



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

OCORRÊNCIA DE ARGILOMINERAL INTERESTRATIFICADO CAULINITA-ESMECTITA EM SOLOS DO ACRE

Sebastião Barreiros Calderano⁽¹⁾; Amaury de Carvalho Filho⁽¹⁾; José Francisco Lumbreras⁽¹⁾; Gilson Gregoris⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisadores da Embrapa Solos. ⁽²⁾ Assistente de pesquisa do laboratório de mineralogia da Embrapa Solos.
Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024. Rio de Janeiro, RJ. CEP 22.460-000.
E-mail: sebast@cnpes.embrapa.br

Resumo – A composição mineralógica da fração argila constitui um tema de destacado interesse, tanto para fins utilitários, como para investigações voltadas para o reconhecimento dos processos de gênese e transformação dos minerais em ambientes pedológicos, com influência direta sobre várias propriedades dos solos. Assim, como uma contribuição ao conhecimento da mineralogia da fração argila dos solos do Acre, este trabalho tem como objetivo destacar a identificação de argilomineral interestratificado caulinita-esmectita nos difratogramas de raios-X, de alguns solos estudados na IX RCC. As amostras da fração argila foram analisadas em montagem orientada, por difratometria de raios-X, em condições “ao natural” e após os tratamentos para desferriificação, saturação com cátions (Mg^{++} e K^+), solvatação com etilenoglicol e aquecimento a diferentes temperaturas. Foram identificados os seguintes minerais: caulinita, mica, esmectita, que têm maior dominância, seguidos de interestratificado caulinita-esmectita e vermiculita, além de quartzo, goethita e lepidocrocita, que ocorrem em proporções reduzidas. Conforme a predominância dos constituintes mineralógicos, cuja proporção relativa foi estimada com base na expressão dos difratogramas de raios-X, foram reconhecidos dois grupamentos de solos: um de constituição mista, cuja fração argila contém quantidades equivalentes de mica, esmectita e caulinita, e aqueles em que é grande o predomínio de esmectita. Destaca-se a presença de interestratificado caulinita-esmectita, evidenciada de forma inequívoca nos difratogramas. A ocorrência deste argilomineral, devido ao seu caráter intermediário, é coerente com a condição de desenvolvimento pedogenético incipiente dos solos da região. Condição esta, que também é expressa por outras características dos solos estudados.

Palavras-Chave: mineralogia de solo; argilominerais 2:1; difratometria de raios-X.

INTRODUÇÃO

A composição mineralógica da fração argila constitui um tema de destacado interesse, tanto para fins utilitários, como para investigações voltadas para o reconhecimento dos processos de gênese e transformação dos minerais em ambientes pedológicos,

com influência direta sobre várias propriedades dos solos.

Em contraste com as condições climáticas prevalentes no ambiente amazônico, a ocorrência de quantidades expressivas de argilominerais expansivos em solos do Acre, ao lado de outras características pouco comuns, tem estimulado diversos estudos sobre sua composição mineralógica (Gama, 1986; Volkoff, 1989; Marques et al., 2002). Apesar do volume de trabalhos publicados, a presença de argilomineral interestratificado do tipo caulinita-esmectita, cujas condições de gênese e ocorrência em ambientes pedogenéticos são ainda pouco conhecidas (Kämpf e Curi, 2003), só foi registrada a partir da caracterização mineralógica realizada em amostras de solo da IX Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos (Calderano et al., 2010).

Assim, como uma contribuição ao conhecimento da mineralogia da fração argila dos solos do Acre, este trabalho tem como objetivo destacar a identificação de argilomineral interestratificado caulinita-esmectita nos difratogramas de raios-X de alguns solos estudados na IX RCC.

MATERIAL E MÉTODOS

Alguns solos que foram objeto de estudo da IX Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos, realizada no estado do Acre (perfis AC-P05, AC-P07, AC-P10 e AC-P11), foram selecionados para avaliação da mineralogia da fração argila, cuja separação foi realizada no laboratório de física da Embrapa Solos, conforme Embrapa (1997).

As amostras de argila foram analisadas em montagem orientada, pelo método do esfregaço, tanto “ao natural” como após os seguintes tratamentos: desferriificação por CBD (citrato-bicarbonato-ditionito de sódio), de acordo com Mehra e Jackson (1960); saturação com potássio e aquecimento por duas horas, após montagem da lâmina, nas temperaturas: 110°, 350° e 550° C; e saturação com magnésio e solvatação com etilenoglicol. As leituras foram executadas após cada tratamento (os procedimentos metodológicos adotados encontram-se detalhados em Embrapa, 1997 e Calderano et al., 2009).

A análise mineralógica foi realizada por difratometria de raios-X, utilizando-se um difratômetro RIGAKU, modelo Miniflex II, equipado com tubo de cobre como fonte de radiação $K\alpha$ e monocromador de grafite, com tensão de 30 kV e corrente de 15 mA. As leituras foram

feitas por passo, com variação de $0,050^\circ \text{ s}^{-1}$. O intervalo de varredura para todas as amostras foi de 2° a 45° (2θ).

A identificação dos minerais foi realizada com base nas tabelas do JCPDS, constantes em Berry (1974), além de tabelas e critérios de Thorez (1976), Brindley e Brown (1984), Moore e Reynolds (1997). Informações adicionais foram obtidas em Barnishel e Bertsch (1989), Dixon e Weed (1989), Hughes et al. (1994) e Resende et al. (2005). Para a grafia dos nomes dos minerais adota-se a terminologia proposta por Branco (1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características químicas dos solos estudados são apresentadas na Tabela 1, que evidencia alta atividade da fração argila e teores elevados de soma de bases, que nos perfis AC-P05, AC-P10 e AC-P11, ocorrem associados a teores muito altos de alumínio trocável, em alguns casos em níveis suficientes para distinção de caráter alítico.

Na fração argila desses solos foram identificados os seguintes minerais: caulinita, mica, esmectita, que têm maior dominância, seguidos de interstratificado caulinita-esmectita e vermiculita, e ainda quartzo, além dos hidróxidos de ferro goethita e lepidocrocita, que ocorrem em proporções reduzidas, sobretudo os últimos (Figuras 1a, 1b, 2a e 2b). Conforme a predominância dos constituintes mineralógicos, cuja proporção relativa foi estimada com base na expressão dos difratogramas de raios-X, foram estabelecidos dois grupamentos: solos de constituição mista, cuja fração argila contém quantidades equivalentes de mica, esmectita e caulinita, e aqueles em que é grande o predomínio de esmectita (Tabela 1).

A caulinita encontra-se presente em todas as amostras analisadas e tende a ocorrer em proporção inferior aos argilominerais 2:1, considerados em conjunto. É identificada pelas reflexões a $0,720 \text{ nm}$, $0,358 \text{ nm}$ e $0,238 \text{ nm}$, que desaparecem com o aquecimento da amostra K-saturada a 550°C (K550).

A mica (termo inclusivo para illita) é também comum a todos os solos, como indicam as reflexões a $1,00 \text{ nm}$, $0,50 \text{ nm}$ e $0,33 \text{ nm}$, e com menor intensidade a $0,25 \text{ nm}$, que permanecem estáveis em todos os tratamentos aplicados. O aumento de intensidade após aquecimento a 350° e 550°C se deve ao colapso dos outros argilominerais 2:1 presentes.

A esmectita, cuja presença é indicada pela reflexão a $\sim 1,40 \text{ nm}$ ($6,5^\circ 2\theta$) na amostra saturada com magnésio (Mg), que sofre expansão para $\sim 1,70 \text{ nm}$ após o tratamento com etilenoglicol (MgEG), ocorre de forma bastante expressiva, principalmente nos perfis AC-P07 e AC-P11, em acordo com os maiores valores estimados para a atividade da fração argila.

A presença de vermiculita foi observada apenas no horizonte Bt1 do perfil AC-P05, em proporção reduzida. Sua presença é evidenciada pela reflexão a $\sim 1,40 \text{ nm}$ ($6,5^\circ 2\theta$) na amostra saturada com magnésio, que permanece estável após o tratamento com etilenoglicol (MgEG) e se contrai para $1,0 \text{ nm}$ na amostra saturada com potássio.

A presença de interstratificado caulinita-esmectita (Ct-E) é evidenciada pela formação de uma banda ou “ombro” ao lado das reflexões da caulinita na amostra saturada com Mg, após o tratamento com etilenoglicol (MgEG). É melhor visualizada junto à reflexão a $0,720 \text{ nm}$ (não deve ser confundida com a segunda reflexão da esmectita, que ocorre na região a $10,5^\circ$ (2θ), como se observa no perfis AC-P07 e AC-P11). Sua ocorrência é coerente com a condição de desenvolvimento pedogenético incipiente dos solos estudados, condição que também é expressa por outras características observadas.

Hughes et al. (1994) sugerem que este argilomineral possa ser um excelente indicador da intensidade e duração do intemperismo, em solos onde argilominerais 2:1 são abundantes no material de origem. Segundo os autores o interstratificado Ct-E se forma como um mineral intermediário durante o processo de caulinitização dos argilominerais 2:1. Esta transformação também foi observada por Kampf et al. (1995), que atribuíram a sua presença no solo como um estágio intermediário de alteração da esmectita na formação de caulinita e de óxidos de ferro.

CONCLUSÕES

1 - Os principais argilominerais constituintes da fração argila dos solos estudados são: caulinita, mica e esmectita, sendo estabelecidos dois grupamentos (solos contendo quantidades equivalentes de caulinita, mica e esmectita, e solos com predomínio de esmectita).

2 - A presença do interstratificado caulinita-esmectita é evidenciada de forma inequívoca nos difratogramas de raios X, pela formação de uma banda (ou “ombro”) bastante característico ao lado das reflexões da caulinita na amostra saturada com Mg, após o tratamento com etilenoglicol (MgEG).

REFERÊNCIAS

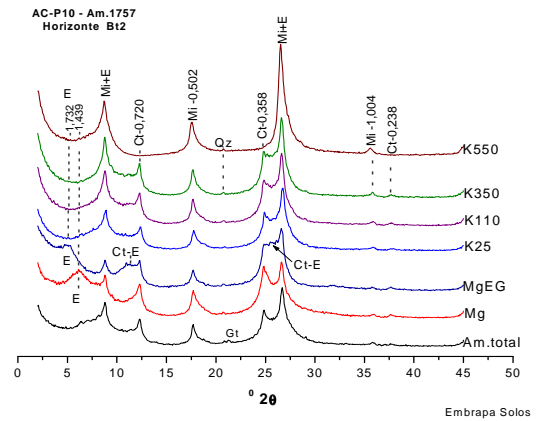
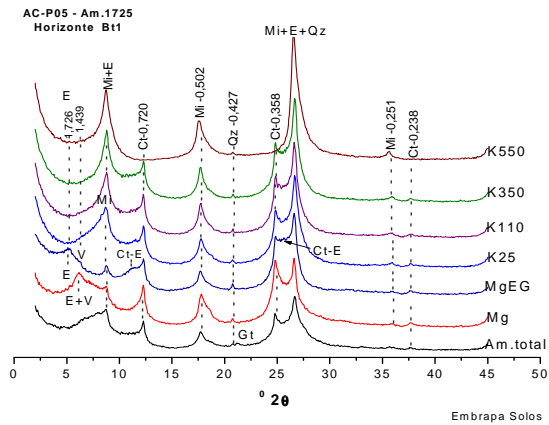
- BARNISHEL, R. I.; BERTSH, P. M. Chlorites and hydroxy-interlayered vermiculite and smectite. In: DIXON, J. B.; WEED, S. B. (Ed.). Minerals in soil environments. 2. ed. Madison: SSSA, 1989. p.729-788.
- BERRY, L. G. (Ed). Joint Committee on Powder Diffraction Standards-JCPDS: selected powder diffraction data for minerals. Philadelphia, PA: [s.n], 1974. 833 p.
- BRANCO, P. M. Dicionário de Mineralogia. 3. ed. Porto Alegre: Sagra, 1987. 362 p.
- BRINDLEY, G. W.; BROWN, G. Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification. London: Mineralogical Society, 1984. 495 p.
- CALDERANO, S. B.; DUARTE, M. N.; GREGORIS, G. Análise mineralógica das frações finas do solo por difratometria de raios-X: revisão e atualização da metodologia e critérios usados na Embrapa Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.2009.(Embrapa Solos, Comunicado Técnico, 53).
- CALDERANO, S.B.; CARVALHO FILHO, A.; LUMBRERAS, J.F. ; GREGORIS, G. Mineralogia da fração argila dos solos da IX reunião brasileira de classificação e correlação de solos do estado do Acre. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE CLASSIFICAÇÃO E CORRELAÇÃO DE SOLOS, 9., Rio Branco, AC. Solos sedimentares em sistemas amazônicos: potencialidades e demandas de pesquisa: anais.

- pesquisas coligadas. p. 132-154. Rio Branco, AC: SBCS, 2010.
- DIXON, J. B.; WEED, S. B. (Ed.). Minerals in soil environments. 2.ed. Madison:SSSA, 1989.1244 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPq,1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPq. Documentos, 1).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- GAMA, J. R. N. F. Caracterização e formação de solos com argila de atividade alta do Estado do Acre. 1986. 150p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Itaguaí.
- HUGHES, R. E.; MOORE, D. M., GLASS, H. D. Qualitative and quantitative analysis of clay minerals in soils. In: AMONETTE, J. E.; ZELAZNY, L. W. (Ed.). Quantitative methods in soil mineralogy. Madison: SSSA, 1994. p. 330-359.
- KÄMPF, N.; SCHNEIDER, P.; MELO, P. F. Alterações mineralógicas em sequencia Vertissolo-Litossolo na região da Campanha no Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 19, n. 3, p. 349-357, 1995.
- KÄMPF, N.; CURTI, N. Argilominerais em Solos Brasileiros. In: CURTI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S.; VENEGAS, V. H. A. (Ed.). Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. 3 v. p. 1-54.
- MARQUES, J. J.; TEIXEIRA, W. G.; SCHULZE, D. G.; CURTI, N. Mineralogy of soils with unusually high exchangeable Al from the western Amazon Region. Clay Minerals, v. 37, p. 651-661. 2002.
- MERHA, O. P.; JACKSON, M. L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. In: NATIONAL CONFERENCE ON CLAYS AND CLAY MINERALS, 7. Proceedings. New York: Pergamon Press, 1960. p. 317-327.
- MOORE, D. M.; REINOLDS JR., R. C. X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 1997. 1 v. 378 p.
- RESENDE, M.; CURTI, N.; KER, J. C.; RESENDE, S. B. Mineralogia de solos brasileiros: interpretações e aplicações. Lavras: UFLA, 2005. 192 p.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; LUMBRERAS, J. F.; OLIVEIRA, J. B. de; OLIVEIRA, V. A. de; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F. da. Propostas de revisão e atualização do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos (Rio de Janeiro, RJ), 2009. 66 p. (Embrapa Solos. Documentos, 114).
- THOREZ, J. Practical identification of clay minerals. Liège: Liège State University, 1976. 1 v. 90 p.
- VOLKOFF, B.; MELFI, A. J.; CERRI, C. C. Solos Podzólicos e Cambissolos Eutróficos do Alto Purus (Estado do Acre). Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 13, p. 363-372, 1989.

Tabela 1. Características químicas e constituição mineralógica, estimada por difratometria de raios-X, da fração argila de solos do Acre.

Identif. ⁽¹⁾	Horiz.	pH		Δ pH	Complexo Sortivo			Valor Sat.		Relações Moleculares		Atividade da fração argila		Constituição mineralógica
		Símb.	H ₂ O		KCl	Valor S	Al ⁺⁺⁺	Valor T	V	Al	Ki	Kr	(C corr.)	
					cmolc/kg			%		cmol _e /kg				
PVal-5	BA	5.5	3.8	-1.7	7.6	3.3	13.4	57	30	3.42	2.53	38.1	32.4	misto (mica, esmectita e caulinita)
PVal-5	Bt1	5.5	3.7	-1.8	8.4	9.6	20.9	40	53	3.16	2.51	37.1	34.2	misto (mica, esmectita e caulinita)
PVal-5	Bt2	5.4	3.6	-1.8	6.1	14.4	22.7	27	70	3.37	2.57	40.8	38.4	misto (mica, esmectita e caulinita)
VXo-7	Bi	7.0	5.1	-1.9	43.6	0	43.6	100	0	3.22	2.52	72.3	69.7	esmectítico
VXo-7	BC2	8.7	7.0	-1.7	45.7	0	45.7	100	0	3.15	2.42	68.9	68.1	esmectítico
PVal-10	Bt1	5.7	3.7	-2.0	12.7	6.8	23.2	55	35	2.00	1.57	37.1	33.7	misto (mica, esmectita e caulinita)
PVal-10	Bt2	5.5	3.7	-1.8	11.5	12.2	26.9	43	51	2.27	1.78	46.8	44.3	misto (mica, esmectita e caulinita)
TXo-11	Bt	4.9	3.7	-1.2	19.5	8.2	33.1	59	30	3.07	2.48	51.9	45.9	esmectítico
TXo-11	Bvf	4.7	3.6	-1.1	20.8	16.0	42.9	48	43	3.48	2.72	53.0	49.7	esmectítico

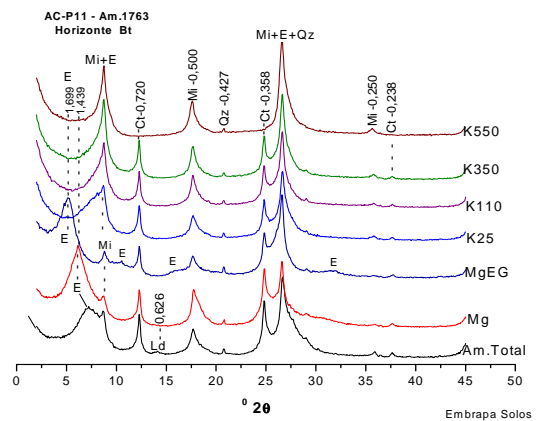
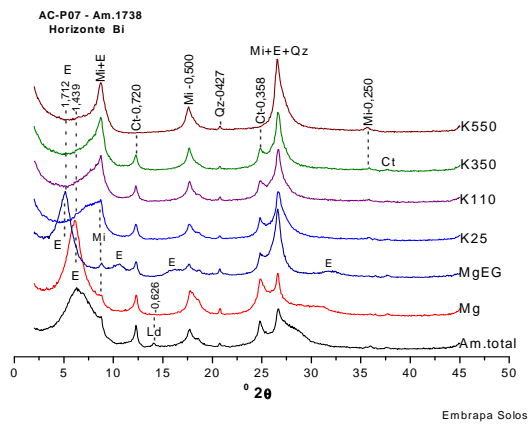
⁽¹⁾Classificação do solo, conforme Embrapa (2006): PVal – Argissolo Vermelho alítico; TXo – Luvisolo Háptico órtico; VXo – Vertissolo Háptico órtico; e número do perfil (AC-P) da IX RCC (Calderano et al., 2010).



a

b

Figura 1. Difratogramas de raios-X da fração argila do horizonte Bt1 do perfil AC-P05 (a) e do horizonte Bt2 do perfil AC-P10 (b). E – esmectita; V – vermiculita; Mi – mica; Ct – caulinita; Ct-E - interestratificado caulinita-esmectita; Gt – goethita; Qz - quartzo. Montagem orientada. Espaçamento *d* em nm. Radiação CuK α .



a

b

Figura 2. Difratogramas de raios-X da fração argila do horizonte Bi do perfil AC-P07 (a) e do horizonte Bt do perfil AC-P11 (b). E – esmectita; Mi – mica; Ct – caulinita; Ld – lepidrocrita; Qz - quartzo. Montagem orientada. Espaçamento *d* em nm. Radiação CuK α .