

REVISTA  
**DESAFIOS**

ISSN: 2359-3652

V. 11, n. 7, Outubro/2024. Dossiê Especial: Agroenergia Digital  
[https://doi.org/10.20873/Agroenergia\\_2024\\_v11\\_n7\\_6](https://doi.org/10.20873/Agroenergia_2024_v11_n7_6)

**CAPACIDADE DE ESTOCAR CARBONO EM SOLOS DE CERRADO, SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO**

*CARBON STORAGE CAPACITY IN CERRADO SOILS UNDER DIFFERENT MANAGEMENT SYSTEMS*

*CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN SUELOS CERRADOS BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE GESTIÓN*

**André Ricardo de Sousa Sá:**

Engenheiro Ambiental, Universidade Federal do Tocantins - UFT, Palmas-TO, Brasil.  
Email: [andrericardoea@gmail.com](mailto:andrericardoea@gmail.com). ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-7144-2519>

**Flávia Lucila Tonani:**

Docente do Programa de Pós-graduação em Agroenergia Digital, Universidade Federal do Tocantins - UFT, Palmas-TO, Brasil. E-mail: [flaviatonani@uft.edu.br](mailto:flaviatonani@uft.edu.br). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6598-5582>.

**Rosinete Nogueira de Souza:**

Mestre em Agroenergia Digital, Universidade Federal do Tocantins - UFT, Palmas-TO, Brasil.  
E-mail: [ns.rosinete@gmail.com](mailto:ns.rosinete@gmail.com). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1110-4206>.

**Domingos Bonfim Ribeiro dos Santos:**

Mestre em Agroenergia Digital, Universidade Federal do Tocantins - UFT, Palmas-TO, Brasil.  
E-mail: [migos@mail.uft.edu.br](mailto:migos@mail.uft.edu.br). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4471-6890>.

Artigo recebido em janeiro de 2024 aceito em setembro de 2024 publicado em outubro de 2024

**Como citar este artigo:**

SÁ, A. R. de S.; TONANI, F. L.; SOUZA, R. N. de; SANTOS, D. B. R. dos. Capacidade de estocar carbono em solos de cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Desafios. Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**. Palmas, v. 11, n. 7, p. 1 - 14, out. 2024. DOI: [https://doi.org/10.20873/Agroenergia\\_2024\\_v11\\_n7\\_6](https://doi.org/10.20873/Agroenergia_2024_v11_n7_6)

## RESUMO

Com o advento da revolução industrial surgiu uma nova preocupação na esfera mundial que é o agravamento do efeito estufa pela emissão de gases na atmosfera. O dióxido de carbono como o principal gás emitido pela atividade antropológica é também o que mais contribui com a intensificação do efeito estufa. Desta maneira vem se buscando alternativas para mitigar os efeitos das emissões atmosféricas, uma das alternativas encontradas é o sequestro e estocagem de carbono no solo. O presente estudo foi realizado na área do Centro Agrotecnológico de Palmas – TO, onde foram avaliados um sistema de plantio com cana de açúcar e uma área de mata nativa, ao qual se buscou avaliar o estoque de carbono em duas profundidades 0-10 e 10-40 cm. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), esquema de parcelas 2x2 com 5 repetições, onde se avaliou os parâmetros umidade do solo (%), densidade do solo ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), matéria orgânica ( $\text{g}/\text{kg}$ ), carbono orgânico total ( $\text{g}/\text{kg}$ ) e estoque de carbono no solo ( $\text{mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Através da análises dos resultados obtidos pode-se concluir que o estoque de carbono tende a aumentar com a profundidade, o que foi demonstrado em ambas as áreas e ao se comparar as duas áreas não se obteve diferenças significativas nos estoques de carbono em ambas as profundidades o que demonstra que a cana-de-açúcar pode ser uma alternativa para a estocagem de carbono no solo, porém é importante ressaltar que outros fatores devem ser levados em consideração.

**Palavras-chave:** Efeito estufa, estoque de carbono, cana de açúcar.

## ABSTRACT

*With the advent of the industrial Revolution, a new concern emerged in the world sphere, which is the aggravation of the greenhouse effect by the emission of gases in the atmosphere. Carbon dioxide as the main gas emitted by anthropological activity is also the one that most contributes to the intensification of the greenhouse effect. Thus, alternatives have been sought to mitigate the effects of atmospheric emissions, one of the alternatives found is the sequestration and storage of carbon in the soil. The present study was carried out in the area of the e Agrotechnological Center of Palmas - TO, where a planting system with sugarcane and an area of native forest were evaluated, which sought to evaluate the carbon stock at two depths 0-10 and 10-40 cm. A completely randomized design (DIC), a 2x2 plot with 5 replications, was used, where the parameters soil moisture (%), soil density ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), organic matter ( $\text{g}/\text{kg}$ ), total organic carbon ( $\text{g}/\text{kg}$ ) and soil carbon stock ( $\text{mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Through the analysis of the results obtained, it can be concluded that the carbon stock tends to increase with depth which was demonstrated in both areas and when comparing the two areas there were no significant differences in carbon stocks at both depths. which demonstrates that sugarcane can be an alternative for storing carbon in the soil, but it is important to emphasize that other factors must be taken into account.*

**Keywords:** Greenhouse effect, carbono stock, sugarcane.

## RESUMEN

*Con el advenimiento de la revolución industrial surge una nueva preocupación en el ámbito mundial, que es el agravamiento del efecto invernadero por la emisión de gases a la atmósfera. El dióxido de carbono como principal gas emitido por la actividad antropológica es también el que más contribuye a la intensificación del efecto invernadero. De esta manera se han buscado alternativas para mitigar los efectos de las emisiones atmosféricas, una de las alternativas encontradas es el secuestro y almacenamiento de carbono en el suelo. El presente estudio se realizó en el área del Centro Agrotecnológico de Palmas - TO, donde se evaluó un sistema de siembra con caña de azúcar y un área de bosque nativo, que buscó evaluar el stock de carbono a dos profundidades 0- 10 y 10-40 cm. Se utilizó un diseño completamente al azar (DIC), con parcelas 2x2 con 5 repeticiones, en el cual se tomaron los parámetros de humedad del suelo (%), densidad del suelo ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), materia orgánica ( $\text{g}/\text{kg}$ ), carbono orgánico total ( $\text{g}/\text{kg}$ ) y stock de carbono del suelo ( $\text{mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Mediante el análisis de los resultados obtenidos, se puede concluir que el stock de carbono tiende a aumentar con la profundidad, lo cual se demostró en ambas zonas y al comparar las dos zonas no se obtuvieron diferencias significativas en los stocks de carbono en ambas profundidades, lo que demuestra que la caña de azúcar puede ser una alternativa para almacenar carbono en el suelo, pero es importante recalcar que se deben tomar en cuenta otros factores.*

**Palabras clave:** efecto invernadero, stock de carbono, caña de azúcar.

## INTRODUÇÃO

As emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), que estão entre os principais GEE, alcançaram novos recordes. O nível médio global de dióxido de carbono em 2017, foi de 405 ppm (BLUNDEN; ARNDT; HARTFIELD, 2018) e em março de 2024 atingiu 425 ppm (NOAA, 2024). Já as médias globais em dezembro de 2023 de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, foram de 1.932 ppb e 337 ppb, respectivamente (NOAA, 2024).

No Acordo de Paris, nações se comprometeram a manter o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais, com esforços para limitar esse aumento em 1,5°C para evitar as mudanças climáticas. Para tal fim, esses países precisam reduzir a quantidade de gases de efeito estufa que liberam na atmosfera (WRI, 2019).

Embora o Brasil não possua meta obrigatória de redução das emissões dos GEE, o país assumiu voluntariamente o compromisso de minimizar entre 36,1 e 38,9% suas emissões até o ano de 2020 através do Plano Nacional de Mudanças Climáticas, Lei 12.187 de 29 de dezembro de 2009. Já no acordo de Paris (COP 21), firmado em 2015, o país estabeleceu uma meta de reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, até 2025 e reduzir 43% das emissões até 2030 (JUNIOR, 2020).

De modo geral, a produção de energia no mundo é uma das principais atividades humanas responsáveis pela transferência do carbono estocado nos reservatórios fósseis para atmosfera (OMETTO; MARTINELLI, 2008). Porém, o Brasil apresenta um padrão de emissões diferente do panorama global, onde as práticas agrícolas e mudanças no uso da terra em decorrência do desmatamento são as maiores responsáveis pelas emissões dos gases de efeito estufa (MATOS, 2018).

A agricultura é um dos setores que mais crescem no Brasil devido ao aumento populacional mundial e a necessidade de produção e exportação de alimentos, porém esse acréscimo é uma das principais questões que ocupam as preocupações no século XXI (FREITAS; MENDONÇA, 2016). Estima-se que as conversões de ecossistemas nativos para agrossistemas e as atividades agrícolas contribuem atualmente, a nível mundial, com aproximadamente 24, 55 e 85% das emissões mundiais de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, respectivamente. Contudo, no Brasil, as emissões de GEE oriundas da mudança de uso da terra e agricultura são ainda mais relevantes e representam aproximadamente 75, 91 e 94% do total de emissões de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, respectivamente (SILVA et al., 2017).

O sequestro de carbono tem sido considerado como uma possível solução para mitigar os GEE, através da captura e conversão do CO<sub>2</sub> atmosférico em carbono do solo (MINASNY et al., 2017). O sequestro de carbono no

solo pode ser influenciado por muitos fatores, incluindo o clima regional, as propriedades físicas e químicas do solo e as práticas de manejo. No que se refere as práticas agrícolas de manejo, cabe destaque ao tipo de preparo, que têm efeitos significativos nos estoques (VELOSO et al., 2018) e sequestro de Carbono no solo (VELOSO; CECAGNO; BAYER, 2019).

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo avaliar o estoque de carbono em solo cultivado com cana de açúcar e em área de mata nativa com fitofisionomia tipo Cerradão.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

As coletas das amostras de solo foram realizadas no município de Palmas – TO (Figura 1), na área do Centro Agrotecnológico de Palmas (Figura 2), que fica localizado no Km 23 da Rodovia TO-050 - estrada vicinal km 8, na coordenada 10°23'50,61" S e 48°22'17,25" O, às margens do Lago da UHE – Luís Eduardo Magalhães, durante o mês de junho de 2019.

O município de Palmas possui uma altitude média de 260 m. O clima é classificado por Köppen; Geiger (1928) como C2wA'a'' - Clima úmido subúmido com moderada deficiência hídrica. Precipitação média anual de 1600 mm e temperatura média de 27 °C. A região onde está localizado o Centro Agrotecnológico, segundo a Seplan (2015) apresenta o solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo – LVA.

**Figura 1:** Pontos de coleta do solo no Centro Centro Agrotecnológico de Palmas.



Fonte: Próprio autor

### **Tratamentos e delineamento experimental**

Os tratamentos consistiram de duas de áreas distintas: a) área com cultivo de cana de açúcar manejada com sistema convencional (CA); b) área de mata nativa (MN) classificado como Cerrado denso, com uma altura média de 5 a 8 m e cobertura arbórea de 50 a 70% (RIBEIRO; WALTER, 2008). A área de mata nativa nunca sofreu qualquer tipo de intervenção antrópica.

Em cada área considerou-se a retirada de amostras de solos em duas profundidades diferentes: 0-10 e 10-40 cm. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema de parcelas subdivididas 2x2 com 5 repetições cada, totalizando 20 parcelas experimentais.

### **Coleta das amostras**

A coleta de amostra indeformada foi realizada segundo instruções do manual de coleta da Embrapa (FILIZOLA; GOMES; SOUZA, 2006). Para coletar as amostras nas respectivas áreas, as mesmas foram divididas por parcelas. Em cada área foram coletadas cinco amostras de solo com profundidade de 0-10 e 10-40 cm, utilizando-se cilindros volumétricos feitos com cano PVC. Os cilindros volumétricos foram cravados no solo por meio de percussão até seu preenchimento total, tomando-se o cuidado de remover o excesso de solo, até igualar as bordas do cilindro. Com o cilindro já preenchido, o mesmo foi envolto em papel alumínio visando manter e conservar todo o solo coletado. Estas amostras foram utilizadas para determinar a umidade, densidade do solo, matéria orgânica, carbono total e estoque de carbono.

## **Características Avaliadas**

### **Teor de umidade**

Para análise da umidade do solo as amostras foram levadas para secar em uma estufa a 105°C, por 24 horas, visando obter sua massa seca. Após esse período, determinou-se a umidade através da equação:

$$U(\%) = \frac{(PU - PS)}{PU} * 100$$

Onde:

U: umidade do solo (%)

PU: peso úmido da amostra (g)

PS: peso seco da amostra (g)

### **Densidade do solo**

A densidade do solo foi estimada através do método do cilindro volumétrico, conforme o manual da Embrapa (CLAESSEN, 1997).

O volume do cilindro foi determinado conforme a equação a seguir:

$$V = \frac{\pi d^2}{4 * h}$$

Onde:

V: volume do cilindro (cm<sup>3</sup>);

d: diâmetro interno do cilindro (cm);

h: altura do cilindro (cm).

Após determinado o volume do cilindro, determinou-se a densidade através da equação:

$$D = \frac{m}{v}$$

Onde:

D: densidade aparente do solo (g/cm<sup>3</sup>);

m: massa de solo seco (g);

v: volume do cilindro (cm<sup>3</sup>).

#### **Estimativa do teor de matéria orgânica (MO), carbono (C) e cálculo de estoque de carbono (Est.C) do solo.**

Para estimar o teor de matéria orgânica, utilizou-se 1 g do solo seco de cada amostra, que após pesagem foram colocadas na mufla, a uma temperatura de 500 °C durante um período de 5 h. Posteriormente, estas amostras foram pesadas e o teor de matéria orgânica (a quantidade de matéria orgânica perdida) foi obtido, por meio da diferença entre o peso inicial (1g) e final (DAVIES, 1974).

Para estimar o C do solo a partir da MO, foi adotado o fator 1,9 em vez de 1,8, conforme sugerido por Pribyl (2010) para amostras de solo, por ser esse valor mais preciso que o fator “van Bemmelen” de 1,724.

$$C = MO/1,9$$

Onde:

C: carbono (g/kg).

MO: matéria orgânica

Já o cálculo do estoque de carbono foi obtido, como demonstrado por Veldkamp (1994), através da expressão:

$$\text{Est C} = (C * D * h) / 10$$

Onde:

EstC: estoque de C orgânico em profundidade (mg.ha<sup>-1</sup>);

C: teor de carbono total do solo (g.kg<sup>-1</sup>).

D: densidade aparente do solo (kg.dm<sup>-3</sup>);

h: espessura da camada amostrada (cm);



### Análises estatísticas

Os dados das variáveis estudadas, foram submetidos ao teste Shapiro – Wilk para verificação da normalidade dos dados e os dados que não se encontraram dentro da curva padrão foram transformados e posteriormente foram submetidos ao teste F pela análise de variância. O teste utilizado para comparar as médias foi o Scott Knott a nível de 5% de significância. Todos os testes utilizados no presente trabalho foram realizados no programa “Sisvar 5.6” (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 é apresentados o resumo de análise de variância indica interação significativa entre os fatores profundidade e área para todas as variáveis ao nível de 5% pelo teste F.

Tabela 1 – Resumo do quadro de análise de variância dos parâmetros umidade, matéria orgânica, densidade, carbono orgânico total e estoque de carbono dos diferentes sistemas de tratamento.

FV	GL	QM				
		Umidade	MO	Densidade	COT	Est. C
Área	1	0.0000*	0,7855 <sup>ns</sup>	0,6128 <sup>ns</sup>	0,7872 <sup>ns</sup>	0,5058 <sup>ns</sup>
Profundidade	1	0,0000 *	0,0030 *	0,0000 *	0,0030 *	0,0000 *
Área x Profundidade	1	0,0783 <sup>ns</sup>	0,2588 <sup>ns</sup>	0,0029 *	0,0029 *	0,0013 *
Total corrigido	19					
CV 1 (%)		10,55	7,3	7,62	7,3	7,26
CV 2 (%)		8,73	4,96	5,95	4,97	5,31

(\*) Significativo ao nível (P<0,05) e NS: não significativo (P>0,05).

### Umidade do Solo

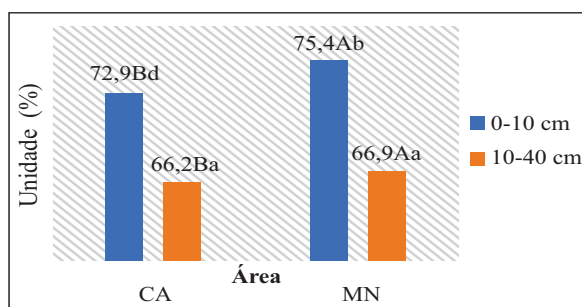
A partir das análises dos dados demonstrados, é possível observar não haver interação significativa para a umidade do solo em relação as áreas e profundidades (p>0,05). Para a profundidade de 0-10 cm houve diferença significativas (p<0,05) entre as áreas observadas, onde a mata nativa - MN (11,47%) obteve um valor de umidade superior ao da cana de açúcar - CA (7,14%). Para a profundidade de 10-40 cm, também pode-se observar diferenças significativas (p<0,05), onde a MN (15,76%) também obteve um valor de umidade superior ao da CA (9,7%).

Comparando-se os mesmos solos sob diferentes profundidades, observou-se diferenças significativas (p<0,05) em ambas as áreas, sendo que nessas duas áreas verificou-se valores de umidades maiores nas camadas 10-40cm, se comparadas

às camadas de 0-10cm. Silva et al. (2018) analisaram a umidade no solo cultivado com cana de açúcar na profundidade de 0-10cm, no município de Aparecida do Tabuado - MS, onde obteve-se o valor de 9,46% para essa profundidade, que assemelha-se ao obtido no presente estudo.

A diferença no teor de umidade entre as áreas pode ser explicada devido a mata nativa exercer uma melhor proteção do solo se comparado a cana de açúcar. Essa condição, proporciona um maior sombreamento, e conseqüentemente uma menor taxa de evapotranspiração, mantendo assim a umidade do solo. Além disso o plantio convencional se caracteriza por aragem do solo para o plantio, o qual ocorre o revolvimento do solo, deixando-o exposto, facilitando assim a perda de umidade.

**Figura 2** - Teor de umidade (%) em solo de Cerrado em profundidades de 0-10 e 10-40 cm, em áreas de sistema cana de açúcar (CA) e mata nativa (MN).



Fonte: Próprio autor.

Obs.: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Letras maiúsculas representam a comparação entre as áreas, letras minúsculas representam a comparação entre as profundidades.

### Matéria Orgânica

Considerando o teor de matéria orgânica, por meio das análises estatísticas foi possível verificar que não houve interação significativa ( $p > 0,05$ ) entre os fatores área e profundidade. Para a camada de 0-10 cm pode-se observar que não há diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para o teor de MO entre as áreas na mesma profundidade, sendo que o valor observado foi de 72,9 g/kg para a CA e para a MN 75,4 g/kg, com um valor médio de 74,15 g/kg. Também, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre as áreas na profundidade de 10-40 cm, cujos valores observados foram 68,2g/kg para CA e 66,9 g/kg para MN com média de 67,55 g/kg.

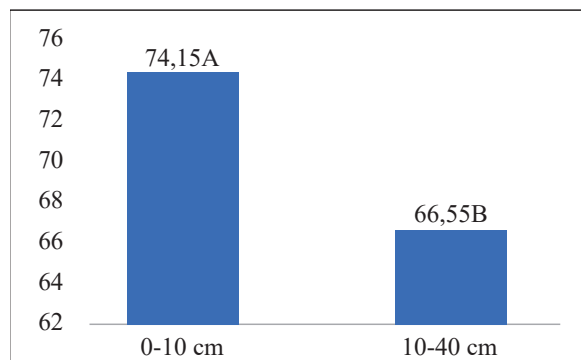
Constatou-se que a quantidade de matéria orgânica na camada superior (0-10cm) em ambas as áreas, foi superior à camada de 10-40cm (Figura 3). Isso pode ser explicado, devido à camada superior do solo ser o local onde são depositados



restos de animais e plantas, que com o resultado da decomposição liberam carbono orgânico para o solo.

Costa et al. (2018) analisaram o teor de matéria orgânica do solo nas profundidades de 0-5 e de 5-10 cm em área de mata nativa de cerrado no município de Barreiras do Piauí - PI, e obtiveram os valores de 84,33 g/kg e 81,02 g/kg respectivamente, com um valor médio de 82,67 g/kg, valor esse próximo ao que se obteve no presente estudo para MN (75,4 g/kg) na profundidade de 0-10 cm. Segundo Costa et al. (2018), uma elevada taxa de MO no solo pode ser resultado de um equilíbrio no processo de produção de biomassa, além disso o processo de decomposição da MOS pode estar ocorrendo de maneira lenta, o que contribui com a redução de perdas e com a manutenção da matéria orgânica no solo.

**Figura 3** - Teor de matéria orgânica (g/kg) em solo de Cerrado em profundidades de 0-10 e 10-40 cm, em áreas de cultivo de cana de açúcar (CA) e de mata nativa (MN).



Fonte: Próprio autor.

Obs.: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Letras maiúsculas representa comparação entre as áreas, letras minúsculas representam a comparação entre as profundidades.

### Densidade

Ao analisar os resultados dos dados obtidos para a análise de densidade pode-se observar que há interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre os fatores área e profundidade.

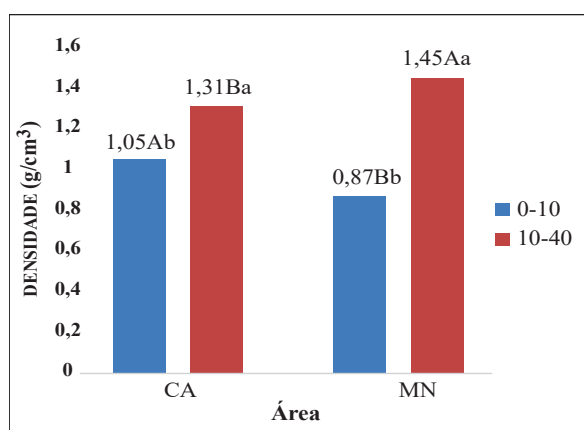
Comparando-se as diferentes áreas sob a mesma profundidade, pode-se observar que na profundidade de 0-10 cm, a CA apresenta uma densidade de 1,05 g/cm<sup>3</sup> e a MN apresenta densidade de 0,87 g/cm<sup>3</sup>. Já na profundidade de 10-40 cm, a CA apresenta densidade de 1,31g/cm<sup>3</sup> e a MN 1,45g/cm<sup>3</sup>.

A CA apresenta maior densidade na camada superior, enquanto a MN possui maior densidade, na camada 10-40cm, que pode ser resultado do modo de cultivo,

onde a utilização de maquinário para o plantio convencional faz com que haja uma maior compactação da camada superior do solo. Matos (2018), analisou a densidade do solo na profundidade de 0-10 cm com plantio convencional de cana de açúcar no município de Laranjeiras – SE e para mata nativa no município de São Cristóvão - SE, em região de Mata Atlântica. Nessas localidades, o autor obteve a densidade de 1,39g/cm<sup>3</sup> para CA, valor superior ao observado no presente trabalho, e 0,97g/cm<sup>3</sup> para MN, valor considerado próximo ao obtido nesse estudo.

Segundo Silva (2019), a densidade é uma propriedade física do solo que se refere a sua compactação, exercendo influência sobre a aeração, retenção de água e desenvolvimento de raízes. Nesse sentido, quanto mais compactado pior serão as condições de desenvolvimento de vida no solo, tanto abaixo, quanto acima e menor eficiência do sistema na estocagem de carbono.

**Figura 4** - Densidade (g/cm<sup>3</sup>) em solo de Cerrado e profundidades de 0-10 e 10-40 cm, em áreas de cultivo de cana de açúcar (CA) e de mata nativa (MN).



Fonte: Próprio autor.

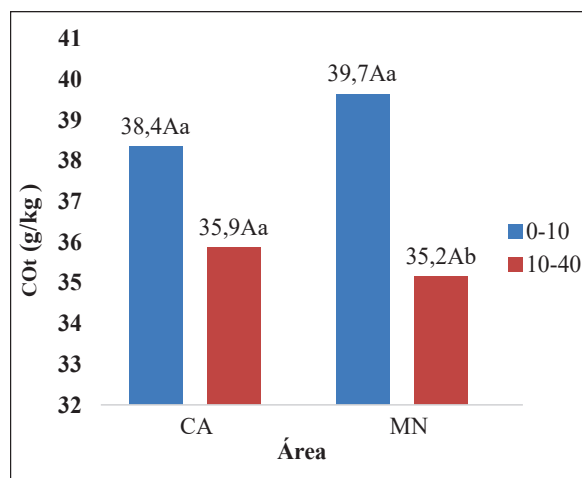
Obs.: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Letras maiúsculas representa comparação entre as áreas, letras minúsculas representam a comparação entre as profundidades.

### Carbono orgânico total - COT

As quantidades de COT estocados no solo, obtidos nas diferentes áreas e profundidades, estão apresentadas na Figura 5. De acordo com a análise estatística, nota-se que existe interação significativa ( $p > 0,05$ ) entres os fatores área e profundidade. Para as diferentes áreas considerando as mesmas profundidades, os valores constatados na camada de 0-10cm para CA e MN, foram 38,4 g/kg e 39,7 g/kg, respectivamente, com valor médio de 39,1 g/kg. Já para a profundidade de 10-40 cm obteve-se 35,9 g/kg para CA e 35,2 g/kg para MN, com média de 35,5 g/kg.

Ao se comparar as mesmas áreas sob diferentes profundidades, pode-se observar diferenças significativas em ambas ( $P < 0,05$ ), com uma quantidade de COT total superior na camada de 0-10 cm. Falcão et al. (2020), analisaram o carbono orgânico total sob cultivo convencional de cana de açúcar, na profundidade de 0-10 cm, em argissolo vermelho distrófico, no município de Aquidauana – MS, obtendo-se 26,26 g/kg para a camada de 0-10 cm, cujo valor foi inferior ao observado no presente estudo (38,40 g/kg).

**Figura 5** - Teor de carbono orgânico total (g/kg) em solo de Cerrado em profundidades de 0- 10 e 10-40 cm, em áreas de cultivo de cana de açúcar (CA) e de mata nativa (MN).



Fonte: Próprio autor.

Obs.: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Letras maiúsculas representa comparação entre as áreas, letras minúsculas representam a comparação entre as profundidades.

### Estoque de carbono

De acordo com a análise de variância, nota-se que há interação significativa ( $p < 0,05$ ) para os fatores área e profundidade em relação ao estoque de carbono no solo.

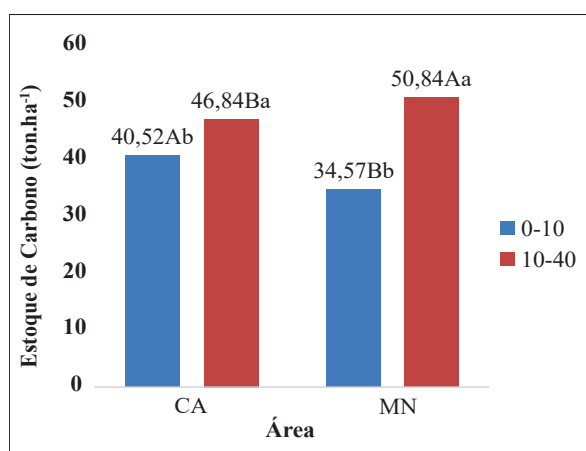
Ao analisar as diferentes áreas sob a mesma profundidade, percebe-se que há diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entres os valores nas áreas observadas, sendo que para a profundidade de 0-10 cm, a área de CA (40,52 t.ha<sup>-1</sup>) tem valor superior ao da MN (34,57 t.ha<sup>-1</sup>). Comparando-se as áreas sob a profundidade de 10 40 cm, pode-se observar um valor superior na MN (50,84 t.ha<sup>-1</sup>) em relação à CA (46,84 t.ha<sup>-1</sup>) (Figura 6).

Falcão et al. (2020) analisaram o estoque de carbono sob cultivo convencional de cana de açúcar na profundidade de 0-10 cm em argissolo vermelho distrófico no município de Aquidauana - MS. Esses autores,

obtiveram 36,57 t.ha<sup>-1</sup>, valor bem próximo ao observado no presente estudo para a área de CA (34,57 t.ha<sup>-1</sup>). Estudo realizado por Silva (2019), referente ao estoque de carbono para mata nativa no município de Porto Nacional – TO, obteve 52,26 t.ha<sup>-1</sup> para profundidade de 0-10 cm e 82,62 t.ha<sup>-1</sup> para 10-40 cm, os quais são superiores aos observados no presente trabalho, considerando as mesmas profundidades de MN.

Percebe-se que em ambas as áreas, a concentração de MO foi superior na camada de 0-10 cm, já o estoque de carbono e a densidade do solo foram superiores na camada de 10-40 cm. Segundo Silva (2019), o estoque de carbono no solo tem relação com a densidade, onde uma maior densidade de solo pode influenciar nos níveis de estoque de carbono, mascarando a importância da matéria orgânica no solo. Para Soares (2019), o ideal é que o manejo proporcione uma maior agregação de MO e uma menor densidade no solo.

**Figura 6** - Estoque de carbono (t.ha<sup>-1</sup>) em solo de Cerrado em profundidades de 0-10 cm e 10- 40 cm, e m áreas de cultivo de cana de açúcar (CA) e de mata nativa (MN).



Fonte: Próprio autor.

Obs.: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Letras maiúsculas representa comparação entre as áreas, letras minúsculas representam a comparação entre as profundidades.

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, conclui-se que:

- A área cultivada tende a aumentar a densidade na camada superior do solo quando comparado a mata nativa;

- O estoque de carbono tende a aumentar com a profundidade, não tendo apresentado diferenças significativas entre os sistemas mata nativa e cana de açúcar;
- Não houve diferença estatística significativa no estoque de carbono entre as áreas estudadas, demonstrando que o cultivo de cana de açúcar apresenta um bom desempenho na estocagem de carbono.

Através das análises dos resultados obtidos, conclui-se que o cultivo de cana de açúcar pode ser uma opção viável para contribuir com a estocagem de carbono em solo, considerando os aspectos analisados.

### ***Agradecimentos***

Agradecemos à CAPES, que por intermédio do Projeto PROCAD-AM, viabilizou a realização do presente estudo.

### ***Referências Bibliográficas***

BLUNDEN, J.; ARNDT, D. S.; HARTFIELD, G. (Eds). State of the Climate in 2017. **Bull. Amer. Meteor. Soc.**, v. 99, n. 08, Si-S332, 2018. doi:10.1175/2018BAMSStateoftheClimate.1.

CLAESSEN, M. E. C. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1997. 212p. (INFOTECA-E): 2.

COSTA, T. G. A.; IWATA, B.de F.; TOLEDO, C. E. de; COELHO, J. V.; CUNHA, L. M.; CLEMENTINO, G.E. dos S.; LEOPOLDO, N. C. M. Dinâmica de carbono do solo em Unidade de Conservação do Cerrado brasileiro sob diferentes fitofisionomias. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 4, p. 306-323. 2018. DOI: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v7e42018306-323>

DAVIES, B. E. Loss-on-ignition as an estimate of soil organic matter. **Soil Science Society of America Proceedings**, v. 38, p. 347-353. 1974.

FALCÃO, K.; dos S.; MONTEIRO, F. das N.; OZÓRIO, J. M. B.; SOUZA, C. B.da S.; FARIAS, P. G. da S.; MENEZES R. da S.; PANACHUKI, E.; ROSSET, J. S. Estoque de carbono e agregação do solo sob diferentes sistemas de uso no Cerrado. **Brazilian Journal of Environmental Sciences (Online)**, v. 55, n. 2, p. 242-255. 2020. DOI: 10.5327/Z2176-947820200695

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042. 2011.

FILIZOLA, H. F.; GOMES, M. A. F.; SOUZA, M. D. de (Ed.) **Manual de procedimentos de coleta de amostras em áreas agrícolas para análise da qualidade ambiental: solo, água e sedimentos**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 2006. 169 p.

FREITAS, R. E.; MENDONÇA, M. A. A. Expansão agrícola e a participação da soja: 20 anos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Brasília, v. 54, n. 3. 2016. <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790540306>

MATOS, L. A. **Dinâmica dos estoques de carbono do solo no cultivo de cana de açúcar em região de Mata Atlântica de Sergipe**. 2018. 22 f. Monografia (Ecologia). Universidade Federal do Sergipe. São Cristóvão. 2018. Disponível em: <<http://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/11397>>. Acesso em: 12 out. 2023.

MINASNY, B. et al. Soil carbon 4 per mille. **Geoderma**, v. 292, p. 59-86. 2017. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/312551972\\_Soil\\_Carbon\\_4\\_per\\_mille](https://www.researchgate.net/publication/312551972_Soil_Carbon_4_per_mille)>. Acesso em: 18 nov. 2023.

NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration, Global Monitoring Laboratory. **Trends in CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O e SF<sub>6</sub>**: monthly average Mauna Loa. Disponível em: <<https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>>. Acesso em: 23 nov. 2023.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado**. In.: SANO, S. M; ALMEIDA, S. P; RIBEIRO, J. F. (Ed.). Ecologia e flora. Brasília: Embrapa, 1, p. 152-212. 2008.

PRIBYL, D. W. A Critical review of the conventional SOC to SOM conversion factor. **Geoderma**, Amsterdam, v. 156, n. 1, p. 75-83. 2010. Doi 10.1016/j.geoderma.2010.02.003

SILVA, A. M. **Estoque de carbono em solos de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo**. 2019. 39f. Monografia (Engenharia) – Universidade Federal do Tocantins. Palmas. 2019.

SILVA, C. M. Determinação de gases do efeito estufa em cinco capitais de diferentes biomas brasileiros. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 5. 2017. Disponível em: <<https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/2404>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

SILVA, J. C. J. **Inventário e gerenciamento das emissões de gases de efeito estufa: estudo de caso em companhia de saneamento**. 2022. 99 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) - Centro de Tecnologia, Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Maceió. 2022.

SOARES, D. G. **Variação no estoque de carbono em sistemas agrícolas**. 2019. 42 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade Federal do Tocantins, Palmas. 2019.

VELOSO, M. G.; ANGERS, D. A.; TIECHER, T.; GIACOMINI, S. High carbon storage in a previously degraded subtropical soil under no-tillage with legume cover crops. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 268, p. 15–23. 2018. doi: 10.1016/j.agee.2018.08.024

VELOSO, M. G.; CECAGNO, D.; BAYER, C. Legume cover crops under no-tillage favor organomineral association in microaggregates and soil C accumulation. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 190, p. 139–146. 2019.