

VARIAÇÃO TEMPORAL DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO EM ÁREAS DE SISTEMA PLANTIO DIRETO APÓS QUEIMA NO BIOMA CERRADO, MINAS GERAIS

Data de aceite: 03/07/2023

Igor de Sousa Morais

Graduando em Agronomia (UFRRJ)

Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo (UFRRJ)

Robert Ferreira

Graduando em Agronomia (UFRRJ)

José Luiz Rodrigues Torres

Professor do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM)

Marcos Gervasio Pereira

Professor do Departamento de Solos (UFRRJ)

quantificar as diferentes frações MOS em duas áreas de sistema plantio direto (SPD) em diferentes intervalos de tempo após a queima no bioma Cerrado; e b) mensurar o impacto do incêndio na dinâmica do carbono orgânico no solo. Foram avaliadas duas áreas manejadas sob SPD que foram em 2020 impactadas por incêndios. As áreas que apresentavam diferentes tempos de implantação, a saber: área de SPD implantado há 7 anos, em fase de transição (SPD07); e área de SPD implantado há 20 anos, em fase de consolidação (SPD20). Ambas contavam com diferentes plantas de cobertura (em esquema isolado ou em conjunto): milheto; braquiária; crotalária; milheto + crotalária; e braquiária + crotalária. Para o estudo, foram utilizadas as amostras coletadas em quatro intervalos de tempo após a queima (20°, 40°, 60° e 80° dia). No laboratório, foram realizadas as seguintes análises de MOS:

a) carbono orgânico total (COT); b) carbono orgânico particulado e associado aos minerais (COP e COAM, respectivamente); c) massa e carbono da fração leve livre (FLL e CFLL); e d) carbono orgânico lábil (POXC). A queima influenciou na compartimentalização da MOS ao longo dos 80 dias de avaliação. Na área de SPD20

RESUMO: As queimadas podem causar impactos negativos sobre os atributos edáficos, especialmente quando atingem áreas de produção de alimentos. Em contrapartida, pressupõe-se que adoção de sistemas conservacionistas nessas áreas pode contribuir para uma maior resiliência da matéria orgânica do solo (MOS) após o evento ocorrido ao longo do tempo. O estudo teve como objetivos: a)

foram quantificados teores mais elevados de COT, COP e COAM. A análise de regressão polinomial mostrou variações temporais significativas nas frações de maior labilidade (FLL e CFLL) da MOS no sistema que apresentava o menor tempo de instalação (SPD07; fase de transição).

PALAVRAS-CHAVE: fases do sistema conservacionista, incêndios florestais, queimadas, resiliência da matéria orgânica.

TEMPORAL VARIATION OF SOIL ORGANIC MATTER IN NO-TILLAGE SYSTEMS AFTER BURNING IN THE CERRADO BIOME, MINAS GERAIS

ABSTRACT: Burning can have negative impacts on edaphic attributes, especially when it affects food production areas. In contrast, it is assumed that the adoption of conservation systems in these areas can contribute to greater resilience of soil organic matter (SOM) after the event occurred over time. The study aimed to: a) quantify the different SOM fractions in two no-tillage system (NT) areas at different time intervals after burning in the Cerrado biome; and b) measure the impact of fire on soil organic carbon dynamics. Two areas managed under NT that were in 2020 impacted by fires were evaluated. The areas that presented different implementation times, namely: area of NT implemented 7 years ago, in transition phase (NT07); and area of NT implemented 20 years ago, in consolidation phase (NT20). The areas had different cover crops (in isolated or combined scheme): millet, brachiaria grass, sunn hemp, millet + sunn hemp, and brachiaria + sunn hemp. For the study, we used the samples collected at four-time intervals after burning (20th, 40th, 60th and 80th day). For the study, the samples collected at four-time intervals after burning (20th, 40th, 60th and 80th day) were used. In the laboratory, the following SOM analyses were performed: a) total organic carbon (TOC); b) particulate and mineral-associated organic carbon (POC and MAOC, respectively); c) mass and carbon of the free light fraction (FLF and FLFC); and d) labile organic carbon (POXC). Burning influenced the compartmentalization of SOM throughout the 80 days of evaluation. Higher TOC, POC, and MAOC contents were quantified in the NT20 area. Polynomial regression analysis showed significant temporal variations in the fractions of higher lability (FLF and FLFC) of the SOM in the system that had the shortest installation time (NT07; transition phase).

KEYWORDS: organic matter resilience; forest fires and burning; phases of the conservation system.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o Cerrado tem sido submetido à incêndios florestais e queimadas, seja de origem natural (como raios) ou de natureza antrópica. Dados publicados pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espacial em 2020 mostraram que o Cerrado foi o bioma mais afetado no Brasil com mais de 139.649 km², tendo 6,9% de sua área devastada pelo fogo em comparação a extensão territorial do país (INPE, 2022). A utilização do fogo na realização de atividades no campo é historicamente evidenciada no manejo da agricultura e pecuária em todo cerrado. Em contrapartida, também no Cerrado o sistema de plantio direto (SPD) é uma das estratégias mais eficientes para a melhoria dos atributos edáficos

(DENARDIN et al., 2012). Em função do tempo de adoção do SPD, verificam-se melhorias nas terras quando estas são manejadas corretamente (ROSSET, 2015).

A partir do exposto, a principal hipótese deste estudo é que as queimadas causam impactos negativos sobre os atributos do solo. Em contrapartida, pressupõe-se que adoção do SPD pode contribuir para uma maior resiliência da das frações da matéria orgânica do solo (MOS), tendo seu efeito potencializado em função do tempo de adoção do sistema. O estudo teve como objetivos: a) quantificar as diferentes frações MOS em duas áreas de SPD em diferentes intervalos de tempo após a queima no bioma Cerrado; e b) mensurar o impacto do incêndio na dinâmica do carbono orgânico no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado nas áreas experimentais do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM), *campus* Uberaba, MG (19° 39' 10,17" S e 47° 58' 15,65" W; e variando de 790 a 819 m a altitude). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, textura média (SANTOS et al., 2018). Avaliaram-se duas áreas manejadas sob SPD que foram em 2020 impactadas pelos incêndios. Anterior as queimadas, as áreas apresentavam diferentes tempos de adoção, a saber: SPD implantado há 7 anos, em fase de transição; e SPD implantado há 19 anos, em fase de consolidação. As áreas contavam com diferentes plantas de cobertura (utilizadas isoladamente ou em conjunto) na sucessão milho/soja ou feijão. As culturas principais eram cultivadas sobre os resíduos vegetais das seguintes plantas de cobertura: milheto (*Pennisetum glaucum* L. cv. ADR500); braquiária (*Urochloa brizantha* cv. Marandú); crotalária (*Crotalaria spectabilis*); milheto + crotalária; e braquiária + crotalária.

A amostragem foi realizada logo após o incêndio, e em cada área selecionada foram coletadas três amostras compostas, formadas por um conjunto de amostras simples. As amostras foram coletadas em quatro intervalos após a queima (20°, 40°, 60° e 80° dia) na camada de 00–10 cm de profundidade. O material foi seco ao ar, destorroado e passado por peneira de 2,0 mm de diâmetro de malha obtendo-se a fração terra fina seca ao ar (TFSA) (TEIXEIRA et al., 2017). O carbono orgânico total (COT) do solo foi determinado via oxidação úmida da MOS, segundo Yeomans e Bremner (1988). O fracionamento físico granulométrico foi realizado segundo Cambardella e Elliot (1992), que consiste na separação da MOS em duas frações, fração particulada (relacionada à fração areia do solo, COP) e fração associada aos minerais (relativa às frações argila e silte, COAM). O fracionamento físico densimétrico (SOHI et al., 2001) foi utilizado para obtenção da fração leve livre da MOS (FLL). A determinação do carbono orgânico da fração particulada (COP) e da fração leve livre (CFLL) da MOS também foi realizada segundo Yeomans e Bremner (1988) e o carbono orgânico da fração COAM foi quantificado pela diferença entre o COT e o COP. O carbono orgânico lábil foi quantificado via oxidação com solução de KMnO₄ 0,02

mol L⁻¹ (POXC) (CULMAN et al., 2012).

Os dados foram submetidos à análise de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. Para as variáveis que não atenderam aos pressupostos da ANOVA, os dados foram submetidos à transformação pelo método de Box-Cox e em seguida uma nova análise foi realizada. Para cada variável, foram comparadas as fases dos sistemas (transição e consolidação) e os tempos de coleta (20, 40, 60 e 80 dias) em esquema fatorial 2 × 4 em delineamento inteiramente casualizado. Quando o resultado da interação entre os fatores foi significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F, fez-se necessário analisar suas médias de maneira diferenciada no desdobramento. Quando o resultado da interação não foi significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F, foram analisadas suas médias em função do efeito principal por meio do Teste F (variável qualitativa) e análise de regressão (variável quantitativa). Para as análises, utilizou-se o software R (R Development Core Team, 2020) e pacote “*ExpDes.pt*” e “*Ggplot2*”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores das frações orgânicas são apresentados na Tabela 1. De modo geral, observou-se um padrão similar para COT, COP e COAM nos intervalos de coleta; em que na área de SPD19 foram quantificados os maiores teores de COT e COAM (20° e 80° dia) e COP (20° dia) (Tabela 1). Os resultados indicam que nesses períodos esta área apresentou maior enriquecimento nos teores de carbono em superfície, com destaque para aquelas que foram utilizadas com braquiária e crotalária manejadas isoladamente ou em consórcio como plantas de cobertura.

Tabela 1. Teores das frações orgânicas nas áreas sob sistemas conservacionistas em diferentes intervalos de tempo após a queima, Uberaba, MG.

Sistemas	Tempos de coleta (dias)					Tempos de coleta (dias)				
	20°	40°	60°	80°	R	20°	40°	60°	80°	R
COT (g kg ⁻¹).....				COP (g kg ⁻¹).....				
SPD07	9,45 b	11,99 a	11,36 a	11,18 b	NS	1,10 b	1,95 a	1,81 a	1,89 a	*
SPD19	12,62 a	12,80 a	12,51 a	13,45 a	NS	1,82 a	1,99 a	1,89 a	2,02 a	NS
CV. (%)			16,49					37,14		
COAM (g kg ⁻¹).....				POXC (mg kg ⁻¹).....				
SPD07	8,35 b	10,00 a	9,55 a	9,29 b	N	350 a	389 a	315 a	371 a	NS
SPD19	10,80 a	10,85 a	10,53 a	11,43 a	N	303 a	405 a	365 a	378 a	NS
CV. (%)			20,11					28,69		
FLL (g kg ⁻¹).....				CFLL (g kg ⁻¹).....				
SPD07	3,87 a	6,26 a	5,53 a	7,00 a	*	0,82 a	1,64 a	1,28 a	1,59 a	*
SPD19	4,31 a	7,12 a	4,67	6,07 a	NS	0,97 a	1,26 a	0,97 a	1,13 b	NS
CV. (%)			38,45					41,08		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem os sistemas dentro de cada tempo de coleta pelo Teste F ($P > 0,05$). R: Análise de regressão; ^{NS}Não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F; e * Significativo à 5% de probabilidade pelo Teste F. COT: Carbono orgânico total; COP: Carbono orgânico particulado; COAM: Carbono orgânico associado aos minerais; POXC: Carbono orgânico lábil; FLL: Fração leve livre; CFLL: Carbono orgânico da FLL; SPD07: Sistema plantio direto em fase de transição; e SPD19: Sistema plantio direto em fase de consolidação.

Somente na área de SPD07 foram observadas variações temporais significativas nos teores de MOS; reforçando a hipótese da forte ação do fogo na compartimentalização da MOS ao longo do tempo, principalmente para as frações mais lábeis (COP, FLL e CFLL) (Tabela1). Para as frações FLL e CFLL o modelo de regressão polinomial de terceira ordem (cúbico) foi o que melhor explicou o padrão dos dados (Figuras 1 B e C). Através da análise das curvas de regressão, pôde-se observar que os teores oscilaram entre os períodos de coleta, a saber: menores valores aos 20 dias após o evento; seguido de um aumento expressivo entre o 21° e 40° dia; posteriormente uma nova redução, porém menos expressiva entre o 41° e 60° dia; e por fim, um novo aumento até o 80° dia após a queima, com provável tendência a estabilização nos teores de FLL e CFLL. A fração COP, teve como modelo de regressão polinomial de segunda ordem (quadrático) o mais apropriado. Na curva desse modelo verifica-se dois pontos principais (um de mínima e outro de máxima variação) e em seguida uma provável tendência a estabilização nos teores de carbono (Figura 1A).

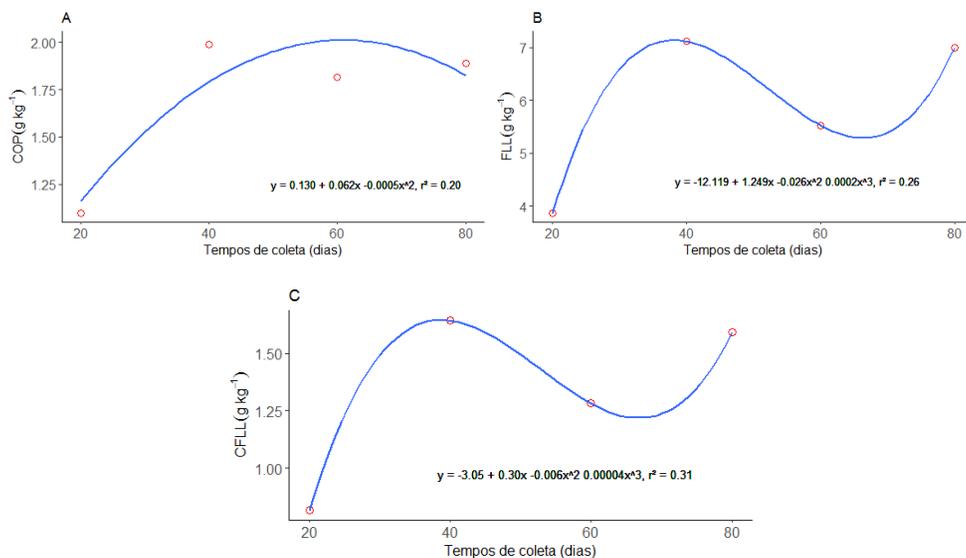


Figura 1. Teores das frações orgânicas na área sob sistema plantio direto em fase de transição nos diferentes intervalos de tempo de coleta após a queima, Uberaba, MG.

(A) COP: Carbono orgânico particulado; (B) FLL: Fração leve livre; e (C) CFFL: Carbono orgânico da FLL.

A variação temporal nos teores de COP, FLL e CFFL na área de SPD07 ao longo de 80 dias, pode estar associada à retomada da atividade microbiana devido ao aumento momentâneo das formas mais lábeis de carbono geradas pela mineralização da MOS após a queima, em razão do efeito “priming” (FONTAINE et al., 2003). Os resultados ressaltam que as consequências negativas da ação do fogo em sistemas de produção agrícola no Cerrado podem ser ainda mais prejudiciais em áreas com menor tempo de instalação (p. ex., fases de adoção e transição); visto que foram constatadas variações temporais significativas nas frações de maior labilidade da MOS no sistema com sete anos de implantação.

CONCLUSÕES

A queima influenciou na compartimentalização da matéria orgânica do solo ao longo dos 80 dias de avaliação. Na área de sistema plantio direto em fase de consolidação foram quantificados os teores mais elevados de carbono orgânico total, particulado e associado aos minerais em superfície.

A análise de regressão polinomial mostrou variações temporais significativas nas frações de maior labilidade da matéria orgânica do solo no sistema com menor tempo de instalação (fase de transição).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio da CAPES, CNPq, FAPERJ, AGRISUS (PA 3102/21) e PPGA-CS/UFRRJ.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CAMBARDELLA, C. A.; ELLIOTT, E. T. Methods for physical separation and characterization of soil organic matter fractions. **Geoderma**, v.56, p.449–457, 1993.

CULMAN, S.W. et al. **Procedure for the determination of permanganate oxidizable carbon. Kellogg Biological Station-Long Term Ecological Research Protocols**, Hickory Corners, MI. 2012.

DENARDIN, J.E. et al. **Diretrizes do sistema plantio direto no contexto da agricultura conservacionista**. Passo Fundo: Embrapa Trigo; 2012.

FONTAINE, S.; MARIOTTI, A.; ABBADIE, L. The priming effect of organic matter: a question of microbial competition? **Soil Biology and Biochemistry**, v.35, p.837-843, 2003.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios**. São José dos Campos: INPE, 2020. Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/aq1km/#nota>. Acesso em: junho de 2021.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2020.

ROSSET, J.S. **Caracterização da matéria orgânica, atributos químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo na região oeste do Paraná**. 2015. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2015.

SANTOS, H.G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 356 p., 2018.

SOHI, S.P. et al. A procedure for isolating soil organic matter fractions suitable for modeling. **Soil Science Society American Journal**, v.65, n.1, p.1121–1128, 2001.

TEIXEIRA, P.C. et al. **Manual de métodos de análise de solo**. Brasília, DF: Embrapa, Livro técnico (INFOTECA-E), 3. ed. rev. e ampl., 573 p., 2017.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications Soil Science and Plant Analysis**, v.19, p.1467– 1476, 1988.