

ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

ESTOQUE DE CARBONO EM SOLOS NOS SISTEMAS DE PASTAGEM,
INTEGRAÇÃO PECUÁRIA FLORESTA E ALFACE, NOS PERÍODO CHUVOSO E
PERÍODO NÃO CHUVOSO DA REGIÃO DE IMPERATRIZ E SÃO FRANCISCO DO
BREJÃO.

CARBON STOCK IN SOILS IN PASTURE SYSTEMS, LIVESTOCK-FOREST
INTEGRATION, AND LETTUCE, DURING THE RAINY AND DRY SEASONS IN THE
REGION OF IMPERATRIZ AND SÃO FRANCISCO DO BREJÃO.

Miriã Victoria Borges Leal de Anchieta^{1*}; Emilly de Souza Costa²; Jorge Diniz de Oliveira³

¹ Graduanda em Química Licenciatura, Laboratório de Química Ambiental, Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Imperatriz, Brasil.

² Graduada em Química Licenciatura, Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Imperatriz, Brasil.

³ Prof. Dr. em Química, Laboratório de Química Ambiental, Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Imperatriz, Brasil.

* Autor de correspondência: miria.v.anchieta@uemasul.edu.br

Miriã Victoria Borges Leal de Anchieta:  <https://orcid.org/0009-0008-0142-7272>

Emilly de Souza Costa:  <https://orcid.org/0009-0000-1985-8646>

Jorge Diniz de Oliveira:  <https://orcid.org/0000-0001-9421-0524>,
<http://lattes.cnpq.br/5362473302100013>

RESUMO

O solo é um importante reservatório de carbono, contribuindo para a melhoria físico-química e para a redução dos gases de efeito estufa por meio do acúmulo de matéria orgânica. Entretanto, práticas inadequadas de manejo, como ausência de vegetação e revolvimento constante, podem reduzir o estoque de carbono. Este estudo avaliou o estoque e o sequestro de carbono orgânico em diferentes sistemas agrícolas nos municípios de Imperatriz e São Francisco do Brejão, em áreas de Integração Pecuária-Floresta (IPF), pastagem e cultivo de alface. As amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0 a 20 cm, em períodos chuvoso e seco, com análises em triplicata. Foram avaliados matéria orgânica, carbono orgânico, densidade do solo e estoque de carbono, utilizando análise multivariada no programa SAEG 9.0. Os resultados mostraram maior quantidade de matéria orgânica nos sistemas de pastagem e IPF, devido ao capim mombaça apresentar maior deposição de matéria orgânica em comparação à cultura da alface, que possui menor área foliar e menor contribuição de carbono ao solo.

Palavras chave: Matéria Orgânica; Mombaça; Gases do Efeito Estufa.

ABSTRACT

Soil is an important carbon reservoir, contributing to the improvement of physicochemical properties and the reduction of greenhouse gases through the accumulation of organic matter.

However, inadequate management practices, such as the absence of vegetation and constant tillage, can reduce carbon stocks. This study evaluated the stock and sequestration of organic carbon in different agricultural systems in the municipalities of Imperatriz and São Francisco do Brejão, in areas of Silvopastoral Integration (IPF), pasture, and lettuce cultivation. Soil samples were collected at a depth of 0 to 20 cm during the rainy and dry periods, with analyses performed in triplicate. Organic matter, organic carbon, soil density, and carbon stock were evaluated using multivariate analysis in the SAEG 9.0 program. The results showed a higher amount of organic matter in the pasture and IPF systems, due to Mombaça grass presenting greater deposition of organic matter compared to the lettuce crop of lettuce, which has a smaller leaf area and a lower contribution of carbon to the soil.

Keywords: rganic Matter; Mombaça; Greenhouse Gases.

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa apresenta uma análise sobre o estoque de carbono em solos submetidos a diferentes sistemas agrícolas, no período chuvoso e não chuvoso nos municípios de Imperatriz e São Francisco do Brejão. O estudo parte da compreensão de que o solo é um importante reservatório de carbono e que a matéria orgânica exerce um papel fundamental na melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, contribuindo para a redução dos gases de efeito estufa.

Além disso, diferentes formas de manejo influenciam diretamente o estoque de carbono no solo. Sistemas como Integração Pecuária Floresta (IPF) e pastagem podem favorecer maior deposição de matéria orgânica e menor degradação do solo, enquanto manejos inadequados podem reduzir a quantidade de carbono armazenado.

O objetivo da pesquisa é avaliar e determinar o estoque de carbono orgânico e as propriedades físico-químicas do solo em sistemas de pastagem, IPF e cultivo de alface, buscando compreender a influência desses sistemas na conservação do solo e na sustentabilidade ambiental.

REFERENCIAL TEÓRICO

O solo é um dos principais fatores que, com o manejo correto, auxilia na sustentabilidade e produtividade de um sistema agrícola, pois sua influência relaciona-se com a incorporação de nutrientes e a dinâmica da matéria orgânica (MO), auxiliando em sua qualidade nos processos físico-químicos e biológicos do solo, promovendo o desenvolvimento vegetal inserido no sistema, pois auxilia no aumento e estabilidade dos agregados, do movimento de água e ar pela formação de micro e macroporos e, também, sobre a menor resistência a penetração de raízes, além do aumento da microfauna e de sua interação da atividade biológica (CALONEGO et al, 2012).

Nanzer et al. (2018), a MO, na qual o carbono representa 58%, a substituição de sistemas naturais para introdução de produção agrícola causa interferência na quantidade e qualidade do estoque de carbono do solo. Consoante a Souza (2010), o estoque de carbono no solo pode ser determinado pelas camadas do solo, isto porque, é um elemento estável e com alta dinamicidade que pode sofrer o ganho ou a perda de carbono.

Ademais, alguns sistemas agrícolas e pecuários estão promovendo menor ação antrópica, para que seja mitigado o GEE, como os sistemas de pecuária regenerativa e integração de diversos sistemas em uma mesma área, como exemplo a Integração Pecuária Florestal, em que, além de reduzir o uso de defensivos químicos, há também o baixo revolvimento do solo, maior cobertura do solo, obtenção do acúmulo de matéria vegetal depositado no solo, fatores que auxiliam o sequestro de CO₂, e promovem um sistema mais limpo, e com bem-estar para o animal, assim, sendo denominado de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, conforme prescrito no Protocolo de Kyoto (MOREIRA, SCHWARTZMAN, 1996).

METODOLOGIA

Amostras de solos foram coletadas em áreas de sistemas IPF e pastagem no município de São Francisco do Brejão e em cultivo de alface em Imperatriz. As coletas ocorreram em duas épocas, período chuvoso e seco, na profundidade de 0 a 20 cm, com cinco pontos amostrais e análises em triplicata. Após a coleta, o solo foi seco, destorroado, peneirado e armazenado em frascos de polietileno.

Foram realizadas análises de pH em água e Cloreto KCl com uso de pHmetro digital, permitindo calcular o Δ pH e o ponto de carga zero (PCZ). A matéria orgânica foi determinada por calcinação em mufla a 550 °C durante 4 horas, sendo o carbono orgânico obtido a partir da relação entre matéria orgânica e carbono. O estoque de carbono foi calculado com base no teor de carbono orgânico, profundidade e densidade do solo. Os dados foram analisados estatisticamente por média, desvio padrão e análise multivariada utilizando distância euclidiana no programa SAEG 9.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão listados os valores médios dos parâmetros físico-químicos dos solos dos municípios de Imperatriz-MA (Alface) e de São Francisco do Brejão (Pastagem e IPF). Os resultados demonstraram que os solos dos diferentes sistemas apresentaram pH ácido,

devido à presença de H^+ e Al^{3+} , além de predominância de cargas negativas, observadas pelos valores de ΔpH e PCZ. A matéria orgânica (MO) mostrou-se importante para a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, com os maiores teores observados nos sistemas de pastagem e de IPF.

Tabla 1: Valores médios dos parâmetros físico-químicos do solo do município de Imperatriz-MA (Alface) e São Francisco do Brejão – MA (Pastagem e IPF).

Amostras	pH_{H_2O}	pH_{KCl}	ΔpH	PCZ	MO ($mg.kg^{-1}$)
Pastagem 1	$4,41 \pm 0,46$	$3,22 \pm 0,1$	$-1,19 \pm 0,54$	$2,02 \pm 0,64$	3800 ± 891
Pastagem 2	$4,61 \pm 0,13$	$3,29 \pm 0,01$	$-1,32 \pm 0,13$	$1,97 \pm 0,14$	$6116,67 \pm 277,4$
IPF 1	$4,61 \pm 0,21$	$3,23 \pm 0,14$	$-1,38 \pm 0,1$	$1,85 \pm 0,13$	$3283,33 \pm 135,8$
IPF 2	$4,48 \pm 0,06$	$3,43 \pm 0,07$	$-1,04 \pm 0,02$	$2,39 \pm 0,09$	$4923,33 \pm 185,6$
Alface 1	$3,97 \pm 0,07$	$3,21 \pm 0,06$	$-0,76 \pm 0,13$	$2,45 \pm 0,19$	2690 ± 210
Alface 2	$3,59 \pm 0,43$	$3,59 \pm 0,17$	$-0,2 \pm 0,37$	$3,39 \pm 0,38$	$2849,67 \pm 185$

ΔpH : Variação de $pH_{KCl} - pH_{H_2O}$; PCZ: $2 pH_{KCl} - pH_{H_2O}$; MO: Matéria orgânica; Pastagem 1: período chuvoso; Pastagem 2: período não chuvoso; IPF 1: período chuvoso; IPF 2: período não chuvoso; Alface 1: período chuvoso; Alface 2: período não chuvoso.

Os sistemas com capim-mombaça apresentaram maior deposição de matéria orgânica e carbono orgânico, devido à elevada produção de biomassa, ao sistema radicular robusto e à capacidade de absorção de CO_2 característica das plantas C4. Além disso, o sistema IPF também contribuiu para o armazenamento de carbono pela presença do eucalipto, capaz de acumular carbono em seus tecidos.

Em relação à densidade do solo, observou-se diferença entre os sistemas estudados, influenciada principalmente pela textura do solo. Os solos de pastagem e IPF apresentaram textura franco-argilo-arenosa, enquanto o solo cultivado com alface apresentou textura franco arenosa, afetando características como porosidade e retenção de água.

Tabla 2: Valores médios e desvio padrão do DS, CO, e EC dos solos dos municípios de Imperatriz MA (Alface) e São Francisco do Brejão – MA (Pastagem e IPF).

Amostras	DS ($Mg.m^{-3}$)	CO	EC ($Mg.ha^{-1}$)
Pastagem 1	$0,10 \pm 0,02$	$2,2 \pm 0,52$	$0,45 \pm 0,14$
Pastagem 2	$0,15 \pm 0,1$	$3,55 \pm 0,16$	$1,07 \pm 0,12$
IPF 1	$0,09 \pm 0,01$	$1,90 \pm 0,08$	$0,35 \pm 0,05$
IPF 2	$0,17 \pm 0,1$	$2,86 \pm 0,11$	$0,98 \pm 0,1$
Alface 1	$0,16 \pm 0,03$	$1,56 \pm 0,12$	$0,48 \pm 0,05$
Alface 2	$0,11 \pm 0,02$	$1,65 \pm 0,1$	$0,38 \pm 0,09$

DS: Densidade do solo; CO: Carbono orgânico; EC: Estoque de Carbono; Pastagem 1: período chuvoso; Pastagem 2: período não chuvoso; IPF 1: período chuvoso; IPF 2: período não chuvoso; Alfaca 1: período chuvoso; Alfaca 2: período não chuvoso.

Os menores valores de estoque de carbono (EC) foram encontrados nos sistemas de alfaca 2 e IPF 1, possivelmente devido ao período chuvoso, que pode ter favorecido a lixiviação da matéria orgânica no sistema IPF. No cultivo de alfaca, fatores como ciclo curto, manejo do solo, irrigação e luminosidade aceleram a decomposição da matéria orgânica, reduzindo o estoque de carbono. Além disso, a alfaca apresenta menor área foliar e menor deposição de carbono orgânico quando comparada ao capim mombaça. Apesar disso, o cultivo de alfaca em ambiente urbano ainda apresenta importância no sequestro de carbono, podendo contribuir para a sustentabilidade ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros físico-químicos investigados influenciaram o estoque de carbono no solo. Dentre os sistemas estudados, IPF e Pastagem apresentaram maior estoque de carbono. O capim mombaça tem maior deposição de MO nos sistemas de IPF e pastagem devido a sua fisiologia. No entanto, o sistema Alfaca demonstrou valores consideráveis de EC, sendo assim, tal sistema investigado pode ser utilizado na área urbana de Imperatriz.

REFERÊNCIAS

- CALONEGO, J. C.; SANTOS C. H., TIRITAN, C. S.; JÚNIOR, J. R. C. ESTOQUES DE CARBONO E PROPRIEDADES FÍSICAS DE SOLOS SUBMETIDOS A DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO, REVISTA CAATINGA, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 128-135, mar. jun., 2012.
- MOREIRA, A. G.; SCHWARTZMAN, S.: As mudanças climáticas e os ecossistemas brasileiros. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), Woods Hole Research Center and Environmental Defense, Brasília, DF. 165 pg. 2000.
- NANZER, M. C.; ENSINAS, S. C.; BARBOSA, G. F.; BARRETA, P. G. V.; OLIVEIRA, T. P.; SILVA, J. R. M.; PAULINO, L. A. Estoque de carbono orgânico total e fracionamento granulométrico da matéria orgânica em sistemas de uso do solo no Cerrado. REVISTA CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS, Lages, SC, Brasil 136 – 145 OUT.-AGO 2018.
- SOUZA, J. L. de. Reciclagem e sequestro de carbono na agricultura orgânica. In: FERTIBIO 2010. Anais 2010.

AGRADECIMENTOS

FAPEMA