1º HIDROGEOMINAS
SIMPÓSIO MINEIRO DE HIDROGEOMORFOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS
07 – 10 de setembro de 2026
Departamento de Geografia – UFMG
Belo Horizonte - MG

RETENÇÃO DE CARBONO ORGÂNICO EM PEQUENAS ÁREAS ÚMIDAS: ESTUDO DE CASO EM JUIZ DE FORA – MG

Rogério Rodrigues de Barros [1]
Miguel Fernandes Felippe [2]

RESUMO

As áreas úmidas, devido à sua saturação prolongada e condições anaeróbicas, consistem em relevantes reservatórios de carbono orgânico, que são incorporados nos solos e vegetação através da lenta decomposição de matéria orgânica, advinda principalmente de restos vegetais. Diante da problemática das mudanças climáticas no Antropoceno, o papel das áreas úmidas como sumidouros de carbono e reguladores do clima não pode ser negligenciado. No entanto, estes processos biogeoquímicos de retenção de carbono são variáveis no espaço e no tempo, dependendo principalmente das interações entre características locais e regionais, como tipo de solo, vegetação predominante e regime pluviométrico. Diante deste contexto, este trabalho teve como objetivo interpretar a retenção de carbono orgânico em três áreas úmidas de Juiz de Fora – MG. A metodologia consistiu na coleta de amostras de solo, nos períodos secos e chuvosos, na zona permanentemente encharcada, no interior das áreas úmidas. Posteriormente, em laboratório, foram analisados os teores de carbono orgânico, matéria orgânica e textura das amostras. Os resultados mostraram a influência da sazonalidade hídrica, da textura dos solos e das formas de uso e cobertura da terra como principais elementos responsáveis pelas variações nos teores de carbono orgânico nas áreas úmidas estudadas.

Palavras-chave: Brejo; Matéria orgânica; Processos biogeoquímicos.

INTRODUÇÃO

Em escala global, as áreas úmidas possuem importância significativa na regulação do clima, armazenando grandes quantidades de carbono em sua vegetação e, sobretudo, em seus solos. Esta vegetação higrófila/hidrófita e os solos hidromórficos são formados através do acúmulo de água e sedimentos condicionados por características topográficas, litológicas e de uso e cobertura da terra (Richardson, Arndt, Montgomery, 2001). As condições anaeróbicas, sejam elas permanentes ou intermitentes, fazem com que a decomposição da matéria orgânica seja retardada e incompleta, levando à sua acumulação no solo, consequentemente fazendo com o carbono associado também se acumule nas áreas úmidas (Salimi, Almuktar, Scholz, 2021).

De forma geral, Gomes et al. (2019) demonstram que nas camadas superficiais do solo, o tipo de vegetação possui enorme relevância, possuindo influência direta no acúmulo de matéria orgânica. Nas camadas mais profundas, fatores climáticos (temperatura + precipitação) possuem influência determinante a longo prazo nos processos de fixação do carbono no solo.

[1] Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, rbarros14@outlook.com;
[2] Professor do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, miguel.felippe@ufjf.br

As fontes de carbono que são armazenados nas áreas úmidas advém principalmente de processos biogeoquímicos de fotossíntese que sequestram CO_2 atmosférico, além da decomposição de matéria orgânica presente, como serrapilheira e restos vegetais. Existe também a possibilidade de áreas úmidas serem abastecidas por fontes alóctones de carbono, que pode estar em suspensão ou dissolvido em fontes de água e sedimentos que perfazem os fluxos de matéria que abastecem as áreas úmidas (Nóbrega et al., 2015; Villa, Bernal, 2018).

Além disso, destaca-se que variações de regimes pluviométricos promovem dinâmicas distintas na mineralização e decomposição de matéria e orgânica e, consequentemente, na emissão de carbono. Com temperaturas mais elevadas e condições de menor saturação, aumenta-se as taxas de decomposição de matéria orgânica e as atividades de microorganismos, sendo então esperado que parte do carbono armazenado seja perdido pela emissão de gases, principalmente CO_2 (dióxido de carbono) e CH_4 (gás metano) (Furlanetto et al., 2017; Guilhen et al., 2020).

Contudo, as áreas úmidas são sistemas complexos, e a maneira como variações sazonais interagem com características locais e autóctones, como as condições físico-químicas do solo, características da vegetação e processos associados às atividades de microorganismos são heterogêneas no que tange à velocidade de perda ou acúmulo de carbono em curtos intervalos de tempo (Zedler, Kercher, 2005; Ye et al., 2022).

Diante desta problemática, este trabalho tem como objetivo geral interpretar a variação temporal na retenção de carbono orgânico a partir das características fisiográficas de três áreas úmidas em relevo mamelonizado, localizadas no município de Juiz de Fora-MG. Como objetivos específicos, teve-se como intuito analisar como as distintas classes texturais dos solos e os diferentes contextos de uso e cobertura da terra influenciam nestes processos.

MATERIAIS E MÉTODOS

A escolha das áreas úmidas pautou-se em técnicas de sensoriamento remoto, aliadas posteriormente a campanhas de campo. Todas estão situadas em uma mesma bacia hidrográfica e sobre regime pluviométrico, relevo e litologia relativamente homogêneas, mas sobre distintas formas de uso e cobertura da terra, o que torna o recorte amostral adequado para os objetivos pretendidos.

As amostras de solo foram coletadas em um período seco, sem chuvas no dia anterior à coleta (maio de 2024) e no período úmido, com leves chuvas no dia anterior à coleta (dezembro de 2024). Em cada área úmida, foram coletadas amostras de 20 centímetros de solo, em pontos permanentemente encharcados. Os procedimentos laboratoriais foram realizados para mensurar a textura e os teores de carbono orgânico e matéria orgânica, em consonância com técnicas

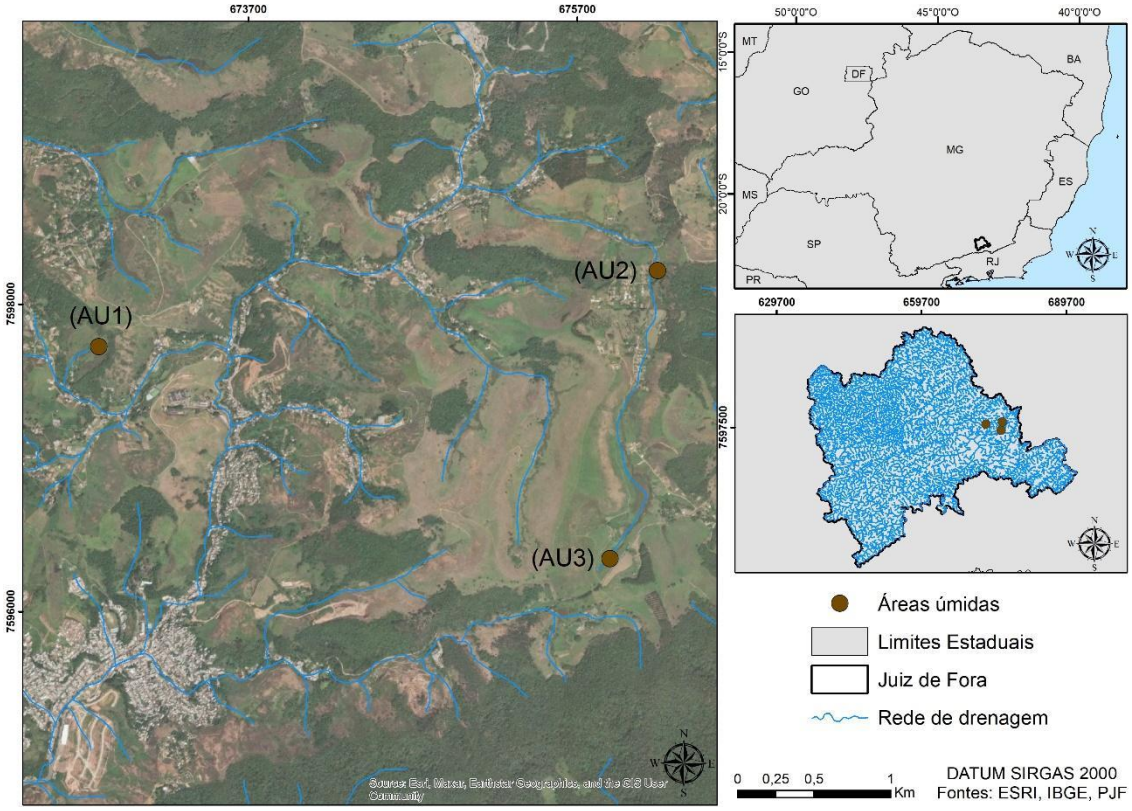
estabelecidas pela Embrapa (1997). Posteriormente os dados foram tabulados para análise comparativa.

A área de estudo refere-se à bacia hidrográfica do córrego Yung, situada no município de Juiz de Fora – MG. A região é caracterizada pelo relevo mamelonar, onde predominam estruturas rochosas de granulitos, charnockitos e migmatitos, geralmente em formas de cristas e morros convexos, onde comumente se encontrar dobramentos e falhamentos (Gatto et al., 1983). Do ponto de vista climático, o município apresenta clima tropical úmido de altitude (Cwb na classificação de Köppen), com precipitações médias anuais de 1.494,87 mm, que são marcadas por forte sazonalidade, predominando um período quente e chuvoso no período que compreende os meses de outubro e março, e um período seco, no intervalo entre os meses de abril e setembro (Oliveira et al., 2020).

As características climáticas, aliadas ao relevo ondulado, proporcionam a formação de um número expressivo de áreas úmidas, principalmente em porções côncavas, como cabeceiras de drenagem, e planícies associadas à canais fluviais. No recorte espacial analisado existem áreas úmidas com espelho d'água aparente em superfície durante todo o ano, mas estas condições não estão presentes em toda totalidade de áreas úmidas. Consequentemente, a dinâmica de retenção de carbono também é variável entre as áreas úmidas no período entre períodos secos e chuvosos.

As áreas úmidas selecionadas para análise verticalizada estão inseridas em diferentes formas de uso e cobertura da terra, além de dinâmicas de uso díspares: a área úmida AU1 está em uma cabeceira de drenagem inserida em um contexto de pastagem e vegetação arbórea, em uma pequena propriedade, com uso para dessedentação de gado; a área úmida AU2 está às margens de um canal fluvial, com predomínio de pastagens e áreas destinadas à agricultura à sua montante, sem uso aparente da população próxima; a área úmida AU3, também às margens de um canal fluvial, está inserida sobre o domínio absoluto de pastagens, sendo a nascente à sua montante utilizada para captação direta, além do uso contínuo do gado para dessedentação (Figuras 1, 2, 3 e 4).

Figura 1: Localização das áreas úmidas estudadas



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2: Localização da área úmida AU1



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 3: Localização da área úmida AU2



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 4: Localização da área úmida AU3



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apontam (Tabela 1) que no período chuvoso há maiores teores de matéria orgânica e carbono orgânico. Em média, houve um aumento de 24% no teor de carbono orgânico e matéria orgânica nas áreas úmidas estudadas entre o período seco e úmido.

Tal constatação corrobora a hipótese de que as perdas de carbono são maiores em épocas mais secas, tendo em vista que as condições anaeróbicas costumam ser perdidas devido à menor saturação inerente a essas estações. Além disso, o aporte de matéria orgânica e resíduos orgânicos costuma ser maior nas estações chuvosas.

Tabela 1: Teores de carbono orgânico e matéria orgânica nas áreas úmidas

	Maio		Dezembro		
Áreas Úmidas	**Carbono Orgânico (g/kg)**	**Matéria Orgânica (g/kg)**	**Carbono Orgânico (g/kg)**	**Matéria Orgânica (g/kg)**	**Textura**
AU1	15,152	26,122	18,808	32,425	Argilosa
AU2	15,980	27,550	17,754	30,608	Argilo arenosa
AU3	7,995	13,783	15,414	26,574	Franco argilo arenosa

Fonte: Elaborado pelos autores.

Autores como Gomes et al. (2019) e Machado et al. (2024) apontam que a textura do solo influencia diretamente nos estoques de carbono nos solos, sendo a densidade e estrutura também responsáveis por controlar esses processos, destacando-se as argilas como elementos chave na manutenção da matéria orgânica. Os autores concluem que, em solos onde predominam pastagens, os teores de carbono são maiores em solos de texturas mais finas, com o predomínio das argilas contribuindo para a estabilização do carbono, além da agregação e proteção do solo. Em contrapartida, os solos mais arenosos possuem maior dificuldade em reter carbono, justamente por serem menos agregados.

Isso explica a significativa variação sazonal de carbono orgânico na AU3. Dentro do rol analisado, esta é a área úmida de textura mais grossa, o que implica em maior dificuldade do carbono se associar a argilominerais para formar complexos mais estáveis. Além disso, é notável que o teor médio de carbono orgânico e matéria orgânica nessa área úmida foi 31% inferior ao das demais.

Outra hipótese a ser aventada refere-se à atuação do gado como um elemento de influência nos processos biogeoquímicos referentes à umidade na área úmida AU3. No período seco, o gado circula com mais frequência ao redor da área úmida, se alimentando da vegetação. Desta forma, impede-se a senescência e decomposição da vegetação que retornaria ao solo e seria incorporada como fonte de matéria orgânica (Machado et al., 2024; Souza et al., 2024). Além disso, o pisoteio do

gado destrói agregados superficiais do solo, o que pode expor a matéria orgânica à oxidação ou transporte para outros compartimentos da paisagem.

Em síntese, conclui-se que, excetuando-se o *outlier* apresentado, os valores encontrados apresentaram pouca variação no espaço e no tempo. Este fator pode ser explicado devido às características regionais e locais, como clima, relevo e uso e cobertura da terra (com predomínio de pastagens, embora com uso misto em ocasiões) serem relativamente homogêneas. No entanto, as variações demonstram que, mesmo diante desta homogeneidade, a complexidade inerente às áreas úmidas faz com que sejam difíceis de prever as respostas destes sistemas em relação a ocorrência de processos biogeoquímicos na interface entre água-solo-vegetação.

Embora os resultados encontrados estejam de acordo com o apregoado na literatura sobre o tema, estas variações demonstram a influência da sazonalidade hídrica nos processos de retenção e emissão de carbono nas áreas úmidas, o que mostra como esses hidrossistemas são sensíveis a alterações em curtos intervalos de tempo, principalmente aqueles situados em locais onde a atividade humana consiste em um agente capaz de alterar fluxos de matéria e energia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As áreas úmidas estudadas possuem um papel relevante como sumidouros ativos de carbono ao longo do recorte temporal analisado. Foi possível observar que a capacidade de retenção de carbono variou no espaço, e, principalmente no tempo, sobretudo pela sazonalidade hídrica, textura do solo e ações humanas. Enquanto solos mais argilosos garantiram estoques de carbono maiores e mais estáveis, os solos de textura mais arenosa tenderam a variações mais acentuadas. Portanto, foi possível perceber que a retenção de carbono nestes ecossistemas está associada não somente à sazonalidade hídrica, mas também às variáveis locais, como formas de uso e cobertura da terra e características pedológicas.

Embora o conjunto amostral analisado seja pequeno, é importante ressaltar que existem incontáveis hidrossistemas com essas características em todo país. Portanto, é preciso compreender plenamente estes processos e enfatizar a necessidade de proteção, já que podem ser de grande valia para encarar os desafios contemporâneos de mudanças climáticas e aquecimento global, tendo em vista sua relevância nos processos de retenção de carbono.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p.

FURLANETTO, L.M. et al. Potential carbon gas production in southern Brazil wetland sediments: possible implications of agricultural land use and warming. **Wetlands**, v. 38, n. 3, p. 485-495, 2018.

GATTO, L. C. S. et al. Geomorfologia. In: **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SF-23/24 Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

GOMES, L.C. et al. Modelling and mapping soil organic carbon stocks in Brazil. **Geoderma**, v. 340, p. 337-350, 2019.

GUILHEN, J. et al. Denitrification and associated nitrous oxide and carbon dioxide emissions from the Amazonian wetlands. **Biogeosciences**, v. 17, n. 16, p. 4297-4311, 2020.

MACHADO, J.M. et al. Soil carbon stocks as affected by land-use changes across the Pampa of southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 48, p. e0230124, 2024.

NÓBREGA, G.N. et al. Edaphic factors controlling summer (rainy season) greenhouse gas emissions (CO2 and CH4) from semiarid mangrove soils (NE-Brazil). **Science of the Total Environment**, v. 542, p. 685-693, 2016.

OLIVEIRA, T. A. et al. Variabilidade pluviométrica no município de Juiz de Fora no período de 1910- 2018: investigação a partir da técnica do Box plot. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 26, 2020, p. 457-478.

RICHARDSON, J.L. ARNDT, J.L. MONTGOMERY, J.A. Hydrology of Wetland and Related Soils. **Wetland soils: Genesis, hydrology, landscapes, and classification**, p. 35-84, 2001.

SALIMI, S.; ALMUKTAR, S.; SCHOLZ, M. Impact of climate change on wetland ecosystems: A critical review of experimental wetlands. **Journal of Environmental Management**, v. 286, p. 112160, 2021.

SOUZA, I.S. et al. Soil organic carbon stock in a peat-wetland ecosystem in the Cerrado biome under different land covers and its role in water storage. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 49, p. e0240137, 2025.

VILLA, J.A.; BERNAL, B. Carbon sequestration in wetlands, from science to practice: An overview of the biogeochemical process, measurement methods, and policy framework. **Ecological Engineering**, v. 114, p. 115-128, 2018.

ZEDLER, J.B.; KERCHER, S. Wetland resources: status, trends, ecosystem services, and restorability. **Annu. Rev. Environ. Resour**., v. 30, p. 39-74, 2005.

YE, S. et al. Wetlands in China: Evolution, carbon sequestrations and services, threats, and preservation/restoration. **Water**, v. 14, n. 7, p. 1152, 2022