IX SINMCA
IX Simpósio do Noroeste Mineiro de Ciências Agrárias e
VIII Semana Acadêmica
25 a 27 de novembro de 2025

VARIAÇÃO ISOTÓPICA DO CARBONO E A DINÂMICA AMBIENTAL PRETÉRITA EM UMA VEREDA NA BACIA DO RIO URUCUIA, NOROESTE DE MINAS GERAIS

RESUMO EXPANDIDO

INTRODUÇÃO

Os isótopos estáveis de carbono vêm sendo amplamente utilizados como instrumento para reconstituir a vegetação e fazer inferências das condições climáticas do passado (Gomes *et al*., 2017; Cassino *et al*., 2020; Sabino *et al*., 2023; Horák-Terra *et al*, 2020;2022;2025). A razão isotópica entre os isótopos estáveis de carbono ($^{13}C/^{12}C$), que confere o sinal $\delta^{13}C$, permite distinguir a predominância de vegetações com metabolismo fotossintético C_3 ou C_4, possibilitando inferências sobre a umidade, abertura do ambiente e sazonalidade ao longo do tempo (Cerling *et al*., 1997; Pessenda *et al*., 2004). Neste contexto, as veredas, áreas úmidas tropicais típicas do Cerrado, representam ambientes ideais para tais estudos, uma vez que armazenam registros de solos orgânicos do Quaternário (Ledru & Araújo 2023; Santos *et al*., 2023; Horák-Terra *et al*, 2020;2021;2025). Desta forma, este estudo teve como objetivo entender as mudanças do clima e da vegetação em uma vereda situada na bacia do rio Urucuia, com base nos dados de $\delta^{13}C$ obtidos de um testemunho de solo orgânico que abrange cerca de 13.500 anos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma vereda na bacia do rio Urucuia, localizada no município de Arinos, Noroeste de Minas Gerais (Fig. 1). A área apresenta clima de savana tropical (Aw), caracterizado por um período seco durante o inverno, conforme a classificação de Köppen (Alvares et al., 2013).

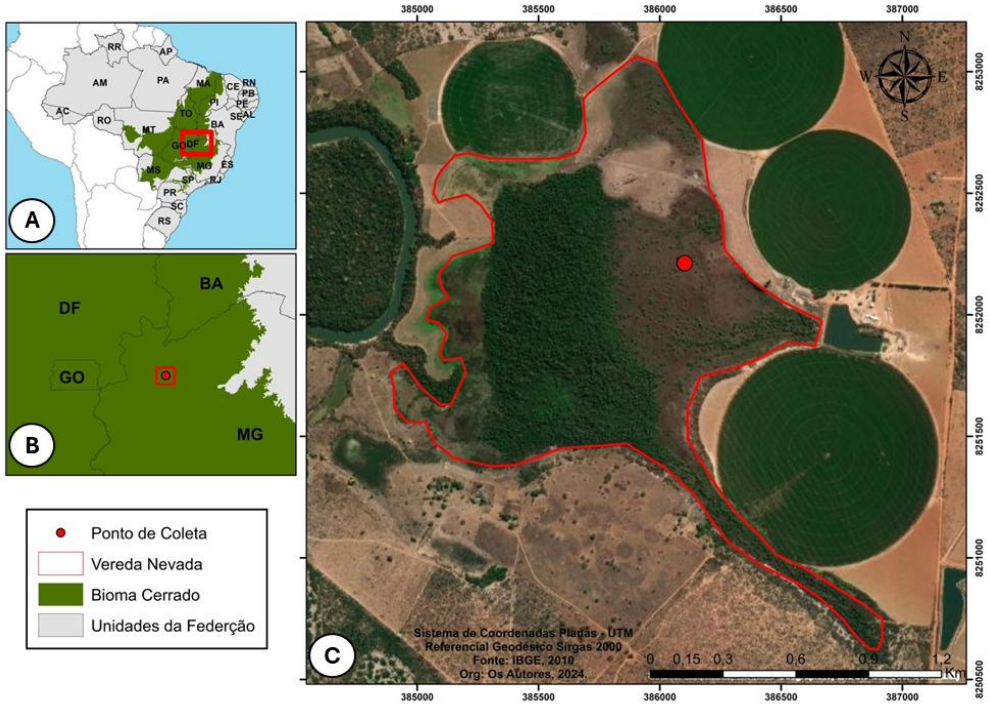


Figura 1 – I Cerrado. B) Localizaçã coleta (em vermelho) e

O testemunho foi coletado com o auxílio de um trado russo, totalizando 6,5 metros, que foi acondicionado em canaletas de cano PVC e levado para o Laboratório de Pedologia e Física do Solo do Instituto de Ciências Agrárias de Unaí/UFVJM. No laboratório, o testemunho foi descrito morfologicamente e seccionado em intervalos regulares de 2 cm, resultando em 325 amostras. As amostras foram secas em estufa a 65 °C e posteriormente maceradas e peneiradas (0,5 mm/35 mesh). Em seguida, foram enviadas ao Laboratório de Isótopos Estáveis do CENA/USP, onde foram analisadas utilizando-se um analisador elementar acoplado a

um espectrômetro de massas, seguindo os procedimentos padrão estabelecidos por Pessenda et al. (1996). A datações foram obtidas por radiocarbono 14C no laboratório 14Chrono Centre - Queens University Belfast (Northern Ireland) nas profundidades 38-40 cm, 128-130 cm, 248-250 cm, 340-342 cm, 428-430 cm, 494-496 cm e 598-600 cm, todas as idades obtidas foram calibradas utilizando o software Calib (versão 8.20). aqui a descrição dos materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento do trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de $\delta^{13}C$ no testemunho variaram entre -16,94‰ e -25,82‰, registrando uma nítida transição paleoambiental ao longo dos últimos ~13.500 anos (Fig. 2).

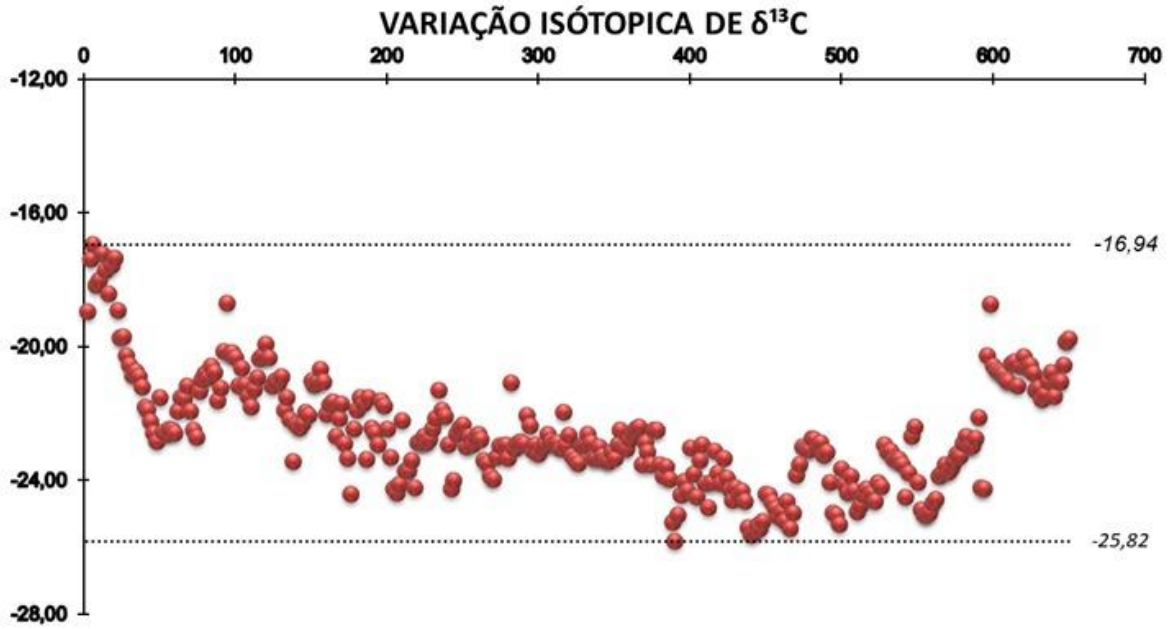


Figura 2 – Gráfico com as variações de $\delta^{13}C$ ao longo do testemunho.

Na base do perfil (650-600 cm), correspondente ao final do Pleistoceno, os valores mais enriquecidos (~ -19,75‰) indicam uma paisagem com significativa contribuição de gramíneas C^4 sob condições mais secas. Esse padrão é consistente com o que foi observado por Ledru e Araújo (2023), que apontam para uma paisagem de savana seca com vegetação aberta dominada por gramíneas em períodos mais áridos do Quaternário. Durante o Holoceno Médio (580–150 cm), verifica-se um progressivo empobrecimento em $\delta^{13}C$, com valores atingindo cerca de -25,82‰, indicando o predomínio de plantas C_3, geralmente associadas a vegetações mais densas e adaptadas a ambientes mais úmidos. Essa transição coincide com o "ótimo climático do Holoceno", identificado em diversos registros do Cerrado, incluindo o estudo conduzido na Serra do Cabral, Minas Gerais, por Silva et al. (2024), onde há clara evidência de maior umidade e expansão de vegetação lenhosa C_3 nas áreas de vereda. No Holoceno inferior (0 - 341 cm), inverte-se esta tendência, com um enriquecimento progressivo em $\delta^{13}C$ que atinge seu máximo (-16,94‰) na camada superficial, sinalizando o retorno à dominância de plantas C^4 associado a condições de estresse hídrico e/ou pressão antrópica.

CONCLUSÃO

O registro isotópico de $\delta^{13}C$ da vereda na bacia do Urucuia constitui um importante arquivo das transformações paleoambientais no Cerrado central durante os últimos 13.500 anos. A sequência evidencia uma transição climática, iniciando com condições mais secas e paisagens abertas no final do Pleistoceno, seguidas por uma fase úmida prolongada durante o Holoceno Médio que permitiu a expansão de vegetação C^3 em ambientes saturarados. A inversão de tendência no Holoceno Tardio, marcada pelo enriquecimento isotópico progressivo até o valor mais extremo do registro (-16,94‰), sinaliza não apenas um retorno a condições de estresse hídrico, mas potencialmente o impacto acelerador das atividades antrópicas sobre estes ecossistemas úmidos. Este estudo reforça a sensibilidade das veredas como indicadores das mudanças ambientais e alerta para sua vulnerabilidade frente às pressões climáticas e antrópicas combinadas, aspectos cruciais para orientar estratégias de conservação no bioma Cerrado.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos que viabilizou a dedicação do autor principal a esta pesquisa. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do projeto de pesquisa, que forneceu os recursos necessários para as análises e infraestrutura.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507

CASSINO, R. F.; LEDRU, M.-P.; SANTOS, R. de A.; FAVIER, C. Vegetation and fire variability in the central Cerrados (Brazil) during the Pleistocene–Holocene transition was influenced by oscillations in the SASM boundary belt. Quaternary Science Reviews, v. 236, p. 106291, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2020.106291

CERLING, T. E. et al. Global vegetation change through the Miocene/Pliocene boundary. Nature, v. 389, p. 153-158, 1997. DOI: https://doi.org/10.1038/38229

GOMES, M. O. S.; MEYER, K. E. B.; PESSENDA, L. C. R. Reconstituição paleoambiental da Vereda Carrasco da Raposa, Parque Estadual da Serra do Cabral, MG, Brasil, por meio de estudos palinológico e isotópico. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 18, n. 4, p. 795-810, 2017. DOI:

HORÁK-TERRA, I.; CORTIZAS, A. M.; DA LUZ, C. F. P.; SILVA, A. C.; MIGHALL, T.; DE CAMARGO, P. B.; VIDAL-TORRADO, P. *Late Quaternary vegetation and climate dynamics in central-eastern Brazil: insights from a ~35k cal a BP peat record in the Cerrado biome*. Journal of Quaternary Science, v. 35, n. 5, p. 664–676, 2020. DOI: https://doi.org/10.1002/jqs.3190

HORÁK-TERRA, I. et al. Late Quaternary environmental dynamics of tropical wetland ecosystems in Central Brazil inferred from stable isotopes and pollen data. Catena, v. 206, p. 105542, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105542

HORÁK-TERRA, I.; TERRA, F. S.; LOPES, A. K. A.; DOBBSS, L. B.; FONTANA, A.; SILVA, A. C.; VIDAL-TORRADO, P. Impacts of anthropization on soil processes and attributes of a savanna palm swamp (vereda) in an agricultural area of Central Brazil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 46, e0210065, 2022. DOI: https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20210065

HORÁK-TERRA, I. et al. Holocene climate variability and human influence in tropical wetlands of the Upper São Francisco River basin, Brazil. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v. 642, p. 111640, 2025. (no prelo / publicação prevista).

LEDRU, M.-P.; ARAÚJO, F. S. The Cerrado and restinga pathways: two ancient biotic corridors in the neotropics. Frontiers of Biogeography, v. 15, n. 3, e59398, 2023. DOI: https://doi.org/10.21425/F5FBG59398

PESSENDA, L. C. R.; GOMES, B. M.; ARAVENA, R.; RIBEIRO, A. S.; BOULET, R.; GOUVEIA, S. E. M. The carbon isotope record in soils along a forest–cerrado ecosystem transect: implications for vegetation changes in the Rondônia State, southwestern Brazilian Amazon region. Radiocarbon, v. 38, n. 2, p. 191–201, 1996. DOI: https://doi.org/10.1017/S0033822200017519

PESSENDA, L. C. R. et al. Holocene fire and vegetation changes in southeastern Brazil as inferred from charcoal and carbon isotope records. The Holocene, v. 14, n. 4, p. 631-639, 2004. DOI: https://doi.org/10.1191/0959683604hl736rp

SABINO, S. M. L.; CASSINO, R. F.; GOMES, M. O. S.; SANT'ANNA, E. M. E.; et al. Late Holocene in central Brazil: vegetation changes and humidity variability in a tropical wetland. Journal of Quaternary Science, v. 38, n. 8, p. 1200–1214, 2023. DOI: https://doi.org/10.1002/jqs.3579

SANTOS, G. L.; SILVA NETO, E. C.; SILVA, T. P.; COSTA, E. M.; BEUTLER, S. J.; SILVA, C. G.; HORÁK-TERRA, I.; PEREIRA, M. G.; DELGADO, R. C. Soil properties changing and carbon losses by anthropic drainage in savanna palm swamp (vereda), Central Brazil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 47, e20220202, 2023.