

Relação entre Al extraível com cloreto de potássio e mineralogia da fração argila de quatro perfis de solo do Estado do Acre⁽¹⁾.

Bethina Bastos Barboza⁽²⁾; Gabriel Octávio de Mello Cunha⁽³⁾; Jaime Antonio de Almeida⁽⁴⁾; Cleber Rech⁽³⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da CAPES

⁽²⁾ Acadêmica do Curso de engenharia Ambiental, Bolsista de Iniciação Científica PROBIC/CNPq, UDESC, Lages, SC, bee.bz@hotmail.com ⁽³⁾ Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Ciências do Solo, Bolsista, CAPES UDESC, Lages, SC; ⁽⁴⁾ Professor Associado, Depto Solos e Recursos Naturais, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, SC.

RESUMO: Nos solos do Acre existem evidências de compostos de baixa cristalinidade e amorfos. Muitos solos derivados destes materiais apresentam características químicas peculiares, tendo reação ácida e elevados teores de alumínio trocável, associados a altos teores de cálcio e magnésio, que os tornam diferentes dos demais solos brasileiros. O presente trabalho objetivou investigar as possíveis relações entre o alumínio extraído com a solução de KCl 1 mol L⁻¹ (método tradicional) com a mineralogia da fração argila. As análises foram realizadas no Laboratório de Gênese e Mineralogia do Solo, na Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages-SC, com amostras de dois horizontes (A e B) de quatro perfis de solo do Estado do Acre. Os resultados demonstraram que os altos teores de Al quantificados no extrato de KCl nos horizontes subsuperficiais, estão relacionados com a dissolução de Al de compostos inorgânicos amorfos, provenientes da destruição das esmectitas, micas e, ou ilitas, devido à oscilação do lençol freático, das condições de drenagem e do clima atual.

Termos de indexação: extração de alumínio; mineralogia da fração argila

INTRODUÇÃO

Os solos do Acre sob o ponto de vista geológico são jovens e foram formados a partir de processos geológicos que ocorreram com maior intensidade na região Amazônica (GAMA et al., 1992). Embora sejam desenvolvidos de material sedimentar, apresentam camadas superpostas de composições mineralógicas diferentes (LIMA, 2006). Grande parte desses solos tem argila de atividade alta, com participação de esmectitas (incluindo beidelitas) e vermiculitas com polímeros de hidróxi-Al entrecamadas (EHE e VHE, respectivamente) e quantidades variáveis de compostos amorfos de alumínio (GAMA, 1986; MARQUES et al., 2002; AMARAL, 2003).

Araújo et al. (2005) sugerem que grande parte dos altos teores de Al trocável nestes solos seriam originados da desestabilização das esmectitas

(montmorilonita e, ou beidelita). Já Marques et al. (2002), trabalhando com solos similares do estado do Amazonas, atribuem estes altos valores aos polímeros de hidróxi-Al presentes nas entrecamadas dos argilominerais 2:1, embora este trabalho tenha focado mais os aspectos da mineralogia da fração argila.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo relacionar os teores de Al extraído com KCl 1 mol L⁻¹, quantificado por titulação com base padronizada e por espectrofotometria de absorção atômica (EAA) com a mineralogia da fração argila desses solos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório de Gênese e Mineralogia do Solo, na Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages-SC, com amostras de dois horizontes (A e B) de solos do Estado do Acre (Perfis AC4, AC6, AC9, AC11), cuja classificação e os dados químicos desses perfis estão sumarizados nas tabelas 1 e 2.

As amostras de solo foram secas em estufa a 60°C por 24 horas, destorroadas, moídas e peneiradas em malhas de 2 mm, obtendo a terra fina seca ao ar (TFSA).

Para as análises químicas foram pesados 4 gramas de TFSA em tubos falcon de 50 ml, adicionando-se 40 ml de KCl 1 mol L⁻¹, sendo as amostras agitadas a 120 rpm por 30 minutos em um agitador horizontal, centrifugadas a 2000 rpm por 10 minutos.

Em seguida, foi retirada uma alíquota de 20 ml para quantificação do Al com NaOH 0,02 mol L⁻¹, o restante foi filtrado para posterior leitura no espectrofotômetro de absorção atômica.

A fração argila foi separada com base na velocidade de sedimentação de partículas segundo a lei de Stokes. Parte das amostras foi submetida a tratamentos de saturação com potássio (K⁺), com solução de cloreto de potássio (KCl) 1 mol L⁻¹ e outra parte foi submetida a tratamento de saturação com magnésio (Mg²⁺) com MgCl₂ 1 mol L⁻¹. Tais amostras foram analisadas por difratometria de raios-X em lâminas de vidro com argila orientada:

nos dois casos, à temperatura ambiente. Nas de K^+ , após o aquecimento de 100, 350 e 550 °C. Nas saturadas com Mg^{2+} , depois de solvatadas com vapor de etileno-glicol (CUNHA, 2013).

As amostras foram analisadas num difratômetro de raios-X Philips, modelo PW 3710, dotado de tubo de cobre, ângulo de compensação $\theta/2\theta$ e monocromador de grafite, com variação angular de 3,2 a 42°2 θ . A velocidade angular foi de 0,02° 2 θ /s, em modo por passos (*step*), com tempo de 1 segundo de leitura por passo.

Os critérios empregados para a interpretação dos difratogramas e para a identificação dos minerais constituintes da fração argila foram baseados no espaçamento interplanar (d) e no comportamento dos reflexos de difração conforme apresentados por Jackson (1965), Brindley & Brown (1980), Whittig & Allardice (1986) e literatura específica no texto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a tabela 1, todos os solos apresentaram saldo de carga líquida negativa, indicada pelos valores negativos do delta pH (ΔpH), condizentes com a mineralogia da fração argila, composta por caulinita e argilominerais 2:1 (esmectita), com ou sem polímeros de hidróxi entrecamadas (HE), com pouca ou nenhuma gibbsita (Figuras 1 e 2). Chama atenção, entretanto, a grande diferença do pH em água em relação à solução de KCl 1 mol L⁻¹, principalmente nas amostras AC6 (Bt₃), AC9 (Bt₂), AC11 (Bv), em que alguns valores chegam a ser duas unidades de pH mais baixos do que em água. Os teores de Al-KCl foram excepcionalmente altos no horizonte B de todos os perfis; com exceção do perfil AC11, onde os teores de Ca e Mg também são altos, nos demais solos o alto teor de Al ocorreu associado a baixos teores desses elementos. No horizonte A, os teores de Al-KCl foram mais baixos, seja em função dos maiores valores de pH e, ou aos mais altos teores de Ca e Mg nesses horizontes (Tabela 1).

As análises mineralógicas da fração argila revelaram o predomínio de caulinitas nos horizontes A e B do perfil AC4 e AC11, com baixas quantidades de micas e esmectitas, compatível com a menor atividade da argila desse solo em relação aos demais.

No perfil AC6, predominou caulinita, seguida de proporções altas de illitas (37 a 40%) e menores quantidades de esmectitas, variando de 14 a 17% (Figura 1).

Já nos perfis AC9 e AC11, as esmectitas foram absolutamente dominantes, seguida de proporções muito baixas de micas e caulinitas (figura 2).

No horizonte B dos perfis AC6, AC9 e AC11, com proporções mais altas de esmectitas, o aquecimento

das amostras saturadas com potássio revelou que parcela expressiva das esmectitas apresenta intercalação com polímeros de hidróxi-Al entrecamadas, pois não sofreram colapso completo a 1,0 nm pelo aquecimento a 350 e 550 °C.

Este comportamento indica que, no ambiente úmido atual, grandes quantidades de Al estão sendo solubilizadas, e que parte desse alumínio, na forma de polímeros, sofre intercalação nas entrecamadas em parcela expressiva das esmectitas, formando esmectitas com hidróxi-Al entrecamadas (EHE).

Os teores de Al excepcionalmente altos desses solos parecem estar relacionados às condições de drenagem moderada ou imperfeita dos mesmos, evidenciada pela presença de mosqueados e, ou variegados. A oscilação frequente do lençol freático promove a alternância de processos de oxidação e redução, que favorecem a ocorrência de processos de destruição de argilas, pela ferrólise (Brinckman, 1983).

Essas características dão suporte a interpretação de que parcelas de esmectitas, e provavelmente também das micas desses solos, estão sendo destruídas no ambiente úmido atual, liberando Al que passa a ocupar o espaço entrecamadas das esmectitas (CUNHA, 2013). Parcela do Al dissolvido das esmectitas pode permanecer na forma de compostos amorfo de Al.

Percival et al. (1996) trabalhando com 14 solos da Nova Zelândia e Volkoff et al. (1989) com solos da Amazônia também observaram redução expressiva nos valores de pH dos extratos de KCl em relação ao pH em água em solos com participação expressiva de argilominerais expansíveis. Volkoff et al. (1989) apontam como causa dos altos teores de Al desses solos a liberação de altas quantidades de Al pela destruição de esmectitas.

Portanto, a destruição dos argilominerais 2:1 no ambiente úmido atual, além de formar EHE, libera grandes quantidades de compostos de Al amorfo, que podem permanecer e se manter precipitadas e pouco solúveis no ambiente natural.

A adição do sal de KCl 1 mol L⁻¹ para a extração do Al "trocável" desses solos, pelo efeito da alta concentração salina, pode dissolver parte desse Al amorfo (e também parte dos polímeros de Al entrecamadas), superestimando assim os teores de Al trocável.

CONCLUSÕES

1- Os teores excepcionalmente altos de Al extraídos com a solução de KCl 1 mol L⁻¹ mostraram-se relacionados com a mineralogia da fração argila.

2- A presença de EHE nos solos esmectíticos do Acre é um indicativo de que grandes quantidades de



Al estão sendo dissolvidas no clima úmido atual, devido à alternância de condições de oxidação e redução que favorecem a destruição de argilas por ferrúlise.

3- A alta concentração salina do extrator de KCl induz a dissolução de compostos de Al amorfos, superestimando os teores de Al trocável.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, E. F. Ambientes, com ênfase nos solos e indicadores ao uso agroflorestal das bacias dos rios Acre e Iaco, Acre, Brasil. Viçosa, UFV (Dissertação Mestrado) 2003, 129p.
- ARAÚJO, E.A; AMARAL, E.F; WADT, P. G. S. & LANI, J. L. Aspectos gerais dos solos do Acre com ênfase no manejo sustentável. In Wadt, P. G. S. (Org.). Manejo de solo e recomendação de adubação para o estado do Acre. Rio Branco, EMBRAPA/CPAF- Acre, p.10-38, 2005.
- BRINDLEY, G. W.; BROWN, G. Crystal structures of clay minerals and their X ray identification. London: Mineralogical Society, 1980. 495p.
- BRINCKMANN, R. Ferrololysis, a soil forming process in hydromorphic conditions. Wageningen, 1979. 106p. (Agric. Res. Rep., 887).
- CUNHA, G. O. M. Diferentes formas de alumínio em solos ácidos brasileiros. 132p. 2013. (Dissertação de Mestrado).
- GAMA, J. F. N. F. Caracterização e formação de solos com argila de atividade alta no estado do Acre. Itaguaí, UFFRJ, 1986, 150p. (Dissertação de Mestrado).
- GAMA, J. F. N. F.; KUSUBA, T.; AMANO, Y. Influência de material vulcânico em alguns solos do Estado do Acre. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.16, p.103-106, 1992.
- JACKSON, M. L. Soil Chemical Analysis. 2 ed. Madison: Department of Soil Science- University of Wisconsin. Advanced Course, 1965. 991p. (Mimeografado).
- LIMA, H. N.; MELLO, J. W. V. DE; SCHAEFER, C. E. G. R.; KER, J. C.; LIMA, A. M. N. Mineralogia e química de três solos de uma toposequência da bacia sedimentar do Alto Solimões, Amazônia Ocidental. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 30, n.1, p. 59-68, 2006.
- MARQUES, J.J.; TEIXEIRA, W.G.; SCHULZE, D.G. & CURI, N. Mineralogy of soils with unusually high exchangeable Al from the western Amazon Region. Clay Minerals, 37:651-661, 2002.
- PERCIVAL, H. J.; GIDDENS, K. M.; LEE, R. and WHITTON, J. S. Relationships between soil solution aluminum and extractable aluminum in some moderately acid New Zealand soils. Aust. J. Soil Res., 1996, 34, 769-790
- VOLKOFF, B.; & MELFI, A. J. & CERRI, C. C. Solos podzólicos e cambissolos eutróficos do Alto Rio Purús (Estado do Acre). Revista Brasileira de Ciências do Solo, 13: 363-372, 1989.
- WHITTIG, L. D.; ALLARDICE, W. R. X-ray diffraction techniques. In: KLUTE, A. (ed). Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. 2 ed. Madison: SSSA, 1986. p. 331.

Tabela 1: Características químicas dos solos do Estado do Acre.

Estado	Solo	Horizonte	Prof. (cm)	pH** (1:1)			Ca ⁺² *	Mg ²⁺ *	K ⁺ *	Al ³⁺⁺⁺		S*	CTC* pH 7
				Água	KCl	ΔpH**				QT	EAA		
										cmol _c kg ⁻¹			
				Água	KCl	ΔpH**				Ca ⁺² *	Mg ²⁺ *		
AC	AC4	Ap	0-10	5,00	3,93	-1,07	0,9	0,8	0,08	0,58	0,49	1,8	5,9
AC	AC4	Bt ₂	34-64	4,83	3,63	-1,20		0,3	0,03	6,75	6,34	0,3	11,7
AC	AC6	Ap	0-6	4,80	3,60	-1,20	1,7	2,1	0,42	3,16	2,61	4,2	12,2
AC	AC6	Bt ₃	100-138	5,10	3,49	-1,61	0,5	2,1	0,06	15,13	12,04	2,7	20,1
AC	AC9	Ap	0-16	5,80	4,34	-1,46	15,3	2,4	0,11	0,06	0,07	17,8	20,2
AC	AC9	Bt ₂	60-102	5,20	3,45	-1,75	1,6	7,8	0,15	11,76	12,49	9,6	24,7
AC	AC11	Ap	0-20	5,00	3,79	-1,21	19,0	5,1	0,16	1,28	0,75	24,3	29,7
AC	AC11	Bv	49-77	5,23	3,38	-1,85	15,1	5,4	0,17	16,70	13,08	20,8	42,9

Acre Perfil 4(AC4), AC6; Acre Perfil 6, AC11; Acre Perfil 11 RCC. Observação: Valores que constam* foram obtidos pelo Embrapa 2010 e aqueles que constam ** foram obtidos por Cunha (2013).

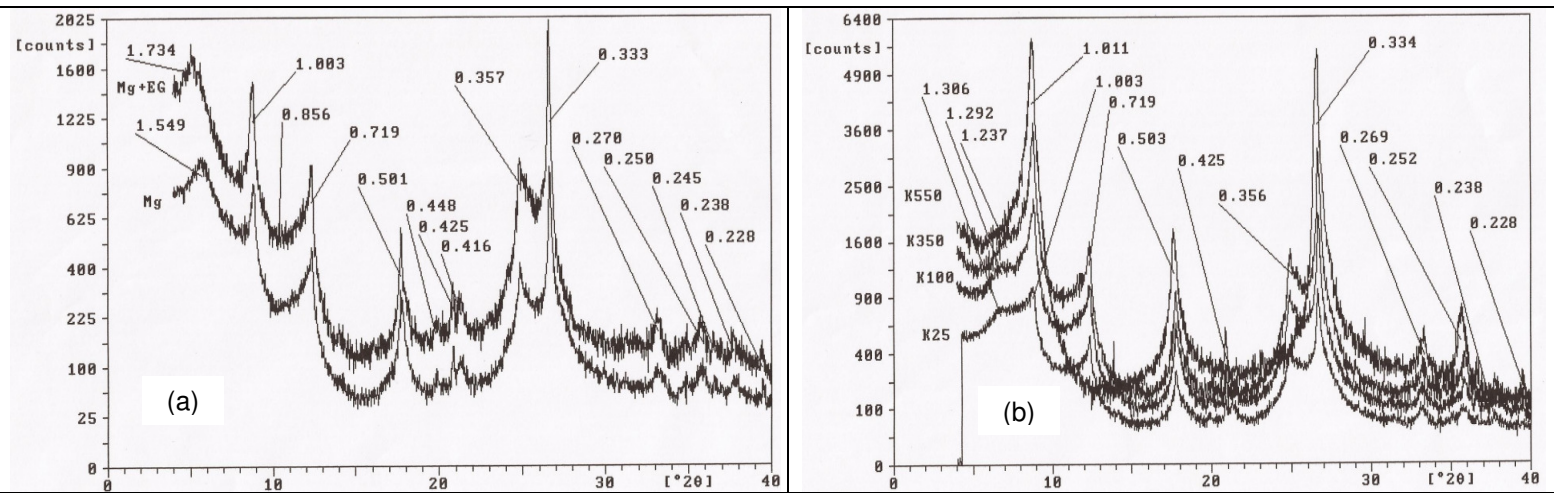


Figura 1: (a) Difratomogramas de amostras da fração argila saturadas com magnésio (Mg^{2+}) e magnésio mais etileno glicol (Mg+EG) e; (b) com potássio (K^+) a diferentes temperaturas: a temperatura ambiente (K25), a 100°C (K100), 350°C (K350) e a 550°C (K550) do horizonte Bt₃ de Argissolo Vermelho Alítico do Acre (AC6).

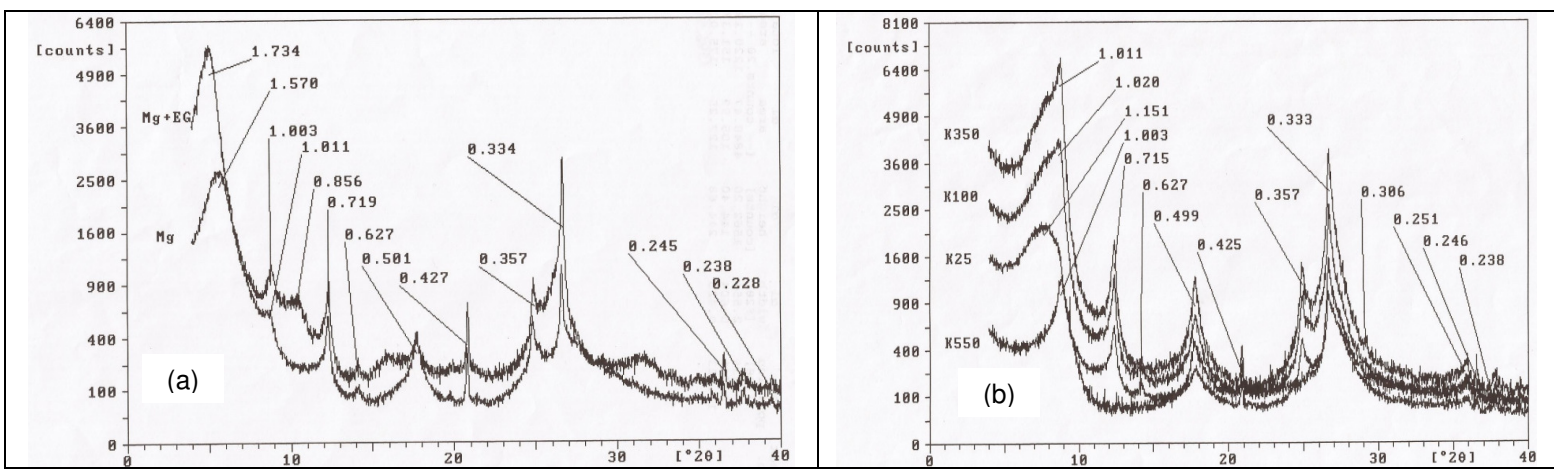


Figura 2: (a) Difratomogramas de amostras da fração argila saturadas com magnésio (Mg^{2+}) e magnésio mais etileno glicol (Mg+EG) e; (b) com potássio (K^+) a diferentes temperaturas: a temperatura ambiente (K25), a 100°C (K100), 350°C (K350) e a 550°C (K550) do horizonte Bv de Vertissolo Háplico Órtico luvisólico do Acre (AC11).