



CORRELAÇÕES PEDOGENÉTICAS DE SOLOS BRASILEIROS COM ELEVADOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA

Fontana, Ademir*; Benites, Vinicius de Melo; Pereira, Marcos Gervasio; Anjos, Lúcia Helena Cunha dos Anjos; Ferreira, Edilene Pereira. *ademir.fontana@cnps.embrapa.br

Palavras Chaves: Horizontes diagnósticos, frações húmicas, pedogênese, atributos dos solos.

Resumo

O objetivo deste estudo foi correlacionar a matéria orgânica e frações húmicas com os processos pedogenéticos de horizontes diagnósticos com elevados teores de matéria orgânica. Os horizontes selecionados foram: O e H hístico, A chernozêmico e B espódico. Os horizontes diagnósticos estudados apresentaram relações distintas entre a matéria orgânica e as frações húmicas com a gênese e com diferenças no grau de estabilidade e mobilidade das frações. Para o planejamento de uso e manejo desses horizontes podem ser consideradas as variações da distribuição das frações húmicas, as quais não são detectadas pelos métodos analíticos dos laboratórios de rotina. Os resultados indicam que a análise detalhada da matéria orgânica de solos tropicais deve ser contemplada na avaliação de sistemas de aptidão e na classificação dos solos.

Introdução

O solo é considerado um dos mais importantes estratificadores de ambientes, pois pode variar em pequenas distâncias, e seus atributos podem propiciar padrões específicos relacionados à disponibilidade de recursos, como a água e os nutrientes (1).

A relação entre os atributos químicos, físicos e o ambiente tem como resultado a transformação permanente dos minerais e da matéria orgânica durante a pedogênese e assim o desenvolvimento de diferentes horizontes de solos. A expressão dos diferentes processos pedogenéticos se dá em parte pela relação entre os atributos químicos e físicos, com reflexo nas propriedades morfológicas e mineralógicas (2).

O estudo de horizontes diagnósticos, nos quais a matéria orgânica é um dos componentes chave para a sua identificação, demonstra que nas condições naturais existe uma relação causa-efeito entre os atributos químicos, físicos e os teores de carbono orgânico e das frações húmicas.

O objetivo deste estudo foi correlacionar a matéria orgânica e frações húmicas com os processos pedogenéticos de horizontes diagnósticos com elevados teores de matéria orgânica.

Material e Métodos

Foram avaliados 130 horizontes diagnósticos de diferentes regiões do Brasil, sendo 85 superficiais e 45 subsuperficiais. Como critério de seleção, foram identificados horizontes genéticos onde a matéria orgânica é utilizada como atributo chave para a sua identificação (3) ou tem forte relação com a sua gênese (4). Os horizontes foram descritos de acordo com (5) e caracterizados quanto à composição química e física (6). As frações húmicas foram obtidas conforme as normas da IHSS, adaptada por (7).



Resultados e Discussão

Nos horizontes hísticos (O e H), a gênese dos solos está relacionada ao relevo (drenagem e altitude) e a natureza orgânica do material de origem. Nesses solos em especial, o relevo passa a controlar os ciclos biogeoquímicos e propiciando diferenças pedogenéticas. Assim, o horizonte O hístico se desenvolve em regiões de altitude e boa drenagem, enquanto, o horizonte H hístico em condições de drenagem imperfeita em diferentes regiões fisiográficas (8; 3). As diferenças pedogenéticas podem ser observadas nos padrões dos atributos químicos, com destaque para os elevados valores do H^+ (Tabela 1). A matéria orgânica representa a principal fonte de H^+ para a solução do solo, sendo esta capacidade relacionada à presença de grandes quantidades de grupos funcionais COOH e OH, que são ionizados em pH do solo superior a 3,0 (8).

A presença de quantidades significativas de grupos funcionais ionizáveis da matéria orgânica propicia a formação de complexos como quelatos entre a matéria orgânica e o Al^{3+} e reflete a forte interação da matéria orgânica com cátions polivalentes, em especial os trivalentes. O aumento dos teores de alumínio solúvel está relacionado ao processo de ferrólise, desencadeado durante os ciclos de encharcamento e secagem destes solos, refletindo na remoção das bases trocáveis do perfil (9). Com exceção, destacam-se os horizontes desenvolvidos em ambientes de material de origem com elevados teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} .

Nos horizontes H hístico, destacam-se os baixos valores de pH demonstrando a participação efetiva do H^+ como componente da acidez potencial nos solos orgânicos (Tabela 1). Pela distribuição das frações húmicas, observam-se baixos valores da FAF. Este padrão indica que ocorre remoção dos ácidos fúlvicos e é influenciado pela elevada solubilidade dos ácidos orgânicos que a compõem. A lixiviação preferencial de carbono na forma de ácidos fúlvicos está relacionada à maior solubilidade desta fração (10).

No ambiente de formação de solos orgânicos de regiões tropicais e subtropicais, o oligotrofismo, condicionado pelos altos valores de Al^{3+} , baixos valores de pH e hidromorfismo, desfavorece a decomposição da matéria orgânica, possibilitando a manutenção de espessas camadas. A acumulação de materiais orgânicos se dá em condições onde a produção e deposição de material vegetal excede a decomposição e a mineralização, sendo esta última retardada por baixas temperaturas, persistência de água no perfil, elevada acidez ou escassez de nutrientes (11).

Tabela 1. Caracterização dos horizontes orgânicos.

Perfil	Horiz.	COT g kg ⁻¹	C-FAF %	C-FAH %	C-HUM %	pH água	Ca ²⁺ cmol _c kg ⁻¹	Mg ²⁺ cmol _c kg ⁻¹	Al ³⁺ cmol _c kg ⁻¹	H ⁺ cmol _c kg ⁻¹	CTC cmol _c kg ⁻¹	V %
Horizonte O hístico (n=13)												
Média		133,3	12,9	19,4	53,5	5,0	6,0	2,8	2,4	28,4	40,20	22
Desvio Padrão		42,4	6,2	10,4	16,0	1,2	13,4	3,2	2,3	15,7	12,33	33
Mediana		116,0	14,0	21,0	56,0	4,8	0,6	1,2	2,6	33,0	41,50	8
Horizonte H hístico (n=30)												
Média		292,3	6	29	39	4,6	6,2	5,5	1,8	33,4	50,68	31
Desvio Padrão		157,1	3	13	16	1,2	6,1	4,7	1,8	21,2	22,73	28
Mediana		270,6	6	27	36	4,4	4,2	3,6	1,2	33,2	45,69	18

COT: carbono orgânico total; C-FAF: carbono da fração ácidos fúlvicos; C-FAH: carbono da fração ácidos húmicos; C-HUM: carbono da fração húmica; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases.

Para os horizontes A chernozêmico, a gênese está relacionada principalmente ao material de



origem (caráter básico ou natureza calcária) e pode ser verificada pelos maiores valores de pH, Ca^{2+} , Mg^{2+} e V% (Tabela 2). Já, os elevados valores do C-HUM, que representa a fração insolúvel da matéria orgânica do solo, reflete a elevada interação da matéria orgânica com a matriz mineral do solo, formando complexos organo-minerais de elevada estabilidade. A interação é proporcionada pela formação de pontes entre os minerais de argila do tipo 2:1 (ex. montmorilonita) na presença dos íons Ca^{2+} e Mg^{2+} (12). Associado as condições mineralógicas e composição do complexo sortivo, destaca-se a ação da fauna bastante ativa, que homogeniza a massa de solo (12), promovendo condições favoráveis para a cimentação e dessa forma contribuindo para a formação de agregados com grau elevado de estabilidade, com estruturas em blocos ou prismas (3).

Tabela 2. Caracterização dos horizontes minerais superficiais e subsuperficiais.

Perfil	Horiz.	COT g kg^{-1}	C-FAF %	C-FAH %	C-HUM %	pH água	Ca^{2+} $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$	Mg^{2+} $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$	Al^{3+} $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$	H^{+} $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$	CTC %	V %	Argila g kg^{-1}
Horizontes A chernozêmico (n=42)													
Média		28,1	9	7	71	7,1	14,3	4,0	0,0	2,3	21,22	87	323
Desvio Padrão		15,8	4	5	10	0,7	8,3	2,7	nd	1,7	9,77	10	136
Mediana		25,4	8	7	72	7,2	11,5	3,2	nd	2,2	20,33	91	316
Horizontes B espódico (n=45)													
Média		15,4	30	44	22	4,8	0,5	0,6	1,6	9,3	12,09	12	95
Desvio Padrão		7,9	22	24	14	0,7	0,6	0,5	1,7	5,0	6,08	11	42
Mediana		13,3	27	43	21	5,0	0,4	0,5	1,2	8,0	10,27	8	90

COT: carbono orgânico total; C-FAF: carbono da fração ácidos fúlvicos; C-FAH: carbono da fração ácidos húmicos; C-HUM: carbono da fração humina; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases.

Para os horizontes B espódicos, a gênese está relacionada ao material de origem (sedimentos arenosos ou rochas quartzíticas) e a matéria orgânica (frações alcalino-solúveis). Diferindo dos horizontes A chernozêmico, observa-se maior participação das frações alcalino-solúveis (ácidos fúlvicos e húmicos), representados pelos altos valores dos C-FAF e C-FAH (Tabela 2). A relação entre as frações alcalino-solúveis e a gênese dos horizontes espódicos está relacionada em parte pela translocação e acúmulo das frações húmicas isoladamente ou com alumínio e/ou ferro em subsuperfície. A interação com íons metálicos, observa-se a formação na superfície do solo de quelatos (complexos organo-metálicos), sendo o acúmulo em subsuperfície decorrente da translocação pelo processo de eluviação/iluviação (queluviação).

O acúmulo de ácidos fúlvicos associados aos óxidos de Fe e Al de baixa cristalinidade em horizonte espódico (13). Aos ácidos fúlvicos tem-se atribuído o transporte de íons metálicos na forma de sais eletronegativos (14). Quanto à precipitação dos complexos organo-metálicos, esta ocorre quando um determinado valor da relação carbono/metálico é atingido, sendo esta, dependente do pH do solo e da acidez potencial dos compostos orgânicos (15). Os ácidos húmicos formam complexos insolúveis em valores de pH menores que 6,5, quando associados com colóides (16).

Conclusões

1. A matéria orgânica e as frações húmicas apresentam relações distintas com a gênese dos horizontes diagnósticos estudados, destacando graus diferenciados de estabilidade ou mobilidade das frações, influenciados por particularidades da composição química e física.

2. As variações qualitativas da matéria orgânica do solo, identificadas através da distribuição das frações húmicas e não detectadas pelos métodos analíticos em laboratórios de rotina, devem ser



consideradas para fins de planejamento de uso e manejo dos solos.

Agradecimentos

Ao CNPq e CPGA-CS da UFRRJ.

Referências

- ¹RESENDE, M.; LANI, J.L.; RESENDE, S.B. Pedossistemas da mata atlântica: considerações pertinentes sobre a sustentabilidade. **Revista Árvore**, v.26, p.261-269, 2002.
- ²FANNING, D.S.; FANNING, M.C.B. **Soil morphology, genesis and classification**. John Wiley & Sons, 1989, 395p.
- ³EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006, 306p.
- ⁴ANJOS, L.H.C. dos, PEREIRA, M.G.; FONTANA, A. Matéria orgânica e pedogênese. In: SANTOS, G.A., SILVA, G.A., CANELLAS, L.P., CAMARGO, F.A.O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2ª Ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008, p.65-86.
- ⁵SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5ª edição. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Embrapa Solos, 2005, 100p.
- ⁶EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro, 1997, 212p.
- ⁷BENITES, V. de M.; MADARI, B.; MACHADO, P.L.O.A. **Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento simplificado de baixo custo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 7p. (Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 16).
- ⁸CAREY, F.A.; SUNDBERG, J.1990. **Advanced organic chemistry – structure and mechanisms**. 3 ed. New York: Plenum Press, 1990, 802p.
- ⁹BENITES, V. de M.; MENDONÇA, E.S.; SCHAEFER, C.E.G.R.; NOVOTNY, E.H.; REIS, E.L.; KER, J.C. Properties of black soil humic acids from high altitude rocky complexes in Brazil. **Geoderma**, v.127, p.104–113, 2005.
- ¹⁰STEVENSON, F.J.. **Humus chemistry**. New York: Wiley, 1994, 443p.
- ¹¹DRIESSEN, P. **Lecture notes on the major soils of the world**. Roma, FAO, 2001.
- ¹²DUCHAUFOR, P. Dynamics of organic matter in soil of temperate regions: its action on pedogenesis. **Geoderma**, v.15, p.31-40, 1976.
- ¹⁴DEB, B.C. The movement and precipitation of iron oxides in Podzol soils. **Journal of Soil Science**, v.1, p.112-122, 1979.
- ¹⁵BUURMAN, P. Carbon / sesquioxide ratios in organic complexes and the transition albic-spodic horizon. **Journal of Soil Science**, v.36, p.255-260, 1985.
- ¹⁶SCHNITZER, M. Binding of humic substances by soil mineral colloids. In: HUANG, P.M.; SCHNITZER, M. (Eds.) **Interactions of soil minerals with natural organics and microbes**. Madison:SSSA, 1985, p.77-102.