



Atributos edáficos de Latossolos com horizontes A húmico como ferramentas para Reconstrução Paleoambiental⁽¹⁾.

Eduardo Carvalho da Silva Neto⁽²⁾; Marcos Gervasio Pereira⁽³⁾; Jolimar Antônio Schiavo⁽⁴⁾; Ademir Fontana⁽⁵⁾; Júlio César Feitosa Fernandes⁽⁶⁾; Lúcia Helena Cunha dos Anjos⁽³⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq.

⁽²⁾ Bolsista de Iniciação Científica do CNPq, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, netocsduardo@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Professor, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ; ⁽⁴⁾ Professor da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, MS; ⁽⁵⁾ Pesquisador, Embrapa Solos, RJ; ⁽⁶⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

RESUMO: O estudo de Latossolos com horizontes A húmico desperta interesse devido à significativa quantidade de carbono orgânico acumulado e ao potencial para estudos de reconstrução paleoambiental. Este trabalho teve como objetivo caracterizar os atributos químicos e a matéria orgânica de perfis de Latossolos com horizontes A húmico, localizados na região serrana do Espírito Santo. Foram coletadas amostras de dois Latossolos com horizontes A húmico localizados em regiões serranas do Estado do Espírito Santo. Os solos foram avaliados quanto à morfologia, composição química, e frações húmicas do carbono orgânico. Os horizontes A húmicos dos solos apresentaram atributos químicos que tendem a retardar o processo de decomposição da matéria orgânica do solo, como reação fortemente ácida, distróficos e elevada saturação por alumínio. Observou-se um maior percentual do carbono orgânico associado à fração húmica, o que sugere a sua utilização como registro ambiental e cronológico da evolução das paisagens em estudos palinológicos e pedológicos com a finalidade de oferecer subsídios para a avaliação das possíveis mudanças climáticas.

Termos de indexação: matéria orgânica do solo; atributos químicos; mudanças climáticas.

INTRODUÇÃO

As variações climáticas, o aquecimento global e suas possíveis implicações, constituem uma crescente preocupação política e social. Eventos climáticos extremos, como longos períodos de estiagem em regiões climaticamente úmidas e a possível ascensão do nível médio do mar têm despertado interesse sobre este tema. Nesse sentido, é extremamente importante conhecer os padrões de alterações ambientais passadas, uma vez que a reconstituição de eventos do passado geologicamente pouco remoto e o caráter frequentemente cíclico desses fenômenos podem

fornecer os elementos necessários ao prognóstico de ocorrência futura dos mesmos (Suguio, 1999).

Atualmente são utilizadas diversas ferramentas nos estudos paleoambientais e uma delas é o estudo da matéria orgânica do solo. A seqüência e a natureza dos eventos climáticos, em grande parte controlados pelas condições paleoclimáticas, acham-se registrados nos depósitos sedimentares dos últimos milênios (Turcq et al., 2002). A matéria orgânica constituinte destes depósitos conserva informações paleoambientais sobre sua origem, condições de formação, transporte e deposição. Desta forma, a análise da matéria orgânica do solo é considerada uma importante ferramenta para estudos paleoambientais.

No Brasil, Latossolos com horizontes A húmico são observados nas regiões elevadas da Serra do Mar (Sul ao Nordeste), Serra da Mantiqueira, Serra Geral e Serra do Espinhaço e, em regiões do interior e litoral, associados a solos com drenagem restrita. O estudo destes solos desperta interesse devido à significativa quantidade de carbono orgânico acumulado e ao potencial para estudos de reconstrução paleoambiental, já que muitos desses Latossolos são policíclicos (Lepsch; Buol, 1988; Calegari, 2008), com registros de mudanças de clima no passado.

Em função do exposto, esse trabalho tem como objetivo caracterizar os atributos químicos e a matéria orgânica de perfis de Latossolos com horizonte A húmico, localizados na região serrana do Espírito Santo, visando uma maior compreensão dos processos que atuaram na modificação da paisagem onde estão inseridos esses solos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram descritos e coletados segundo as normas no Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo (Santos et al., 2013), dois perfis de Latossolos com horizonte A húmico localizados em regiões altomontanas do Estado do Espírito Santo. Os solos foram classificados segundo o Sistema Brasileiro Classificação de Solos (Embrapa, 2013).



Na Tabela 1 apresentam-se a localização dos pontos de coleta. O município de Guaçuí apresenta clima mesotérmico de inverno seco e verões quentes Cwa, com o relevo regional variando de suave ondulado à forte ondulado. No município de Castelo, o clima é do tipo Aw, tropical úmido com estação seca de inverno, segundo a classificação climática de Köppen.

Tabela 1. Localização dos perfis.

| | Altitude (m) | Município | Localização Geográfica |
|----|--------------|--------------|------------------------------|
| P1 | 643 | Guaçuí – ES | 20°51'22.5"S 41°40'59.3"W |
| P2 | 1.135 | Castelo – ES | 20°29'08.1"S 41°04'03.4"W |

As amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas por peneira de 2,0 mm de malha. As análises físicas e químicas foram realizadas de acordo com Embrapa (1997) e incluíram: pH em água e KCl 1 mol L⁻¹; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis extraídos por KCl 1 mol L⁻¹; K⁺ e Na⁺ trocáveis, e P disponível extraídos com Mehlich-1; H+Al, extraído com acetato de cálcio 1 mol L⁻¹ a pH 7,0.

O carbono orgânico total do solo (COT) foi quantificado por oxidação da matéria orgânica via úmida, empregando solução de dicromato de potássio em meio ácido, com fonte externa de calor (Yeomans & Bremner, 1988). O fracionamento químico das substâncias húmicas foi realizado segundo a técnica da solubilidade diferencial, separando-se os ácidos fúlvicos (FAF), os ácidos húmicos (FAH) e as huminas (HUM), de acordo com os conceitos de frações húmicas estabelecidos pela Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas adaptado por Benites et al. (2003). O extrator utilizado foi NaOH 0,1 mol L⁻¹. A determinação do carbono dessas frações foi efetuada segundo Yeomans & Bremner (1988).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os horizontes A húmico apresentam espessura de 89 e 94 cm, indicando as importantes reservas de carbono orgânico em profundidade. A compreensão dos mecanismos de acumulação e estabilização dos altos teores de matéria orgânica (MOS) nesses solos pode contribuir para o melhor entendimento do ciclo do carbono bem como do potencial da MOS para sequestrar e armazenar CO₂ da atmosfera (Calegari, 2008).

Quanto aos valores de pH em água, estes apresentam variação de 4,64 a 5,85. Os valores de

pH em KCl foram inferiores àqueles em água, variando de 4,10 a 5,20, demonstrando o predomínio de cargas líquidas negativas nestes solos.

Como sugerido pela elevada precipitação pluvial anual e posição na paisagem, os solos apresentaram baixos teores de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e Na⁺ (bases trocáveis) com valores um pouco maiores na superfície em comparação aos horizontes subsuperficiais, o que é típico da ciclagem de nutrientes pela vegetação em solos altamente lixiviados. Os teores de P variaram de baixos a médios (Dadalto & Fullin, 2001), com valores um ligeiramente superiores aos observados nos horizontes superficiais na maioria dos solos, provavelmente devido à influência da matéria orgânica.

Os teores de Al³⁺ são elevados com maiores valores nos horizontes A, variando de 12,0 a 14,2 cmol_c.dm⁻³ no perfil 1 e 7,8 a 14,7 cmol_c.dm⁻³ no perfil 2. Este padrão também é indicativo da capacidade de troca catiônica dos horizontes A húmico, com alta afinidade dos grupos funcionais carboxílicos pelo Al³⁺.

De modo geral, a análise química dos solos revelou uma fertilidade muito baixa nessas áreas. São solos fortemente ácidos, distróficos e possuem elevada saturação por alumínio (valor m). A baixa fertilidade encontrada em ambientes altimontanos está relacionada às elevadas perdas que o sistema é submetido em função das elevadas taxas de precipitação, favorecendo a lixiviação e associada a natureza ácida do material de origem.

Para os teores de carbono orgânico (COT), estes variaram de 8,99 a 55,84 g kg⁻¹. Nos horizontes A, os teores estão entre 13,67 a 25,62 g kg⁻¹ no perfil 1 e 30,05 a 55,84 g kg⁻¹ (Tabela 3), indicando significativa acumulação e distribuição de carbono orgânico com diminuição progressiva em profundidade, padrão típico para solos de regiões tropicais e subtropicais.

Diversos autores sugerem que a gênese do horizonte com elevado conteúdo de COT (A húmico) em Latossolos brasileiros possa ser resultado da acumulação de matéria orgânica sob diferentes circunstâncias no passado, dos quais seriam remanescentes ainda preservados em paisagens estáveis, combinado com a proteção da matéria orgânica por minerais da fração argila, elevada acidez, alta saturação por alumínio no complexo sortivo e um clima relativamente mais frio (Queiroz Neto; Castro, 1974; Lepsch; Buol, 1988; Ker 1997; Buol; Eswaran, 2000).

Observou-se maior percentual do carbono orgânico associado à fração húmica (C-HUM), seguida pelas frações ácido húmico (C-FAH) e ácido fúlvico (C-FAF). O C-FAF variou de 2,08 a 13,49 g



kg⁻¹, enquanto o C-FAH de 3,09 a 14,95 g kg⁻¹ e o C-HUM de 4,71 a 35,73 g kg⁻¹ (Tabela 3). Dias et al. (2003) observaram padrão semelhante em solos sob vegetação rupestre de altitude na Serra do Espinhaço e da Mantiqueira, com o predomínio da humina, seguida pelos ácidos húmicos. Este padrão pode estar relacionado à ligação estável que existe entre a fração C-HUM e a parte mineral do solo, como também a maior resistência à decomposição, promovendo uma maior permanência da mesma no solo.

Para a relação C-FAH/C-FAF, verificam-se valores entre 0,9 e 3,0, em geral maiores que 1,0. Em horizontes A húmico as substâncias húmicas podem ser mantidas no perfil devido à estabilidade com a fração mineral pelas condições favoráveis a formação de compostos orgânico-mineral (Lepsch & Buol, 1988; Embrapa, 2006).

CONCLUSÕES

Os horizontes A húmicos dos solos apresentam atributos químicos que tendem a retardar o processo de decomposição da matéria orgânica do solo, como reação fortemente ácida, distróficos e elevada saturação por alumínio.

Observa-se um maior percentual do carbono orgânico associado à fração humina, o que sugere a sua utilização como registro ambiental e cronológico da evolução das paisagens em estudos palinológicos e pedológicos com a finalidade de oferecer subsídios para a avaliação das possíveis mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

BENITES, V.M.; MADARI, B. & MACHADO, P.L.O.A. Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 7p. 2003. (Comunicado Técnico).

BUOL, S. W. & ESWARAN, H. Oxisols. *Advances in Agronomy*, 68:151-195, 2000.

CALEGARI, M.R. Ocorrência e significado paleoambiental do horizonte a húmico em Latossolos. 2008. 259 p Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

DADALTO, G.G.; FULLIN, E.A. Manual de recomendação de calagem e adubação.

DIAS, H.C.T.; SCHAEFER, C.E.G.R.; FERNANDES FILHO, E.I. OLIVEIRA, A.P.; MICHEL, R.F.M.;

LRMOS JR. J.B. Caracterização de solos altimontanos em dois transectos no Parque Estadual do Ibitipoca (MG). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.469- 481, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, 2006. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, 1999. 370p.

KER, J. C. Latossolos do Brasil: uma revisão. *Geonomos*, 5:17-40, 1997.

LEPSCH, I.F.; BUOL, S.W. Oxisol-landscape relationship in Brazil. In: INTERNATIONAL SOIL CLASSIFICATION WORKSHOP, 8., 1986, Campinas. Proceedings... Rio Janeiro: EMBRAPA, SNLCS; University of Puerto Rico, 1988. p. 174-189.

QUEIROZ NETO, J. P. & CASTRO, S. S. Formações superficiais e Latossolos Vermelho-Amarelo Húmico na área de Bragança Paulista, Estado de São Paulo, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 18., 1974, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBG, 1974. p.65-83.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5ª ed. Revista e ampliada, Viçosa. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Embrapa Solos. 2005, 100p.

SUGUIO, K. As mudanças paleoclimáticas durante o Quaternário Tardio no Brasil. In: SUGUIO, K. (Ed.). *Geologia do Quaternário e mudanças ambientais: (passado + presente = futuro)*. São Paulo: Paulo's Comunicações e Artes Gráficas, 1999. p. 269-294.

TURCQ, B.; ALBUQUERQUE, A.L.S.; CORDEIRO, R.C.; SIFEDDINE, A.; SIMOES FILHO, F.F.L.; SOUZA, A.G.; ABRAO, J.J; OLIVEIRA, F.B.L.; SILVA, A.O.; CAPITANEO, J. 2002. Accumulation of organic carbon in five Brazilian lakes during the Holocene. *Sedimentary Geology*, 148 (1-2): 319-342.

YEOMANS, J.C. & BREMNER, J. M.A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Commun.in Soil Sci. Plant Anal.*, 19:1467-1476, 1988.



Tabela 2. Classes de solo e atributos químicos dos perfis, nos municípios de Guaçuí e Castelo - ES.

| Horizonte | | pH | | Ca ⁺² | Mg ⁺² | K ⁺ | Na ⁺ | S | Al ⁺³ | H ⁺ | T | V | m | P |
|--------------------------------|------------------|------|------|------------------------------------|------------------|----------------|-----------------|------|------------------|----------------|-------|---------------------|----|----|
| Símb. | Prof. | | | cmol _c dm ⁻³ | | | | | | | % | mg kg ⁻¹ | | |
| cm | H ₂ O | KCl | | | | | | | | | | | | |
| P1 - Latossolo Amarelo | | | | | | | | | | | | | | |
| A ₁ | 0-11 | 4,99 | 4,15 | 0,1 | 0,3 | 0,20 | 0,02 | 0,62 | 13,8 | 3,8 | 19,13 | 8 | 90 | 4 |
| A ₂ | 11-25 | 4,78 | 4,10 | 0,4 | 0,1 | 0,09 | 0,02 | 0,59 | 12,0 | 4,6 | 17,24 | 3 | 95 | 1 |
| A ₃ | 25-36 | 4,82 | 4,25 | 0,3 | 0,1 | 0,07 | 0,02 | 0,53 | 13,2 | 4,4 | 18,20 | 3 | 96 | 0 |
| A ₄ | 36-52 | 4,94 | 4,25 | 0,1 | 0,3 | 0,06 | 0,02 | 0,47 | 14,2 | 5,1 | 19,84 | 2 | 97 | 1 |
| A ₅ | 52-75 | 4,80 | 4,20 | 0,1 | 0,2 | 0,06 | 0,02 | 0,34 | 14,0 | 5,5 | 19,83 | 2 | 98 | 2 |
| AB | 75-94 | 4,83 | 4,19 | 0,1 | 0,4 | 0,06 | 0,02 | 0,59 | 13,1 | 4,2 | 17,91 | 3 | 96 | 1 |
| BA | 94-114 | 4,64 | 4,21 | 0,1 | 0,2 | 0,06 | 0,02 | 0,42 | 14,1 | 3,4 | 17,96 | 2 | 97 | 1 |
| Bw | 114-140 | 4,83 | 4,28 | 0,1 | 0,5 | 0,06 | 0,02 | 0,68 | 13,2 | 3,2 | 17,15 | 4 | 95 | 0 |
| P2- Latossolo Vermelho-Amarelo | | | | | | | | | | | | | | |
| A ₁ | 0-10 | 5,14 | 4,65 | 0,3 | 0,3 | 0,06 | 0,02 | 0,65 | 14,7 | 3,4 | 18,75 | 3 | 96 | 8 |
| A ₂ | 10-19 | 5,14 | 4,56 | 2,2 | 1,5 | 0,35 | 0,04 | 4,11 | 10,9 | 2,4 | 17,48 | 24 | 73 | 17 |
| A ₃ | 19-32 | 5,17 | 4,49 | 1,7 | 1,1 | 0,21 | 0,05 | 3,07 | 11,7 | 4,7 | 19,54 | 16 | 79 | 12 |
| A ₄ | 32-47 | 5,85 | 5,20 | 0,5 | 1,0 | 0,14 | 0,06 | 1,63 | 7,8 | 1,5 | 10,92 | 15 | 83 | 12 |
| A ₅ | 47-66 | 4,96 | 4,36 | 0,3 | 0,8 | 0,10 | 0,04 | 1,22 | 11,7 | 4,7 | 17,64 | 7 | 91 | 2 |
| AB | 66-89 | 4,94 | 4,39 | 0,2 | 0,5 | 0,06 | 0,02 | 0,75 | 13,3 | 3,3 | 17,42 | 4 | 95 | 1 |
| Bw | 89-110 | 4,97 | 4,67 | 0,1 | 0,8 | 0,06 | 0,02 | 0,94 | 11,5 | 3,9 | 16,34 | 6 | 92 | 1 |

Tabela 3. Valores médio do carbono das substâncias húmicas e das relações C-AH/C-FAF, C-EA/C-HUM e C-HUM/C-EA.

| | | COT | C-FAF | C-FAH | C-HUM | C-FAH/ C-FAF | C-EA/ C-HUM | C-HUM/ C-EA |
|--------------------------------|---------|--------------------|-------|-------|-------|-----------------|----------------|----------------|
| | | g kg ⁻¹ | | | | | | |
| P1 - Latossolo Amarelo | | | | | | | | |
| A ₁ | 0-11 | 25,62 | 2,92 | 4,54 | 17,21 | 1,6 | 0,4 | 2,3 |
| A ₂ | 11-25 | 20,38 | 4,54 | 5,88 | 15,10 | 1,3 | 0,7 | 1,4 |
| A ₃ | 25-36 | 18,35 | 4,56 | 5,53 | 11,86 | 1,2 | 0,9 | 1,2 |
| A ₄ | 36-52 | 15,82 | 2,33 | 3,50 | 12,95 | 1,5 | 0,5 | 2,2 |
| A ₅ | 52-75 | 16,07 | 2,08 | 5,86 | 10,31 | 2,8 | 0,8 | 1,3 |
| AB | 75-94 | 13,67 | 2,33 | 5,02 | 6,66 | 2,2 | 1,1 | 0,9 |
| BA | 94-114 | 12,25 | 2,15 | 3,09 | 6,33 | 1,4 | 0,8 | 1,2 |
| Bw | 114-140 | 8,99 | 1,32 | 3,90 | 4,71 | 3,0 | 1,1 | 0,9 |
| P2- Latossolo Vermelho-Amarelo | | | | | | | | |
| A ₁ | 0-10 | 30,05 | 5,51 | 6,72 | 15,02 | 1,2 | 0,8 | 1,2 |
| A ₂ | 10-19 | 55,84 | 12,93 | 14,95 | 35,32 | 1,2 | 0,8 | 1,3 |
| A ₃ | 19-32 | 55,65 | 13,49 | 14,39 | 32,64 | 1,1 | 0,9 | 1,2 |
| A ₄ | 32-47 | 51,51 | 10,90 | 9,70 | 35,73 | 0,9 | 0,6 | 1,7 |
| A ₅ | 47-66 | 41,43 | 9,58 | 8,74 | 27,28 | 0,9 | 0,7 | 1,5 |
| AB | 66-89 | 30,42 | 7,67 | 7,39 | 21,76 | 1,0 | 0,7 | 1,4 |
| Bw | 89-110 | 18,92 | 3,82 | 5,34 | 10,88 | 1,4 | 0,8 | 1,2 |

COT = carbono orgânico; C-FAF = carbono da fração ácidos fúlvicos; C-FAH = carbono da fração ácidos húmicos; C-HUM = carbono da fração húmica; C-EA = carbono do extrato alcalino.