii*), Goiaba (*Psidium guajava*), Ingá-de-metro (*Inga edulis*), Chichá (*Sterculia striata*), Baru (*Dipteryx alata*), Pitangueira (*Eugenia uniflora*), Aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolia*), Mogno-amazônico (*Swietenia macrophylla*) e Jamelão (*Syzygium cumini*), também são consideradas espécies de alto valor de importância e alto interesse econômico (CHACEL, 2018).

Eucaliptos e bananeiras, em especial, são amplamente utilizados em Saf's no DF, pois, além da produção de madeira e frutos, possuem a função de rápida produção de biomassa a ser depositada no solo e sombreamento para o desenvolvimento inicial da produção das demais espécies. Além de criar um microclima e manter a umidade no ar e no solo na época da seca. Ambas as espécies têm se mostrado satisfatórias para a produção comercial e viabilidade econômica. Além destas, Amoreira (*Morus nigra*), Mangueira (*Mangifera indica*), Abacateiro

(*Persea americana*) e Jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*) também são bastante cultivadas pelo maior valor comercial, e para garantir uma maior diversidade de produção (CHACEL, 2018).

## 7 CONCLUSÃO

A revisão bibliográfica demonstrou, através dos trabalhos consultados, que Sistemas Agroflorestais possuem enorme potencial de Recuperação de Áreas Degradadas devido, principalmente, à prestação de serviços ecossistêmicos, e também possuem diversos benefícios ecológicos, econômicos, ambientais e sociais, visto que é possível aliar a produção com a recuperação da área, o que resulta em um aumento na produção à médio e longo prazo; além da diversidade de produtos, que garante maior variedade de fontes de renda para o produtor em diferentes períodos do ano.

De acordo com os produtores, as espécies que devem ser mais contempladas em SAF's em ambientes de Cerrado são, principalmente: Eucaliptos (*Eucalyptus* spp.), Cítricos (*Citrus* spp.), Ipês (*Handroanthus* spp.), Bananeiras (*Musa paradisiaca*) e Jatobá-da-mata (*Hymenaea courbaril*), por se adaptarem melhor ao ambiente. Espécies como: Copaíba (*Copaifera langsdorffi*), Goiaba (*Psidium guajava*), Ingá-de-metro (*Inga edulis*), Chichá (*Sterculia striata*), Baru (*Dipteryx alata*), Pitangueira (*Eugenia uniflora*), Aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolia*), Mogno-amazônico (*Swietenia macrophylla*) e Jamelão (*Syzygium cumini*), também são consideradas espécies de alto valor de importância e alto interesse econômico. E, espécies como: Amoreira (*Morus nigra*), Mangueira (*Mangifera indica*), Abacateiro (*Persea americana*) e Jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*) também são bastante promissoras por possuírem um valor comercial elevado, além de garantirem maior diversidade à produção.

Por fim, a produção em Sistemas Agroflorestais é uma alternativa viável tanto para pequenos produtores, quanto para latifundiários; sendo a segunda categoria mais necessária na adesão do modelo, visto que são os mais responsáveis pela degradação histórica de terras.

## 8 REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. M. de S.; MACHADO, R. B.; MARINHO-FILHO, J. **A diversidade biológica do Cerrado**. In: AGUIAR, L. M. de S.; CAMARGO, A. J. A. de (Ed.). Cerrado: ecologia e caracterização. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 17-40.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.

AMADOR, D. B. **Restauração de ecossistemas com sistemas agroflorestais**. Restauração de ecossistemas naturais. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais–FEPAF. São Paulo. Botucatu, 2003.

ANDRADE, C.M.S.; SALMAN, A.K.D.; OLIVEIRA, T.K. de. **Guia Arbopasto: manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistema silvipastoris**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 345 p.

ANGHINONI, I.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; SOUZA, E. D.; CONTE, O.; LANG, C. R. Benefícios da integração lavourapeçuária sobre a fertilidade do solo em sistema plantio direto. In: FONSECA, A. F.; CAIRES, E. F.; BARTH, G. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas no sistema plantio direto**. Ponta Grossa: AEACG/ Inpag, 2011. p. 1-31. arborização de pastagens e viabilidade técnica-econômica da alternativa

ANTUNES, E.C.; ZUPPA NETO, T. O.; ANTONIOSI, FILHO, N. R.; CASTRO, S. S. **Utilização do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) como espécie recuperadora de ambientes degradados no cerrado e fornecedora de matéria prima para a produção de biodiesel**. In: I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, Brasília, 2006.

ATTWILL P.M., ADAMS M.A. **Tansley Review no 50: Nutrient cycling in forests**. New Phytologist 124:561-582, 1993.

BBC. **Ancient trees reveal last summer hottest in 2000 years.** BBC, 2024. Disponível em: <https://www.bbc.com/news/articles/c72pp3yqzjyo>. Acessado em: 21 Mai. 2024.

BUDOWSKI, G. **Aplicability of agroforestry systems, Turrialba.** CATIE, 1981.

CLAGNAN, E.; ROLFE, S. A.; THORNTON, S. F.; KROL, D.; RICHARDS, K. G.; LANIGAN, G.; TUOHY, P.; FENTON, O. **Nitrogen transformation processes and gaseous emissions from a humic gley soil at two water filled pore spaces, Soil and Tillage.** Research, v. 198, 2020, 104543, ISSN 0167-1987, <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104543>.

CORREIO BRAZILIENSE. **Biodiversidade Brasileira: uma aliada no combate ao Aedes Aegypti.** Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/ciencia-e-saude/2024/05/6849753-biodiversidade-brasileira-uma-aliada-no-combate-ao-aedes-aegypti.html>. Acessado em: 16 Jun. 2024

DANIEL, O.; PASSOS, C. A. M.; COUTO, L. **Sistemas agroflorestais (silvipastoris e agrissilvipastoris) na região Centro-Oeste do Brasil: potencialidades, estado atual da pesquisa e da adoção de tecnologia.**

DUBE, F.; COUTO, L.; SILVA, M. L.; LEITE, H. G.; GARCIA, R.; ARAÚJO, G. A. A. **A simulation model for evaluating technical and economic aspects of an industrial eucalyptus-based agroforestry system in Minas Gerais, Brazil.** Agroforestry Systems, Netherlands, v. 55, p. 73-80, 2002.

DURAN, J.A.R.; CAMPELO JUNIOR, J.H. **Desempenho do enwatbal para avaliar a umidade do solo e o uso da água em um sistema agroflrestal.** Revista Árvore, v.32, p.879-889, 2008.

EMBRAPA. **Árvores em sistemas ILPF neutralizam emissão de metano por bovinos no Cerrado Mineiro.** Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/70568423/arvores-em-sistemas-ilpf-neutralizam-emissao-de-metano-por-bovinos-no-cerrado->

[mineiro#:~:text=Estudos%20da%20Embrapa%20Milho%20e,emiss%C3%A3o%20de%20metano%20por%20bovinos](#). Acessado em: 20 Jun. 2024

ENGEL, V.L. Sistemas Agroflorestais: Conceitos e Aplicações. (Texto extraído de ENGEL, V. L. Introdução aos Sistemas Agroflorestais. Botucatu: FEPAF, 1999. 70 p. 2 Recursos Naturais/FCA - Unesp/Botucatu. Disponível em: <http://saf.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/01.pdf>. Acesso em 30 de maio de 2024.

EOS. **Sequestro de carbono no solo: Examinado mais de perto.** EOS, 2023. Disponível em: <https://eos.com/pt/blog/sequestro-de-carbono-no-solo/>. Acessado em: 28 Mai. 2024.

FELFILI, J. M., HARIDASSAN, M., DE MENDONÇA, R. C., FILGUEIRAS, T. S., SILVA JUNIOR, M. C., REZENDE, A. V. **Projeto biogeografia do bioma cerrado: vegetação e solos.** In: IBGE. Cadernos de Geociências. Rio de Janeiro. 12: 75-165. 1994.

FERREIRA, M. B. **Frutos comestíveis do Distrito Federal – III. Piqui, mangaba, marolo e mamãozinho.** Cerrado, Brasília, DF, v. 5, n. 20, p. 22-25, jun. 1973.

FLECHARD, C. R.; AMBUS, P.; SKIBA, U.; REES, R. M.; HENSEN, A.; VAN AMSTEL, A. **Effects of climate and management intensity on nitrous oxide emissions in grassland systems across.** Europe, Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 121, Issues 1–2, 2007, pg. 135-152.

FRANCO, F. S.; COUTO, L.; CARVALHO, A. F.; JUCKSCH, I.; FILHO, E. I. F.; SILVA, E.; NETO, J. A. M. N. **Quantificação de erosão em sistemas agroflorais e convencionais na Zona da Mata de Minas Gerais.** Revista Árvore, v. 26, n. 6, p. 751-760, 2002.

GABRIEL, J. **Desmatamento no cerrado cresce 83% em maio; acumulado é recorde.** Folha de São Paulo, 07 de junho de 2023. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2023/06/desmatamento-no-cerrado-tem-novo-record-e-e-cresce-83-em-maio.shtml>. Acesso em: 17 abr. 2024.



GARCIA, N. C. P.; REIS, G. G.; SALGADO, L. T.; FREITAS, R. T. F. **Consórcio do Eucalyptus grandis com gramíneas forrageiras em áreas de encosta na Zona da Mata de Minas Gerais.** In: Congresso brasileiro sobre sistemas agroflorestais. 1994. p. 113-120.

GLOBO. G1, 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2020/08/28/agropecuaria-foi-responsavel-por-90percent-da-perda-de-vegetacao-natural-do-brasil-aponta-levantamento.ghtml>. Acesso em: (15 mai. 2024).

GONÇALVES, A. F. A.; SANTOS, J. A.; FRANCA, L. C. D.; CAMPOE, O. C.; ALTOE, T. F.; SCOLFORO, J. R. S. **Use of the process-based models in forest research: A bibliometric review.** Cerne Federal University of Lavras, 2021.

GONÇALVES, K. G.; DUARTE, G. S. D.; TSUKAMOTO FILHO, A. A.. **Espécies frutíferas do cerrado e seu potencial para os safes.** FLOVET-Boletim do Grupo de Pesquisa da Flora, Vegetação e Etnobotânica, v. 1, n. 7, 2015.

GROSSI, G.; GOGLIO, P.; VITALI, A.; WILLIAMS, A. **Livestock and climate change: Impact of livestock on climate and mitigation strategies.** Animal Frontiers. v.9. 2018. DOI - 10.1093/af/vfy034

HIRSCH, P. R.; MAUCLINE, T. H. **The importance of the microbial N cycle in soil for crop plant nutrition.** In Advances in Applied Microbiology (Vol. 93). 2015. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/bs.aambs.2015.09.001>

HUANG, L.; ZHOU, M.; LV, J.; CHEN, K. **Tendências na pesquisa global em sequestro de carbono florestal: uma análise bibliométrica.** Revista de Produção Mais Limpa, 252, pág. 1-17, 2020.

JANSSON, J. K; HOFMOCKEL, K. S. **Soil microbiomes and climate change.** Nat Rev Microbiol 18, 35–46 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41579-019-0265-7>

JUNQUEIRA, N. T. V.; JUNQUEIRA, K. P.; PEREIRA, A.; PEREIRA, E.; BRAGA, M.; CONCEIÇÃO, L. D.; FALEIRO, F. **FRUTÍFERAS NATIVAS DO CERRADO: O EXTRATIVISMO E A BUSCA DA DOMESTICAÇÃO**. XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Bento Gonçalves-RS. 2012

KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E. D.; MORAES, L. F. D. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais. In: Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. 2003. p. 340-340.

KOBIYAMA, M.; MINELLA, J. P. G.; FABRIS, R. **Áreas degradadas e sua recuperação**. Informe agropecuário, belo horizonte, v. 22, n. 210, p. 10-17, 2001.

KLINK, C. A., MACHADO, R. B. **Conservation of Brazilian Cerrado**. Conservation Biology, v.19, p.707-713, 2005.

KLINK, C. A. MOREIRA, A. G. **Past and current human occupation, and land use**. In: OLIVEIRA, P. S. & MARQUIS, R. J. (Ed.). The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. New York: Columbia University Press, p. 69-88, 2002.

LIMA, A. F. N.; COUTINHO, L. A. N.; ALVES, E. C. R. F.; MOURA, I. D. A.; MACEDO, L. L. B. S.; COSTA, V. E. G.; QUEIROZ, K. R. S.; MOURA, C. B. A. **Efeito larvicida do extrato da folha de pequi (*Caryocar brasiliense*) sobre o mosquito (*Aedes aegypti*)**. Brazilian Journal of Health Review, v. 5, n. 4, p. 14598–14615, 22 ago. 2022.

LÔBO, R. L. L.; SIQUEIRA, T. M. V.; MARTINS, E. S.; LIMA, A. S. T.; CUNHA, A. C. M. C. M. **Sistemas agroflorestais na recuperação de áreas degradadas / Agroforestry systems in the recovery of degraded areas**. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 4, p. 38127–38142, 13 abr. 2021.

MACHADO, R. B.; NETO, M. R. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E.F.; GONÇALVES, D.A.; SANTOS, N.S.; TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado**. 2004. Conservação Internacional, Brasília, DF.

MAGALHÃES, J. A.; COSTA, N. L.; PEREIRA, R. G. A.; TOWNSEND, C. R.; BIANCHETTI, A. Sistemas silvipastoris: alternativas para a Amazônia. Bahia Agrícola, Salvador, v. 6, n. 3, p. 52-54, 2004.

MAHMUD, K.; PANDAY, D.; MERGOUM, A.; MISSAOUI, A. **Nitrogen losses and potential mitigation strategies for a sustainable agroecosystem.** Sustainability 2021, 13, 2400.

MEDRADO, M. J. S. **Sistemas agroflorestais: aspectos básicos e indicações.** In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologias; Colombo, PR: Embrapa Floresta, 2000. p. 269-312.

MELO, J. T.; ZOBY, J. L. F. **Espécies para arborização de pastagens.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 113).

MICCOLIS, A.; PENEIREIRO, F. M.; MARQUE, H. R.; VIEIRA, D. L. M.; ARCO-VERDE, M. F.; HOFFMANN, M. R.; REHDER, T.; PEREIRA, A. V. B. **Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção.** Brasília, DF: Instituto Sociedade, População e Natureza, 2016.

MONTOYA, L. J.; MEDRADO, M. J. S.; MASCHIO, L.M. DE A. **Aspectos de arborização de pastagens e viabilidade técnica-econômica da alternativa silvipastoril.** In. SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 1., Colombo. Colombo: Embrapa-CNPQ, 1994, p. p.157 172.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** Nature, n.403, p. 853-858, 2000.

NAIR, P. K. R. An introduction to agroforestry. Holanda: Kluwer, 1993. 499 p.

NICODEMO, M.; PRIMAVESI, O. **ILPF – inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta: Serviços ambientais em sistemas silvipastoris.** Brasília, DF: Embrapa, 2019.

OLIVEIRA, G. A.; SILVA, L. F.; NASCIMENTO, J.; AGOSTINHO, P. R.; PADOVAN, M. P. **Valoração Econômica de Serviços Ambientais em Sistemas Agroflorestais Biodiversos: um Estudo de Caso no Assentamento Lagoa Grande, em Dourados-MS.** 2014.

PASHAEI, R.; ZAHEDIPOUR-SHESHGLANI, P.; DZINGELEVIČIENĖ, R. **Effects of pharmaceuticals on the nitrogen cycle in water and soil: a review.** *Environ Monit Assess* 194, 105 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10661-022-09754-7>

PRIZIBISCZKI, C. **Governo esconde aumento de 8% na destruição do Cerrado.** (O)Eco, São Paulo, 04 de janeiro de 2022. Disponível em: <https://oeco.org.br/noticias/governo-esconde-aumento-de-8-na-destruicao-do-cerrado/>. Acesso em: 17 abr. 2024.

RIBASKI, J. **Influência da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW.) DC.) sobre a disponibilidade e qualidade da forragem de capim-búfel (*Cenchrus ciliaris*) na região semi-árida brasileira.** 2000.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado.** In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. de, (ed.). *Cerrado: ambiente e flora.* Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 89-166.

RODIGHERI, H. R. **Viabilidade econômica de plantios florestais solteiros e de sistemas agroflorestais.** Colombo: Embrapa Florestas, 1998. 4 p.

SANTOS, E.; SILVA, F.; COSTA, D.; PEREIRA, F. **Desenvolvimento de métodos de recuperação de áreas degradadas no seridó Paraibano aplicando novas técnicas de nucleação biológica com espécies de Cactaceae e Euphorbiaceae: avaliação preliminar.** *Brazilian Journal of Development*.v.6, n.9. p.69302-69322, sep. 2020.

SANTOS, J. A.; SANTOS, A. D; COSTA, C. R.; ARAUJO, A. S.; LEITE, G. C.; COSER, T. R.; FIGUEIREDO, C. C. **Fractions of Organic Matter and Soil Carbon Balance in Different Phases of an Agroforestry System in the Cerrado: A Ten-Year Field Assessment.** *Soil Systems*, v. 8, n. 2, p. 44, 10 abr. 2024.

SAUER, S. **Questão eco-agrária: extrativismo agrário, mudanças climáticas e desmatamento no Brasil**. Revista NERA, v. 27, n. 2, e10185, abr.-jun., 2024

SCHIMEL, J.P.; BENNETT, J. **Nitrogen mineralization: challenges of a changing paradigm**. Ecology, Brooklyn, v. 85, n. 3, p. 591-602, 2004.

SCHLÖNVOIGT. A.; BEER, J. **Initial growth of pioneer timber tree species in a Taungya system in the humid lowlands of Costa Rica**. Agroforestry Systems, Netherlands, v. 51, p. 97-108, 2001.

SHUKLA, AK; MUHURI, PK; ABRAHAM, A. **Uma análise bibliométrica e visão geral de ponta sobre técnicas fuzzy em Big Data**. Aplicações de Engenharia de Inteligência Artificial, 92, pág. 1-18, 2020.

SHYTON, T. G. **Revisão sistemática sobre adaptação baseada em ecossistemas em regiões costeiras do hemisfério sul e lições comparativas para a Região Metropolitana da Baixada Santista. 2023**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade de Ambientes Costeiros) - Instituto de Biociências do Campus do Litoral Paulista, Universidade Estadual Paulista, São Vicente, 2023.

SILVA, J. C. **Eucalipto, arroz, soja e carne: uma economia e dieta saudável**. Revista da Madeira, v. 14, n. 86, 14 dez. 2004. Disponível em: <http://www.remade.com.br/pt/revistamateria.pHp?edicao=86&id=679>>

SILVA, S. M. C.; NASCIMENTO, J. L.; NAVES, R. V. **Produção da mangabeira (hancornia speciosa gomes) irrigada e adubada nas condições do Estado de Goiás**. Biosci. J., Uberlândia, v.22, n.2, p.43-51, 2006.

SPRENT, J.I. **The ecology of the nitrogen cycle**. Cambridge studies in ecology, Cambridge: Cambridge University Press, 1987.

SZOTT, L. T.; FERNANDES, E. C. M.; SANCHEZ, P. A. **Soil-plant interactions in agroforestry systems**. Forest ecology and management, v. 45, n. 1-4, p. 127-152, 1991.

TELLES, T. S.; GUIMARAES, M. D.; DECHEN, S. C. F. **The cost of soil erosion**. Revista Brasileira de Ciencia do Solo 35: 287-298.

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

VALE, R. S. **Agrissilvicultura com eucalipto como alternativa para o desenvolvimento sustentável da Zona da Mata de Minas Gerais**. 2004. 101f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

VASCONCELLOS, R. C. DE; BELTRÃO, N. E. S. **Avaliação de prestação de serviços ecossistêmicos em sistemas agroflorestais através de indicadores ambientais**. Interações (Campo Grande), p. 209–220, 16 fev. 2018.

VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. S.; SILVA, D. B.; FERREIRA, F. R.; SANO, S. M. **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; 2006.

WIERSUM, K. F. **Ecological Aspects of Agroforestry: With Special Emphasis on Tree-soil Interactions: Lecture Notes**. Fakultas Kehutaman Universitas Gadjah Mada, 1986.