

# SEQUESTRO DE DIÓXIDO DE CARBONO POR ÁRVORES NO SISTEMA AGROFLORESTAL COM OITO ANOS

XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 13ª edição, de 26/08/2024 a 30/08/2024  
ISBN dos Anais: 978-65-5465-112-7

**DOMINGUES; Luis Augusto da Silva<sup>1</sup>, MAGESTE; José Geraldo<sup>2</sup>, CORREA; Marcello Matheus<sup>3</sup>**

## RESUMO

**Resumo** Sistema Agroflorestal (SAF) é um sistema de produção que integra em uma mesma área agricultura, pecuária e silvicultura de forma concomitante ou alternada. O SAF favorece a otimização do uso da terra, eleva a produtividade, contribui para ciclagem de nutrientes, diversificando a produção e gerando produtos de qualidade, reduzindo assim a pressão sobre a abertura de novas áreas. Dentre os benefícios do SAF está ainda o sequestro de dióxido de carbono realizado pelas árvores, neutralizando os efeitos nocivos dos gases de efeito estufa gerados na área pela criação de bovinos. Assim o objetivo deste trabalho foi o de avaliar o potencial de sequestro de dióxido de carbono pelas árvores em área de SAF de oito anos, com diferentes espécies arbóreas. O experimento foi instalado no Centro de Estudo em Sistema Agrossilvipastoril, na Fazenda Sobradinho, do IFTM Campus Uberlândia, em uma área de 5 ha, em solo de textura argilosa. Os tratamentos consistiram nas espécies florestais, sendo elas: Baru (*Dipteryx alata*); Cedro Australiano (*Toona ciliata*); Pequi (*Caryocar brasiliense*); Mogno Africano (*Khaya ivorensis*); Teca (*Tectona grandis*) e Eucalipto (*Eucalyptus*), plantadas em fileiras de linhas simples espaçadas de 15 metros e dois metros entre árvores, com 40 árvores por linha. Para a estimativa do sequestro de dióxido de carbono por espécie foi realizada a avaliação do diâmetro a altura do peito (DAP) e a altura do fuste principal em 60 árvores de cada espécie. Posteriormente foi realizado o cálculo da biomassa e por equações chegou-se o teor de CO<sub>2</sub> sequestrado. O eucalipto se sobressaiu em relação às demais espécies com um total de 25,4 t.ha de CO<sub>2</sub> após oito anos de plantio, enquanto o cedro australiano sequestrou 6,4, a teca 4,9, mogno africano 4,2, o pequi 2,4 e o baru 2,1 t.ha de CO<sub>2</sub>, com uma população de 333 plantas por hectare.

Palavras-chaves: Pequi, Baru, Cerrado, SAF

## INTRODUÇÃO

O Brasil e o mundo vêm enfrentando o desafio das mudanças climáticas, em que há a necessidade de redução das emissões antrópicas de gases do efeito estufa (GEE) para atmosfera. No Brasil, os principais responsáveis por essas emissões são a mudança do uso da terra (MUT) e o setor agropecuário, correspondendo por 46% e 27% das emissões, respectivamente (SEEG, 2024).

O Brasil se comprometeu a reduzir em 50% suas emissões de gases de efeito estufa tendo como referência o Quarto Inventário Nacional de Emissões no ano de 2005, compromisso esse assumido na Conferência Das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas (COP 26) realizada Glasgow, Escócia, no ano de 2021.

O sequestro de C no solo em áreas agrícolas de pasto ou culturas é uma das formas para mitigar as mudanças climáticas globais. O solo armazena duas vezes mais C em relação a atmosfera e cerca de três vezes mais em relação ao C estocado nas plantas. Além disso, práticas utilizadas para aumentar o estoque de carbono no solo têm impactos positivos diversos na produção, como, por exemplo, na maior eficiência de uso dos nutrientes e no equilíbrio biológico dos sistemas. Áreas agrícolas e de pastejo bem manejadas podem resultar em estoques de C no solo igual ou superior ao da área nativa, o que é bastante interessante sob o ponto de vista de mitigação e do mercado

<sup>1</sup> IFTM, luisaugusto@iftm.edu.br

<sup>2</sup> UFU, jmageste@ufu.br

<sup>3</sup> IFTM, marcello.correa@estudante.iftm.edu.br

## METODOLOGIA

### Área experimental

O trabalho foi realizado no Centro de Estudo em Sistema Agrossilvipastoril, na Fazenda Sobradinho, do IFTM Campus Uberlândia Sobradinho (726 m de altitude, latitude 18° 46' 46,4" S, longitude 48° 17' 37,1" O), em uma área de 5 ha, num solo de classificação Latossolo Vermelho-distroférico textura argilosa com declividade média de 7%.

Até o ano de 2015 a área foi ocupada por uma pastagem degradada de *Brachiaria brizantha*, onde a taxa de lotação estava em 0,5 U.A.ha, e em muitos pontos da área observava-se o solo exposto. O sistema agroflorestal foi implantado em janeiro de 2016. Foram plantadas seis espécies florestais com as árvores espaçadas em 15 m entre filas, em linhas simples e 2 metros entre plantas. No espaçamento entre as filas desde então vem sendo realizada rotação milho-soja no verão e, no inverno (abril a outubro), permanece como pastagem, desde o quarto ano, 2020 com taxa de lotação média de 3 UA.ha.

Faz parte do componente arbóreo as seguintes espécies: cedro australiano (*Toona ciliata*), teca (*Tectona grandis*), mogno africano (*Khaya ivorensis*), pequi (*Caryocar brasiliense*), baru (*Dipteryx alata*) e o eucalipto, com o clone I144 (*Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis*). Cada uma das espécies arbóreas possui 120 árvores divididas em três linhas espaçadas de 15 metros. A área experimental recebeu o nome de Centro de Pesquisa em Sistema Agroflorestal e está nas dependências do Instituto Federal de Educação do Triângulo Mineiro, em Uberlândia.

### Estimativa da Biomassa Arbórea

Foram realizadas estimativas de altura total e a medição do DAP (diâmetro à altura do peito - 130 cm) em 20 indivíduos de cada fileira no mês de outubro-2023, totalizando 60 indivíduos por espécie. A avaliação da altura foi realizada com o auxílio de um clinômetro florestal modelo Hagof (modelo Haga) e as medições do DAP com uma trena diamétrica. Estas avaliações tem como objetivo estimar o volume alcançado nesta idade por cada espécie presente na área.

Foi avaliada apenas a biomassa do fuste e não de outros compartimentos florestais, tais como galhos, folhas, casca etc.

A estimativa do volume foi realizada pela equação, proposta por Souza e Alexandre (2010):

$$V = \pi DAP^2 H \quad V = \pi \left( \frac{DAP}{2} \right)^2 H$$

Onde: V = volume; DAP = diâmetro à altura de peito; H = altura.

O resultado obtido foi multiplicado pelo fator de forma (f) de cada espécie florestal, para a obtenção do volume estimado (Miranda et al., 2015). O fator de forma de cada espécie avaliada, encontrada na literatura.

O resultado do volume foi multiplicado pela densidade básica da madeira (kg.m<sup>3</sup>) para cada espécie encontrada na literatura.

<sup>1</sup> IFTM, luisaugusto@iftm.edu.br

<sup>2</sup> UFU, jgmageste@ufu.br

<sup>3</sup> IFTM, marcello.correa@estudante.iftm.edu.br

Para o cálculo da biomassa total foi utilizada a equação proposta por Bolina e Barreira (2011):

$$Bt = d \cdot Vt \quad Bt = d \cdot Vt$$

Onde: Bt= Biomassa total; d= Densidade média (kg.m<sup>-3</sup>); Vt= Volume total (m<sup>3</sup>) estimado

Para a obtenção da quantidade da biomassa seca foi empregado o método sugerido por Higuchi et al. (1998), segundo os quais, do peso total de uma árvore 60% corresponde ao peso da matéria seca.

As estimativas de carbono fixado na biomassa da madeira das árvores foram obtidas por meio da multiplicação das estimativas de biomassa obtidas pelo fator meio (0,5), equação sugerida por Soares et al. (2006), considerando-se que a biomassa seca contém aproximadamente 50% de carbono. Para se obter o valor de CO<sub>2</sub>, considera-se que 1 (uma) tonelada de carbono corresponde a 3,67 toneladas de CO<sub>2</sub> retirado da superfície terrestre (TITO et al., 2009).

Os resultados encontrados foram submetidos a análise de estatística descritiva.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as espécies estudadas houve uma grande diferença entre o volume (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) (Tabela 1). Este volume variou de 2,12 m<sup>3</sup> para o Eucalipto, passando por 0,68 m<sup>3</sup> para o cedro australiano até chegar nas árvores nativas do cerrado, que apresentaram menor volume (aos 92 meses de idade), sendo o Pequi 0,089 e o Baru 0,071 m<sup>3</sup>. Conforme evidenciado anteriormente, não seria justo, ecologicamente, comparar o eucalipto com as demais espécies onde ainda não houve um esforço de melhoramento silvicultural até o momento. Mas, fica então evidenciado os motivos pela preferência no uso desta sp no sistema, uma vez que este possui volume foi 30 vezes maior do que a espécie nativa mais produtiva.

Importante destacar o desenvolvimento do cedro australiano, que atinge volume médio maior que as espécies teca (ambos possuem semelhante valor de mercado. Ambos são usados mais comumente para móveis). Por outro lado, o cedro é 12 meses mais novo que estas últimas. Assim, fica evidenciado o potencial de desenvolvimento desta espécie para esta região do cerrado.

**Tabela 1 - Volume (m<sup>3</sup>) por árvore, por hectare e incremento médio anual (IMA) de espécies florestais no sistema agrossilvipastoril, com 92 meses de idade, em Uberlândia, MG.**

### Espécie

#### Volume árvore médio (m<sup>3</sup>)

#### volume m<sup>3</sup> ha

#### IMA (m<sup>3</sup>.ha.ano)

#### BARU

0,071

23,779

3,102

#### PEQUI

0,089

29,597

<sup>1</sup> IFTM, luisaugusto@iftm.edu.br

<sup>2</sup> UFU, jgmageste@ufu.br

<sup>3</sup> IFTM, marcello.correa@estudante.iftm.edu.br

3,860

**CEDRO**

0,683

227,386

34,100

**TECA**

0,384

127,734

16,661

**MOGNO**

0,377

125,685

16,394

**EUCALIPTO**

2,126

707,947

92,341

O IMA (Incremento Médio Anual -  $m^3 / ha \cdot ano$ ) para o eucalipto foi o maior entre as espécies. Ele foi de  $92,34 m^3$  diferindo a mais, para a maioria daqueles encontrados na literatura para a condição do cerrado (Site index). A média brasileira para plantios homogêneos é de 45 a  $50 m^3 \cdot ha \cdot ano$ , nos plantios homogêneos implantados nos melhores site index. Provavelmente o eucalipto se beneficiou da adubação para a cultura do milho e também devido a elevada fertilidade natural do solo que possui em torno  $320 mg \cdot dm^{-3}$  de potássio (considerado muito bom a ótimo).

Já o IMA das espécies do cerrado foram as menores do que o eucalipto devido a menor taxa de crescimento das mesmas. Conforme referido anteriormente, isto pode estar associado ao pouco esforço silvicultural para estas espécies, principalmente em programas de melhoramento genético e aspectos de nutrição de plantas.

Baseado no volume e no IMA dentro do sistema agrossilvipastoril as espécies de crescimento mais rápido, como Eucalipto e Cedro apresentam vantagem sobre as demais pois, além de permitir a soltura do gado mais cedo, entre 18 e 24 meses, permite a retirada da madeira mais cedo da área, no caso do eucalipto aos 7 anos de idade.

Na tabela 2 são apresentados os valores de fixação de  $CO_2$  por árvore e por hectare no material lenhoso aéreo das espécies. Importante ressaltar que todas as espécies estudadas possuem o mesmo arranjo e distribuição espacial, ou seja  $15 \times 2$ , totalizando 333 árvores por hectare. Como há uma relação positiva entre volume e fixação de  $CO_2$ , o eucalipto, dentre as espécies avaliadas, é a que possui a maior quantidade de  $CO_2$  fixado por planta e por hectare, chegando a  $198 t \cdot ha^{-1}$  nesta idade.

**Tabela 2 - Teor de  $CO_2$  fixado por árvore, por hectare, por ano e taxa de lotação UA em sistema agrossilvipastoril com diferentes espécies florestais aos 92 meses de idade, em Uberlândia, MG.**

**Espécie**

<sup>1</sup> IFTM, luisaugusto@iftm.edu.br  
<sup>2</sup> UFU, jgmageste@ufu.br  
<sup>3</sup> IFTM, marcello.correa@estudante.iftm.edu.br

**CO<sub>2</sub> fixado**

**kg. árvore**

**CO<sub>2</sub> fixado**

**t.ha**

**fixação CO<sub>2</sub> t.ha.ano**

**taxa lotação UA ano**

**BARU**

47,53

15,8

2,1

1,098

**PEQUI**

54,70

18,2

2,4

1,264

**CEDRO**

129,10

43,0

6,4

2,983

**TECA**

113,87

37,9

4,9

2,631

**MOGNO**

97,74

32,5

4,2

2,258

**EUCALIPTO**

596,88

198,8

25,9

13,790

Este volume, fixado neste período é capaz de neutralizar a emissão de metano produzido por 13,79 UA a cada ano desde o plantio das árvores, o que demonstra um importante benefício do sistema

<sup>1</sup> IFTM, luisaugusto@iftm.edu.br

<sup>2</sup> UFU, jgmageste@ufu.br

<sup>3</sup> IFTM, marcello.correa@estudante.iftm.edu.br

agroflorestal que não apenas neutraliza o efeito poluidor do metano, como também gera um saldo positivo de CO<sub>2</sub> fixado, uma vez que a taxa de lotação média de bovino no Brasil, em pastos bem manejados não ultrapassa os 3 UA.

As demais espécies avaliadas, embora tenham menor potencial de sequestro CO<sub>2</sub> também podem contribuir positivamente para a retirada deste elemento da atmosfera, chegando no caso do Cedro australiano a 43 toneladas por ha, neste caso aos 80 meses após plantio.

## CONCLUSÃO

Fica evidente nos resultados apresentados o potencial de sequestro de CO<sub>2</sub> pelo componente arbóreo no SAF, demonstrando uma relação direta entre velocidade de crescimento e a taxa de fixação do mesmo, comprovando os efeitos benéficos do SAF para o meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

Sistema De Estimativa De Emissões De Gases De Efeito Estufa (SEEG). **Disponível em:** <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/estimativas-anuais-de-emissoes-gee/arquivos/6a-ed-estimativas-anuais.pdf>> .Acesso em: junho 2024.

CARVALHO, THAIS ALVES. Estoque de Carbono em solo de pastagem: fatores para mudança de uso da terra e melhoria do manejo. **Dissertação de Mestrado IAC**. Campinas, SP. 2023.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pequi, Barú, Cerrado, SAF

<sup>1</sup> IFTM, luisaugusto@iftm.edu.br

<sup>2</sup> UFU, jgmageste@ufu.br

<sup>3</sup> IFTM, marcello.correa@estudante.iftm.edu.br