



XXXIII

Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

RESISTÊNCIA DA MATÉRIA ORGÂNICA DE DOIS LATOSSOLOS À TERMODEGRADAÇÃO AVALIADA POR MEIO DE ANÁLISE TÉRMICA DIFERENCIAL

Carlos Eduardo Pacheco Lima⁽¹⁾; Maurício Paulo Ferreira Fontes⁽²⁾; Ítalo Moraes Rocha Guedes⁽¹⁾; João Carlos Ker⁽²⁾; Raphael Bragança Alves Fernandes⁽²⁾; Júlio César Lima Neves⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Hortaliças; Rodovia Brasília/Anápolis, BR 060, km 09, CEP 70359-970, Caixa Postal 218, Gama – DF; (carlos.pacheco@cnph.embrapa.br); ⁽²⁾ Professor; Departamento de Solos; Universidade Federal de Viçosa, Av. P. H. Rolfs, s.n., Centro, CEP 36570-000, Viçosa – MG.

Resumo – A avaliação da estabilidade térmica da matéria orgânica de solos, sem prévio tratamento, pode fornecer importantes informações acerca dos mecanismos que conferem proteção a ela. Tais informações podem representar uma importante base teórica para que técnicas de manejo mais racionais desse importante compartimento ambiental sejam efetivadas. O objetivo desse trabalho foi avaliar a resistência à termodegradação dos horizontes A e B de dois latossolos do estado de Minas Gerais, obtidas por meio de análise térmica diferencial (ATD). Amostras dos solos, sem prévio tratamento, foram levadas a um analisador térmico e aquecidas, da temperatura ambiente, até 600 °C. Foram então traçadas as curvas referentes à análise térmica diferencial com o auxílio de software acompanhante do equipamento utilizado. A partir dessa curva, foram obtidas as temperaturas referentes ao pico de oxidação da matéria orgânica. Os resultados mostraram que o latossolo gibbsítico apresentou termodegradação da matéria orgânica em temperatura mais alta do que o caulínítico, indicando maior proteção a ela conferida provavelmente pelos óxidos.

Palavras-Chave: matéria orgânica do solo; termodegradação; análise térmica diferencial; mineralogia oxidica.

INTRODUÇÃO

Entender a estabilidade da matéria orgânica do solo faz-se necessário devido à grande participação dessa fração em processos como agregação, emissão de gases de efeito estufa e sequestro de carbono, retenção de poluentes, entre outros. Diversas são as técnicas que objetivam esse entendimento, entre elas estão as análises térmicas.

As análises térmicas representam um grupo de análises que determina alguns parâmetros físicos (energia, peso, etc) de forma dinâmica em função da temperatura (USDA, 1996). Muito embora os usos dessas análises já seja bastante difundido em ciência do solo, elas tem sido conduzidas comumente visando a caracterização de frações minerais e/ou orgânicas previamente separadas. É possível então que

importantes informações sobre a estabilidade conferida pelas interações organominerais estejam sendo perdidas, o que remete à necessidade de aplicação de análises térmicas em amostras de solo sem prévio tratamento (Plante et al., 2009).

Sob condições experimentais idênticas, a estabilidade da matéria orgânica do solo (MOS) pode ser entendida como uma função da sua composição química, do grau de humificação e do grau e tipo de associação com minerais (Plante et al., 2009).

Avaliando a termodegradação da MOS submetida a condições extremas de temperatura, Plante et al. (2005) concluíram que importantes informações acerca das interações organominerais que conferem proteção à essa importante fração dos solos foram obtidas. Já Marcos et al. (2007) apresenta a aplicação de análises térmicas como subsídio para experimentos que visem verificar a influência de queimadas sobre os solos e seus compartimentos. As considerações desses dois autores são ainda reforçadas em cenários futuros de mudanças climáticas, onde a ocorrência mais frequente de temperaturas e eventos extremos pode levar à um aumento na perda de carbono dos solos para a atmosfera devido ao aumento da decomposição da MOS ou mesmo ao incremento no número de focos de incêndio.

Por tudo exposto acima, o presente trabalho teve como principal objetivo avaliar a resistência à termodegradação de dois latossolos do estado de Minas Gerais, mineralogicamente distintos, por meio de análise térmica diferencial.

MATERIAL E MÉTODOS

Para condução desse trabalho foram utilizadas amostras dos horizontes A e B de um Latossolo Amarelo Ácrico típico e de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico. A vegetação natural do primeiro solo era característica do bioma cerrado, enquanto a do segundo era característica do bioma Mata Atlântica. Ambos os solos estavam atualmente sob pastagens em bom estado de conservação.

As amostras, após coletadas, foram armazenadas em sacos plásticos e levadas até o DPS-UFV, onde foram secas ao ar e depois destorroadas até que todo o material passasse em peneira com malha de 2 mm. A então obtida terra fina seca ao ar (TFSA) foi caracterizada química, física e

mineralogicamente. Outras alíquotas foram reservadas para serem submetidas à análise térmica.

Caracterização química, física e mineralógica

O pH em água e em KCl; os teores de Ca, Mg, Al, P e K; a acidez potencial (H+Al); além dos teores de óxidos de Fe, Al, Ti e Mn pelo ataque sulfúrico foram determinados como dispostos em Embrapa (1997). A análise granulométrica foi efetuada segundo Embrapa (1997) com modificações propostas por Ruiz (2007). Os teores C-org. foram determinados segundo Yeomans & Bremner (1988).

Procurou-se ainda caracterizar qualitativamente a mineralogia dos solos em questão. Para tal, foi efetuada a difratometria de raios X da fração argila natural e argila desferfificada, essa última tratada com: Mg-Glicerol; KCl à temperatura ambiente, 350 °C e 550 °C. Visando a quantificação de parte da mineralogia das amostras avaliadas, também foram determinados os teores de caulinita e gibbsita por meio da análise termogravimétrica.

Além de todas as determinações anteriormente citadas, ainda foram obtidos os teores de óxidos de ferro por reação com o ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (Fe_d) (Mehra & Jackson, 1960) e os teores de óxidos de baixa cristalinidade (Fe_o) por reação com oxalato de amônio (McKeague & Day, 1966).

Foi ainda realizado o fracionamento da matéria orgânica dos solos nas frações humina, ácido húmico e fúlvico, segundo método proposto por Swift (1996) e adaptado por Mendonça & Matos (2005).

Análises térmicas

Com o intuito de verificar os efeitos da temperatura sobre amostras de solo, 1 g de TFSA foram submetidas ao aquecimento controlado a uma razão de 10 °C minuto⁻¹, operando em atmosfera de ar. A operação foi realizada em um aparelho DTG 60 da Shimadzu com microcomputador acoplado onde curvas TG (termogravimétrica), DTG (derivada da curva termogravimétrica) e ATD (análise térmica diferencial) foram obtidas simultaneamente.

A faixa de temperatura escolhida foi aquela que abrange as principais transformações ocorridas em solos (Plante et al., 2009), sendo o processo iniciado à temperatura ambiente e se estendendo até 600 °C.

As temperaturas de ocorrência dos picos exotérmicos correspondentes à oxidação da MOS, foco principal desse trabalho, foram então determinadas pelas curvas ATD.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um resumo das principais características química, física e mineralógicas dos solos é encontrado nas tabelas 1, 2, 3 e 4.

Na literatura observa-se que fatores como teores de óxidos, estrutura granular, presença de cátions divalentes e trivalentes (Ca²⁺ e Al³⁺) formando complexos estáveis, presença de frações mais complexas da matéria orgânica (moléculas grandes contendo material lignificado, grupos fenólicos, etc), entre outros, são frequentemente citados como estabilizadores da matéria orgânica dos solos (Stevenson, 1994; Stevenson & Cole, 1999). Ao se

analisar essas variáveis, por meio da caracterização dos solos realizada, é possível observar que as mais expressivas diferenças existentes estão nos teores de C-org. e das frações humina do horizonte A do Latossolo Húmico, quando comparados aos do horizonte A do Latossolo Ácrico, assim como dos teores de óxidos, especialmente gibbsita, e da composição granulométrica de ambos os horizontes.

Um exemplo de curvas obtidas em função das análises térmicas conduzidas pode ser observado na figura 1. Os picos exotérmicos, referentes à oxidação da MOS, obtidos por meio da análise térmica diferencial mostram maiores valores de temperatura para aquelas pertencentes ao Latossolo Amarelo Ácrico típico (tabela 5). É provável que essa maior temperatura indique maior resistência da MOS ou que ela esteja mais “protegida”. Essa possível maior resistência pode estar relacionada à proteção química e/ou física conferida pela gibbsita, bem como com a influência da fração oxidica na gênese de matéria orgânica mais recalcitrante. Outra hipótese plausível é a presença de matéria orgânica mais recalcitrante, possivelmente carbonizada, uma vez que a vegetação original do referido solo, cerrado, apresenta como uma de suas principais características a evolução em ambiente altamente susceptível à ocorrência de incêndios.

Os resultados encontrados no presente trabalho são concordantes com outros como os de Plante et al. (2005), Marcos et al. (2007), Guedes (2008) e Plante et al. (2009) e indicam que as análises térmicas podem ajudar a entender o papel das interações organominerais na estabilização da MOS.

CONCLUSÕES

1. A oxidação da MOS se dá em maior temperatura no Latossolo Amarelo Ácrico típico do que no Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico.

2. Essa maior temperatura de ocorrência do pico de oxidação da matéria orgânica no Latossolo Amarelo Ácrico típico pode indicar menor susceptibilidade desse solo à perda de carbono.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solos. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.
- Guedes, I. M. R. Geoambientes, estoques de carbono e termodegradação da matéria orgânica de solos da área de proteção ambiental estadual Cachoeira das Andorinhas, Ouro Preto, Minas Gerais. Viçosa: UFV, 2008. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa. 75 p.
- Lal, R. World cropland soils as source or sink for atmospheric carbon. *Advances in Agronomy*, 71, 145–191, 2001.
- Marcos, E., Tárrega, R., Luis, E. Changes in a Humic Cambissol heated (100-500°C) under laboratory conditions: the significance of heat time. *Geoderma*, 138, 237 - 243, 2007.

- McKeague, J. A., Day, J. H. Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soil. Canadian Journal of Soil Science, 46, 13-22, 1966.
- Mehra, J. P., Jackson, M. L. Iron oxides removal from soils and clays by a Dithionite-citrate-bicarbonate system buffered with sodium bicarbonate. Clays and Clay Minerals, 7, 317-327, 1960.
- Mendonça, E. S., Matos, E. S. Matéria orgânica do solo: métodos de análises. 1 ed. Viçosa, 2005, 77 p.
- Plante, A. F., Fernández, J. M., Leifeld, J. Application of thermal analysis techniques in soil science. Geoderma, 153, 1 - 10, 2009.
- Plante, A. F., Pernes, M., Chenu, C. Changes in clay associated organic matter quality in a C depletion sequence as measured by differential thermal analyses. Geoderma, 129, 186 - 199, 2005.
- Ruiz, H. A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (Silte + Argila). Revista Brasileira de Ciência do Solo, 29, 297-300, 2005.
- Stevenson, F. J. Humus chemistry. New York: John Wiley & Sons, 1994. 443p.
- Stevenson, F. J., Cole, M. A. Cycles of soil. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 1999. 427p.
- United States Department of Agriculture (USDA). Soil Survey Laboratory Manual. Washington, D. C: USDA, 1996. 716p. (Report).
- Yeomans, J. C., Bremner, J. M. A rapid and precise method for routine determination of carbon in soil. Communication in Soil Science and Plant Analysis, 19, 1467-1476, 1988.

ANEXOS

Tabela 1 – Classificação, material de origem e resumo das características físicas dos solos avaliados.

Classificação	Material de origem	Solo	Hor.	Análise textural (dag.kg ⁻¹)		
				Areia	Silte	Argila
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico	Gnaisse	LVAdh	A	31	22	47
		LVAdh	Bw	39	12	49
Latossolo Amarelo Ácrico típico	Sedimentos – Sup. Sul-Americana	LAW	A	8	13	79
		LAW	Bw	5	12	83

Tabela 2 – Resumo das características químicas dos solos avaliados

Solo	Hor.	pH		Ca ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V	m
		H ₂ O	KCl	cmol _c .dm ⁻³						%	
LVAdh	A	5,47	4,87	2,21	0,20	12,5	4,03	4,23	16,53	24,4	4,7
LVAdh	Bw	5,22	4,89	0,00	0,10	2,1	0,13	0,23	2,23	5,8	43,5
LAW	A	6,54	5,87	2,07	0,00	5,6	2,71	2,71	8,31	32,6	0,0
LAW	Bw	5,95	5,98	0,13	0,00	2,1	0,19	0,19	2,29	8,3	0,0

Tabela 3 – Resumo das características mineralógicas dos solos avaliados

Solo	Mineralogia da fração argila	Fe _d	Fe _o	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Gibbsita	Caulinita
		dag.kg ⁻¹						
LVAdh	VHE, Ct, Gb e Gt	7,58	0,65	6,90	24,37	11,04	37,78	52,34
LVAdh	VHE, Ct, Gb e Gt	8,35	0,30	9,20	25,44	12,32	30,53	59,92
LAW	Ct, Gb, Gt e An	9,02	0,09	6,30	35,95	14,08	54,60	32,19
LAW	Ct, Gb, Gt e An	9,57	0,04	5,70	37,84	15,23	50,85	35,26

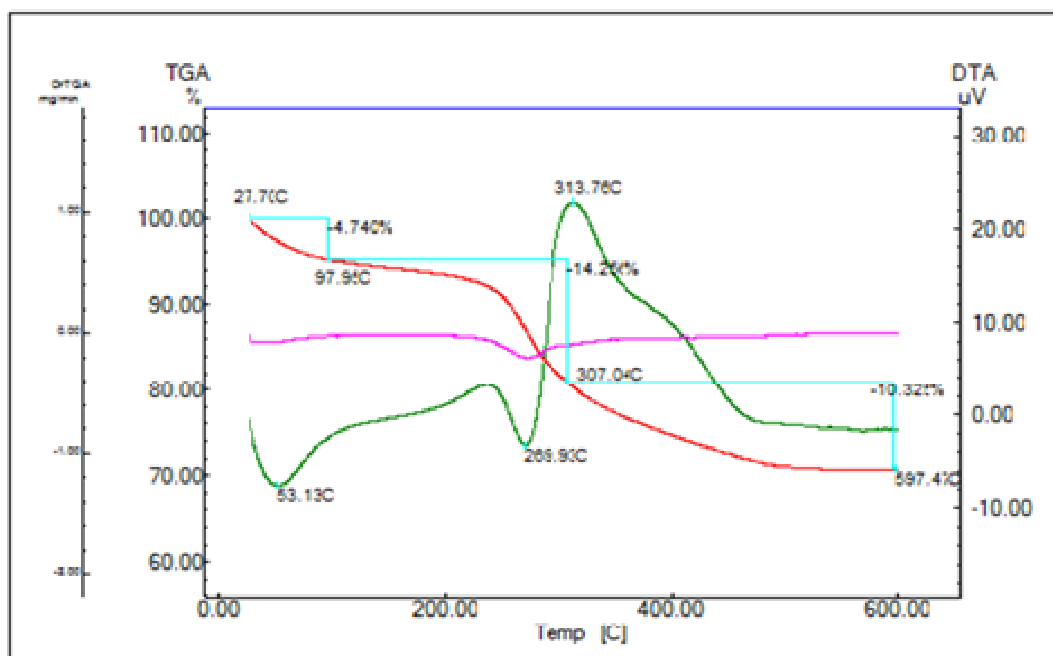
VHE – Vermiculita com hidróxi entre camadas; Ct – Caulinita; Gb – Gibbsita; Gt – Goethita; An – Anatásio.

Tabela 4 – Teores de carbono orgânico e frações úmidas

Solo	Horizonte	Corg.	AF	AH	Hu
		dag.kg ⁻¹			
LVAdh	A	5,35	1,68	1,30	3,53
LVAdh	Bw	1,81	0,42	0,33	0,85
LAW	A	2,15	0,41	0,29	1,92
LAW	Bw	1,23	0,22	0,26	0,75

Tabela 5 – Temperaturas dos picos ATD exotérmicos de oxidação da MOS de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico e de um Latossolo Amarelo Distrófico típico.

Solo	Horizonte	Temperatura °C
LVAdh	A	313.76
LVAdh	Bw	322.81
LAW	A	365.99
LAW	Bw	361.38

**Figura 1** – Exemplo de curva obtida por meio da análise térmica conduzida – verde ATD, rosa DTG, vermelho TG - para o horizonte A de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico.