

ESTOQUE DE CARBONO E MATÉRIA ORGÂNICA SOLOS DE CERRADO SOB SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA- PECUÁRIA (ILP)

CARBON STOCK IN CERRADO SOILS UNDER CROPLIVESTOCK
INTEGRATION SYSTEM (ILP)

Ciências Exatas e da Terra • 15/06/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/781404619](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/781404619)

Joaquim Morivaldodos Reis Junior¹

Kerley Alessandra Barbosa Reis²

Kyldes Batista Vicente³

RESUMO

Este estudo investiga o estoque de carbono em solos do cerrado submetidos ao sistema de Integração Lavoura-Pecuária da EMBRAPA (ILP), localizada no município de Silvanópolis Tocantins, comparando-os com solos de vegetação nativa. Foram analisados atributos químicos, físicos e o teor de carbono orgânico em diferentes profundidades (0-5, 5-15, 15-30, 30-60 e de 60-100 cm), buscando compreender o impacto do ILP na sustentabilidade agrícola e na mitigação das mudanças climáticas. A pesquisa utilizou delineamento experimental em parcelas subdivididas, com coletas realizadas na fazenda Archer. Os resultados evidenciaram que o ILP promove maior estabilidade química e física do solo, aumentando a concentração de nutrientes essenciais em camadas superficiais, sem comprometer o estoque de carbono em longo prazo. Em solos de vegetação nativa, os estoques de carbono foram maiores em camadas profundas, reforçando sua capacidade de retenção de carbono. Conclui-se que o ILP, quando bem manejado, é uma alternativa viável para a sustentabilidade do cerrado, contribuindo para a agricultura de baixo carbono.

Palavras-chave: Mitigação Climática; Manejo Sustentável do Solo; Carbono Orgânico do Solo; Agricultura de Baixo Carbono.

ABSTRACT

This study investigates the carbon stock in cerrado soils subjected to EMBRAPA's Crop-Livestock Integration (CLI) system, located in Silvanópolis, Tocantins, comparing them to native vegetation soils. Chemical and physical attributes, as well as organic carbon content, were analyzed at different depths (0-5, 5-15, 15-30, 30-60, and 60-100 cm), aiming to understand the impact of CLI on agricultural sustainability and climate change mitigation. The research employed a split-plot experimental design, with samples collected

at fazenda Archer. Results showed that the CLI system promotes greater chemical and physical stability in the soil, increasing the concentration of essential nutrients in surface layers without compromising long-term carbon storage. In native vegetation soils, carbon stocks were higher in deeper layers, highlighting their carbon retention capacity. It is concluded that CLI, when well-managed, is a viable alternative for the sustainability of the cerrado, contributing to low-carbon agriculture.

Keywords: Climate Mitigation; Sustainable Soil Management; Soil Organic Carbon; Low-Carbon Agriculture.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com dados de 2019 lançados pelo SEEG, o Brasil emitiu 2,2 bilhões de toneladas de gases de efeito estufa (GEE) em 2019. Os setores de energia e o de Processos Industriais e Uso de Produtos (PIUP) foram responsáveis por 24% dessas emissões nacionais, caracterizando uma participação bastante menor do que aquela referente às atividades de uso do solo. Essas atividades, correspondentes aos setores de mudança de uso da terra e de agropecuária representaram 72% das emissões brasileiras de 2019 (COSTA, 2020). O Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono) foi lançado em 2010 como uma política pública estratégica do governo brasileiro para integrar a produção agrícola com práticas sustentáveis, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Este plano foi apresentado em resposta ao compromisso assumido pelo Brasil na Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP15), em Copenhague, em 2009, para reduzir suas emissões projetadas entre 36,1% e 38,9% até 2020 (COSTA, 2020).

A mudança de uso do solo, como desmatamento, conversão de florestas em áreas agrícolas ou pastagens, tem sido uma importante fonte de emissões de GEE no Brasil. O desmatamento, em particular, contribui significativamente para as emissões devido à liberação do carbono armazenado nas árvores e no solo. Entre as atividades que levam à mudança de uso do solo, a expansão da agricultura, pecuária e a urbanização são os principais impulsionadores (Cordeiro et al., 2024). No Brasil, a Amazônia, o Cerrado e a Mata Atlântica, também enfrentam desafios semelhantes em relação à mudança de uso do solo e às emissões de GEE (Zimbre et al., 2024).

A importância dos solos agrícolas para a mitigação das mudanças climáticas se deve ao fato de que funcionam, ao mesmo tempo, como fonte e sumidouro de carbono. Quando mal manejados, emitem CO₂ para a atmosfera, contribuindo para o aquecimento global, por ser um dos Gases de Efeito Estufa (GEEs). Mas o seu papel mais importante, como sumidouro, é sequestrar o carbono da atmosfera e estabilizá-lo na matéria orgânica do solo (Chanu et al., 2024).

O carbono armazenado no solo varia com a profundidade e as práticas de manejo. De 0 a 30 cm, os níveis de carbono são significativamente influenciados pelo uso e manejo agrícola. Em profundidades de 30 cm a 1 metro, o carbono está intimamente relacionado à profundidade da raiz, que fornece matéria orgânica e carbono dependendo do uso do solo, manejo e condições ambientais locais (Vale et al., 2024). De acordo com o mapa de solos da EMBRAPA, com base em dados de 2017-2021, os solos brasileiros detêm cerca de 36 bilhões de toneladas de carbono, respondendo por 5% dos estoques globais de carbono do solo (Ministério da Agricultura e Pecuária, 2021).

Consequentemente, práticas agrícolas sustentáveis estão ganhando força entre empreendedores rurais, impulsionadas pela expansão de oportunidades de mercado e pelos requisitos de agências de financiamento. Essa tendência destaca uma mudança mais ampla em direção à gestão de terras resiliente ao clima e ambientalmente responsável (Koushika et al., 2024), (Singh et al., 2024).

O Plano ABC e a Política Nacional sobre Mudanças Climáticas recomendam que os sistemas de produção recebam benefícios técnicos e financeiros por meio da prestação de assistência técnica de alta qualidade. Entre 2010 e 2020, o Plano ABC concentrou-se em ações fundamentais, como a recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas, a expansão de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) em mais de 4 milhões de hectares, além da promoção do plantio direto e da fixação biológica de nitrogênio (Grise et al., 2019).

A partir de 2020, o Plano ABC foi reformulado, dando origem ao Plano ABC+ (Plano Setorial de Adaptação e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária). Essa atualização reflete os compromissos assumidos pelo Brasil no Acordo de Paris e amplia as metas para 2030. O ABC+ propõe a recuperação de mais 30 milhões de hectares de pastagens degradadas e a adoção de práticas de manejo sustentável em 72 milhões de hectares, além de dobrar a área de sistemas ILPF para 25 milhões de hectares (MAPA, 2021).

Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo principal avaliar o estoque de carbono em solos de cerrado, para isso, serão consideradas áreas de mata nativa com áreas de integração pastagem e agricultura (ILP). A quantificação do estoque de carbono nessas áreas fornecerá informações valiosas sobre a influência da

absorção do carbono no solo e possibilitará o desenvolvimento de estratégias para melhorar a sustentabilidade das práticas agropecuárias na região.

2. METODOLOGIA

2.1. Local e Período

O estudo foi realizado em uma propriedade rural que já possui o Sistema ILP a mais de 5 anos, a Archer Agropecuária, da família do Senhor Eduardo Archer, localizada a 124 quilômetros de distância da Capital Palmas TO, Situada no Sudoeste Tocantinense, no município de Silvanópolis - TO. As coletas foram realizadas durante o período de 10 de julho a 20 de julho de 2023 e as avaliações foram feitas no Laboratório de solos da UFT (LASOR) em Gurupi TO e no Laboratório de solos da UFT (LASOR) em Palmas TO. O experimento foi conduzido em uma propriedade situada no município de Silvanópolis TO, em que possuem solo predominantemente do tipo Latossolos Vermelhos, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS). Região de clima tropical úmido, contendo duas estações distintas: verão (quente e úmido) e inverno (ameno e seco), com temperatura média de 27°C anual na região, conforme classificação climática de Koppen-Geiger.

Figura 1 - Delimitação das áreas de vegetação nativa e da área de plantio na Archer agropecuária.



Fonte: Google Earth 2023.

Foi escolhido uma área para vegetação nativa, que não tenha sofrido nenhuma alterações, a mais de dez anos, que fica a uma latitude Sul de $11^{\circ}12'40.1''$ e longitude Oeste de $48^{\circ}11'14.7''$; e outra para pastagem que está localizada em latitude Sul de $11^{\circ}12'41.5''$ e longitude Oeste de $48^{\circ}10'48.5''$ usando o manejo de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), está é uma área que possui 132 hectares, sendo 12 hectares de VN e 120 hectares de área destinada a Integração, que foram delimitadas para o estudo. Conforme figura 01.

Propriedade, realiza plantio de soja nas áreas de integração, em algumas áreas eles realizam uma segunda safra, com milho ou gergelim é em outras áreas eles realizam a segunda safra, plantando *Brachiaria ruziziensis*, como forrageira que irá nutrir alguns dos animais da propriedade, machos de 18 a 24 meses, com a finalidade de engorda e terminação, o plantio da forrageira ocorre imediatamente após da colheita da lavoura, pois a forrageira precisa de 60 a 90 dias para chegar a altura de pastejo ideal, durante este período a área é dividida em 9 piquetes e uma praça de alimentação, local este onde o animal receberá água e suplementação, depois deste momento os animais são colocados neste sistema, permanecendo em cada piquete no máximo sete dias. Conforme figura 02.

Figura 2 - Delimitação das áreas de vegetação nativa e da área de pastagens na Archer agropecuária.



Fonte: Google Earth 2024.

Durante as coletas foram feitos levantamento de dados para que os sistemas de produção sejam caracterizados em detalhe, a área analisada possui 132 hectares, e esta demonstrada nas Figuras 01 e 02.

2.2. Delineamento Experimental

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas as áreas de cada propriedade solo de mata original (MO) e sistema de produção integração lavoura- pecuária (ILP) e nas sub parcelas as profundidades (0-5, 5-15, 15-30, 30-60 e 60- 100 cm) com 4 repetições, totalizando em cada propriedade 40 parcelas, conforme as Figura 03.

Figura 3 - Delimitação das áreas de coletas.



Fonte: Google Earth 2024.

2.3. Coleta de Amostras e Preparo das Amostras

Foram coletadas amostras deformadas e indeformadas; as deformadas foram destinadas à avaliação das propriedades químicas do solo, e as indeformadas, à avaliação das propriedades físicas e do estoque de carbono, segundo metodologia descrita pela (Embrapa, 2017). Conforme a figura 04

Figura 4 - Perfil do solo coletado na área de Integração Lavoura Pecuária.



Fonte: Google Earth 2024.

2.4. Parâmetros Avaliados

2.4.1. Teor de Matéria Orgânica (MO) e Carbono Total (COT)

O teor de matéria orgânica (MO) foi determinado de acordo com metodologia proposta por Davies (1974). O método de Calcinação “Loss of Ignition” consiste em separar 4 g de solo previamente seco a 105°C em estufa, submetê-lo à mufla a 500°C por 5 horas. Após esse processo, a amostra é pesada e a diferença entre o peso inicial e o final corresponde ao teor de MO. Com essa mesma metodologia determinou-se o teor mineral do solo, que corresponde a massa de solo resultante após o período de 5 horas a 500°C na mufla. Para estimar o teor de C total do solo, foi utilizado o fator 2 proposto por Pribyl (2010), considerando mais preciso que o fator “van Bemmelen” de 1,724, comumente usados para estimar o teor de MO em solos, a partir de C.

2.4.2. Estoque de Carbono no Solo

Os toques de carbono (t/ha^{-1}) foram determinados utilizando a metodologia de Rosa, Sano e Rosendo (2014), para cada camada do solo estudada, conforme Equação 4:

EC = teor de C x ds x e [Equação 4] em que:

- teor de C = Teor de carbono orgânico (%);
- ds = densidade do solo ($g\ cm^{-3}$);
- e = espessura da camada de solo (cm).

2.5. Análise Estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância para identificar diferenças significativas entre os tratamentos. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa computacional SISVAR.

3. RESULTADOS

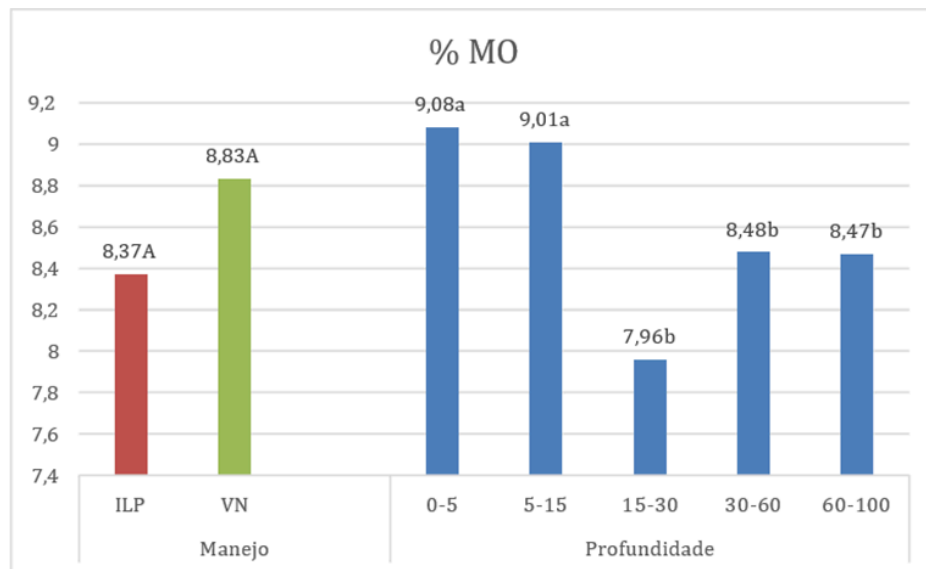
3.1. Matéria Orgânica

Não houve interação significativa entre os fatores manejo e profundidade ($p > 0,001$). Os solos de VN e ILP apresentaram valores semelhantes de MO até 1m de profundidade, média de 8,6% de MO. Nos dois sistemas de manejo a MO foi maior no horizonte de 0-15 cm ($p < 0,001$), com 9,6%, provavelmente pela maior presença de resíduos vegetais e microrganismo na camada mais superficial do solo. De 30cm a 1m de profundidade o teor de MO foram semelhantes, média de 8,30%, demonstrando estabilidade da MO nestes horizontes.

Estudos anteriores, como os de Silva et al. (2020) e Oliveira et al. (2019), apontaram que sistemas de manejo integrado como ILP geralmente promovem um aumento na matéria orgânica do solo, especialmente nas camadas superficiais. Esses estudos apontam que a integração de lavoura e pecuária pode resultar na adição constante de resíduos orgânicos provenientes tanto das culturas quanto dos animais, melhorando a matéria orgânica do solo. Isso não foi observado no presente estudo, mesmo como ILP proporcionando melhoras nas propriedades químicas do solo. O que pode explicar esta ausência de resposta é a remoção excessiva de biomassa pelos animais ao ponto de comprometer a vantagem

deste sistema em relação a vegetação nativa que não recebeu insumos. Segundo Alves, et al 2020 a baixa intensidade de pastoreio aumenta os estoques de C e N no solo.

Gráfico 1 - Matéria Orgânica (MO) em solos de cerrado sob diferentes sistemas de manejo (ILP e VN) em diferentes profundidades



Letras maiúsculas comparam sistemas e sendo iguais não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,001$)

Letras minúsculas comparam profundidades e sendo iguais não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,001$)

Brown et al. (2021) observaram que a matéria orgânica tende a ser maior em sistemas de manejo ativo comparado à vegetação nativa, destacando a importância das práticas de manejo adotadas. Eles notaram que a rotação de culturas, a adubação verde e a aplicação de compostos orgânicos podem aumentar significativamente a matéria orgânica do solo. No entanto, é crucial considerar o tempo de implementação dessas práticas, pois os benefícios em termos de aumento de matéria orgânica podem levar anos para se manifestar plenamente.

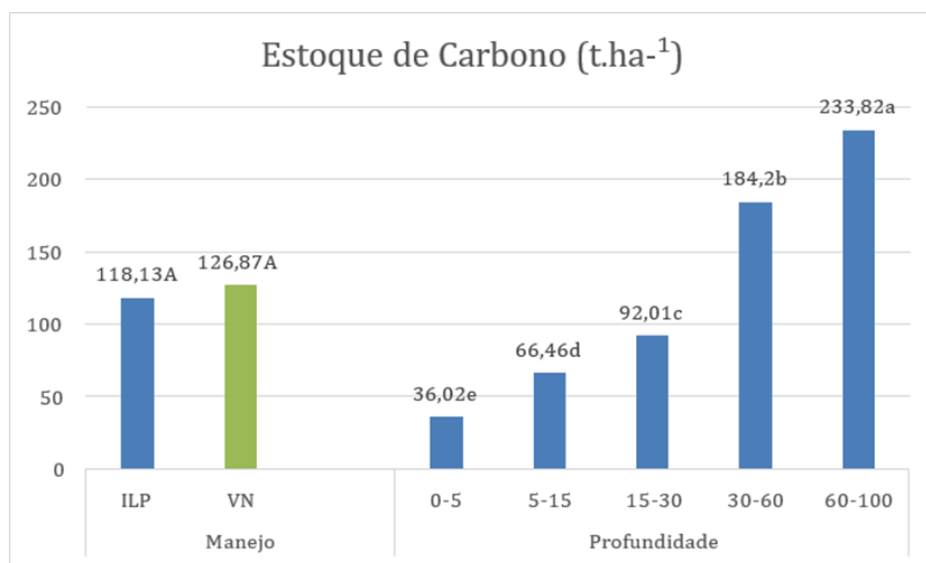
3.2. Estoque de Carbono

O gráfico 2 apresenta os dados de estoque de carbono no solo sob vegetação natural (VN) e integração lavoura-pecuária (ILP), revelando uma interação significativa entre o manejo e a profundidade ($p > 0,001$). Em ambos os sistemas, o estoque de carbono aumentou gradualmente com a profundidade. Contudo, a semelhança entre os dois sistemas no armazenamento de carbono contradiz diversos estudos anteriores que indicam uma vantagem do ILP em relação ao VN, onde o ILP tende a favorecer o acúmulo de matéria orgânica (MO). (Livesley et al., 2021, Zheng et al., 2023).

Estudos indicam que camadas mais profundas do solo (30-100 cm) contêm carbono orgânico substancial, com cerca de 23% do acúmulo recente de carbono ocorrendo nessas profundidades (Balesdent et al., 2016). No presente trabalho, observou-se que a quantidade de carbono acumulada entre 30cm a 1m, foi em torno de 83,91% muito superior ao encontrado por Balesdent et al. 2016, evidenciando o potencial dos sistemas avaliados em manter o carbono armazenado em profundidade.

Práticas de manejo que melhoram a estrutura do solo e promovem o desenvolvimento de sistemas radiculares mais profundos podem potencializar o armazenamento de carbono em ambos os sistemas. No entanto, Howlett et al. (2011) apontam que as práticas associadas à vegetação natural parecem ser mais eficazes na retenção de carbono. Portanto, embora o ILP apresente grande potencial no acúmulo de carbono, sua menor eficiência nas camadas mais profundas sugere a necessidade de estratégias de manejo aprimoradas para maximizar essa capacidade.

Gráfico 2 - Estoque de carbono no solo sob vegetação natural (VN) e integração lavoura-pecuária (ILP),



Letras maiúsculas comparam sistemas e sendo iguais não diferem entre si pelo teste Tukey ($p > 0,001$)

Letras minúsculas comparam profundidades e sendo iguais não diferem entre si pelo teste Tukey ($p > 0,001$)

O solo sob vegetação natural possui uma capacidade distinta de acumular carbono em camadas profundas, mesmo que a quantidade de matéria orgânica e a densidade diminuam com a profundidade. Isso ocorre porque as raízes profundas das plantas liberam compostos orgânicos que ficam retidos no solo, interagindo com minerais como argilas e óxidos de ferro, o que protege o carbono da decomposição microbiana (Georgio et al., 2022).

Além disso, o carbono nas camadas profundas geralmente assume formas mais resistentes, como substâncias húmicas e biochar, que são mais difíceis de decompor. Nessas profundidades, a atividade biológica também é menor, o que contribui para que o carbono permaneça por mais tempo no solo, protegido por processos físicos que o isolam em pequenos agregados (MacCarthy et al., 2015; García et al., 2013; Zhang et al., 2018).

Devido à sua estabilidade, o carbono presente nas camadas mais profundas pode não ser facilmente detectado em análises

convencionais de combustão, pois sua decomposição é muito mais lenta em comparação ao carbono das camadas superficiais.

O solo sob vegetação natural tem uma capacidade única de acumular carbono em suas camadas mais profundas, mesmo que a quantidade de matéria orgânica e a densidade do solo diminuam à medida que se desce no perfil. Isso acontece porque as raízes das plantas, que podem alcançar grandes profundidades, liberam compostos orgânicos que acabam ficando presos no solo. Esses compostos interagem com os minerais, como argilas e óxidos de ferro, o que ajuda a proteger o carbono da ação dos microrganismos (Georgio et al. 2022)

Além disso, o carbono nas camadas mais profundas geralmente está em formas mais resistentes, como substâncias húmicas e biochar, que são muito mais difíceis de decompor. Nessa profundidade, a atividade biológica também é menor, o que faz com que o carbono permaneça por mais tempo no solo, protegido por processos físicos que o isolam dentro de pequenos agregados. (MacCarthy et al., 2015; García et al., 2013; Zhang et 2018.

Por conta dessa estabilidade, o carbono nas camadas mais profundas pode não ser facilmente detectado em análises de combustão, já que ele não se decompõe tão facilmente quanto o carbono presente em camadas superficiais.

O solo sob vegetação natural tem uma capacidade única de acumular carbono em suas camadas mais profundas, mesmo que a quantidade de matéria orgânica e a densidade do solo diminuam à medida que se desce no perfil. Isso acontece porque as raízes das plantas, que podem alcançar grandes profundidades, liberam

compostos orgânicos que acabam ficando presos no solo. Esses compostos interagem com os minerais, como argilas e óxidos de ferro, o que ajuda a proteger o carbono da ação dos microorganismos (Georgio et al. 2022) O valor médio de carbono orgânico total acumulado, até 1 m de profundidade foi de 609,61 t.ha⁻¹, em ambos os sistemas.

4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos através do presente estudo que avaliou o estoque de carbono em solos de Cerrado sob o sistema de ILP comparado a áreas de VN. Os resultados demonstraram que o ILP, quando bem manejado, apresenta potencial significativo para aumentar o estoque de carbono no solo, contribuindo para a sustentabilidade agrícola e a mitigação das mudanças climáticas.

- O sistema ILP não houve diferença significativa nas características físicas enquanto nas características químicas do solo na camada de 0-30 cm, provavelmente pelas práticas de correção e adubação que estão feitas adequadamente. Porém isso, não resultou em maior acúmulo de matéria orgânica e potencial de estocar carbono no solo, atenção especial deve ser dada ao manejo de resíduos culturais e manejo dos animais para que a sustentabilidade futura do sistema não seja comprometida.
- O VN apresentou características típicas de solo de cerrado baixa fertilidade, baixo pH e alta concentração de alumínio, mesmo assim, apresentou valores similares de MO e carbono estocado que o ILP, dessa forma, conclui-se que o manejo sustentável do solo por meio do ILP não apenas atende às demandas de

produção agrícola, mas também promove benefícios ambientais significativos, sendo uma ferramenta essencial para a conciliação entre desenvolvimento agrícola e conservação ambiental no Cerrado. Recomenda-se o aprofundamento de estudos sobre a integração de sistemas agropecuários e o monitoramento contínuo desses modelos para maximizar seus benefícios e minimizar os impactos ambientais

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULLATIF, Yasmin et al. Impacto de nanopartículas de carbono na agregação e sequestro de carbono sob degradação do solo – uma revisão. **Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering**, v. 15, n. 4, p. 85-92, 2024.

ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. DA; EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. 1a ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

ALLEN, Robert J. et al. Crescimento futuro aprimorado da vegetação com concentrações elevadas de dióxido de carbono pode aumentar a atividade de incêndios. **Communications Earth & Environment**, v. 5, n. 1, p. 54, 2024.

ALMEIDA, R. G. DE; ALVES, F. V. **Diretrizes técnicas para produção de carne com baixa emissão de carbono certificada em pastagens tropicais: carne baixo carbono (CBC)**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2020. PDF 36 p. - (Documentos/ Embrapa Gado de Corte, ISSN 1983-974X : 280).

ALVES, Jeferson Campos et al. Desenvolvimento inicial da cultura do milho conduzidas em vasos com três diferentes tipos de solo. **NATIVA**-Revista de Ciências, Tecnologia e Inovação, v. 6, n. 1, p. 129-136, 2024.

ALMEIDA, R. G.; MEDEIROS, S. R.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N. Uso da integração lavoura-pecuária no balanço positivo de carbono. In: **SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO**, 2, 2013, Londrina, PR. Anais... Maringá, PR: Sthampa, 2013. p. 37-58.

BARIONI, L. G.; LIMA, M. A.; ZEN, S.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; FERREIRA, A. C. A baseline projection of methane emissions by the Brazilian beef sector: preliminary results. In: **GREENHOUSE GASES AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE**, 2007. Proceedings... Christchurch, New Zealand, 2007. p. xxxii-xxxiii.

BARROS, A. C. B. de; SOUSA, E. R. de; MAGALHÃES, M. M. de S.; BARBOSA, C. F.; ALCÂNTARA, P. H. R. de. Capacitação continuada de multiplicadores nas tecnologias preconizadas pelo Plano ABC e prestação de serviços de ATER em Unidades de Referência Tecnológicas (URT) no Estado do Tocantins. In: **SECRETARIA DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (Tocantins). INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO TOCANTINS – RURALTINS**. Continuidade e ampliação de ações de transferência de tecnologias do Plano ABC no Estado do Tocantins. 2015. PDF.

BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R.; JANTALIA, C. P.; MACHADO, P. L. O. A.; SOARES, L. H. B.; URQUIAGA, S. Práticas mitigadoras das emissões de gases de efeito estufa na agropecuária brasileira. In: LIMA, M. A. et al. (Org.). **Estoques de carbono e emissões de gases de efeito**

estufa na agropecuária brasileira. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 327-347.

BUAINAIN, Antônio Márcio et al. **Mudanças Estruturais e Dinâmicas da Agricultura Brasileira. In: Inovação e Desenvolvimento de Sistemas Agrícolas: Casos do Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul (BRICS).** Cingapura: Springer Nature Singapore, 2024. p. 367-390.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Mapeamento do Uso e Cobertura do Cerrado: Projeto TerraClass Cerrado.** Brasília-DF, 2015, 67p.

CASTELLANO, Gabriel Ribeiro; SANTOS, Landerlei Almeida; MENEGÁRIO, Amauri Antonio. **Armazenamento de carbono no solo e tecnologias para aumentar os estoques de carbono no solo da Savana Sul-Americana.** Sustainability, v. 14, n. 9, p. 5571, 2022.

COSTA, A. A. et al. Carbon and nitrogen stocks in soils under different forms of use in the Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 8, p. 528– 533, ago. 2020.

ROSINI, Daniely Neckel et al. Saturação por bases dos solos do meio-oeste e oeste de Santa Catarina. **Revista Latinoamericana Ambiente e Saúde**, v. 5, n. 3 (especial), p. 130-137, 2023.

ZHANG, Yi et al. A resposta do carbono orgânico do solo ao clima e à textura do solo na China. **Frontiers of Earth Science**, v. 16, n. 4, p. 835- 845, 2022.

¹ Graduação em Zootecnia pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (2004), Pós-Graduação em Morfofisiologia Animal, pela

Universidade Federal de Lavras - Minas Gerais (UFLA), Mestre em Agroenergia Digital, pela Universidade Federal do Tocantins UFT (2024). Atualmente é responsável técnico - JL Consultoria Instrutoria LTDA-ME.

² Graduação em Letras (Português/Inglês) pela Fundação UNIRG e em Direito pela Faculdade Católica Dom Orione. Pós-graduação em Português e Literatura pela Ferlagos (RJ). Tem experiência na área de educação, com ênfase em gestão pedagógica e políticas educacionais. Atualmente é Superintendente de Educação Básica na Secretaria de Educação do Estado do Tocantins (SEDUC/TO).

³ Graduação em Letras e Mestre em Letras e Linguística (UFG), Doutorado em Comunicação e Cultura Contemporâneas (UFBA), e pós-doutoramento em Letras e Linguística (UFG). Atualmente é Professora da Universidade Estadual do Tocantins (Unitins) e do Centro Universitário Itop (Unitop); Diretora de Formação Inicial e Continuada da Secretaria Estadual de Educação (Seduc-TO).