



Mineralogia de Vertissolo Ebânico do Nordeste Brasileiro⁽¹⁾

Glêvia Kamila Lima⁽²⁾; Marcelo Metri Corrêa⁽³⁾; Valdomiro Severino de Souza Júnior⁽³⁾;

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos do programa de pós-graduação em Agronomia-Ciência do Solo/UFRPE e da Capes. ⁽²⁾Estudante de doutorado na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", glevia@usp.br; ⁽³⁾Professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

RESUMO: A mineralogia influencia diversas propriedades do solo, bem como seus estudos em Vertissolos são incipientes. Assim, o objetivo geral foi a identificação e a compreensão das alterações mineralógicas ocorridas durante a pedogênese de Vertissolo do Nordeste Brasileiro. A área de estudo localiza-se no município de Cachoeirinha-PE, na região Nordeste do Brasil. Para realização das análises mineralógicas, foi confeccionadas lâminas orientadas para a fração argila e não orientadas (pó) das frações areia grossa, areia fina e silte. Os minerais que compõe a fração areia, silte e argila foram identificados por difratometria de raio-X (DRX). As amostras de argila foram pré-tratadas e saturadas com potássio (K) à temperatura ambiente 25°C (K25), aquecidas a 110°C (K110), 350°C (K350) e 550°C (K550). A ocorrência de minerais do grupo da esmectita, se validou mediante saturações com magnésio (Mg) e lítio (Li), solvatação desses cátions com glicerol e aquecimento. A distinção entre espécies esmectíticas se deu por meio do teste de Greene-Kelly (Greene-Kelly, 1953). A distinção entre beidelita e nontronita foi realizada por meio da espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR).

O Vertissolo Ebânico apresentou diversos minerais primários (quartzo, feldspato, anfibólio), além de vermiculita nas frações areia grossa, fina e silte. Enquanto, que na fração argila foi composto de nontronita e vermiculita. A formação de nontronita deu-se em função da alteração da vermiculita. Tal constituição mineralógica reflete características de seu material de origem, bem como do clima atual semiárido, condicionando a pedogênese pouco intensa.

Termos de indexação: Fração argila, DRX, nontronita.

INTRODUÇÃO

Os Vertissolos abrangem aproximadamente 2,4% (3,35 x 10⁸ hectares) da área global, no Brasil representam cerca de 4,5 x 10⁶ ha e estão presentes em todas as regiões (FAO, 2014; Dudal e Eswaran, 1988). Apresentam alto potencial produtivo e possuem boa fertilidade, embora suas propriedades físicas sejam as principais limitações, tais como a textura argilosa a muito argilosa, o tipo de argila constituída em grande parte por argilominerais

expansíveis, a dureza quando secos, a plasticidade e pegajosidade quando molhados, além das baixas permeabilidade e infiltração (Aydinalp, 2010; FAO, 2014).

Devido a sua constituição mineralógica influenciar várias propriedades do solo, como a CTC e reatividade, tais propriedades podem contribuir para atenuação dos impactos ambientais, por apresentarem capacidade de adsorver compostos, como herbicidas, pesticidas e elementos potencialmente tóxicos (Kampf & Curi, 2003).

Por muito tempo, a mineralogia de Vertissolos foi considerada predominantemente esmectítica (Eswaran, 1999). No entanto, pesquisas (Heidari et al., 2008; Pal et al., 2012; Bouna et al., 2012) apontam maior diversidade mineralógica. Caulinita, vermiculita e paligosquita como argilominerais dominantes (Yerima et al., 1987; Heidari et al., 2008; Barbiero et al., 2010), ocorrência de interestratificados esmectita/caulim, hidróxi-Al nas entrecamadas de esmectitas e vermiculitas (Pal et al., 2009; Pal et al., 2012), bem como montmorilonita como argilomineral dominante (Moustakas, 2012).

Dessa forma, o objetivo geral foi a identificação e a compreensão das alterações mineralógicas ocorridas durante a pedogênese de Vertissolo do Nordeste Brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se no município de Cachoeirinha-PE, na região Nordeste do Brasil. O perfil do município de Cachoeirinha/PE, está inserido na província Borborema, constituído de litotipos da suíte Serra de Taquaritinga, dos complexos Cabrobó e Belém de São Francisco e ainda das suítes intrusiva leucocrática peraluminosa e shoshonítica Salgueiro/Terra Nova (CPRM, 2005). O clima é do tipo BShs' (classificação Köppen), com temperatura e precipitação média anual de 21°C e 551 mm, respectivamente, e altitude de 536 m (CPRM, 2005).

Para realização das análises mineralógicas, as amostras foram maceradas (cadinho de ágata) e passadas em peneira de 48 mesh, sendo confeccionadas lâminas orientadas para a fração argila e não orientadas (pó) das frações areia grossa, areia fina e silte.

Os minerais que compõe a fração areia, silte e argila foram identificados por difratometria de raio-



X (DRX). As amostras de argila foram pré-tratadas (eliminação da matéria orgânica com H_2O_2 15%, remoção de carbonatos com acetato de sódio e eliminação de ferro livre com a solução de DCB) e saturadas com potássio (K) à temperatura ambiente 25°C (K25), aquecidas a 110°C (K110), 350°C (K350) e 550°C (K550).

A ocorrência de minerais do grupo da esmectita, se validou mediante saturações com magnésio (Mg) e lítio (Li), solvatação desses cátions com glicerol e aquecimento. A distinção entre espécies esmectíticas se deu por meio do teste de Greene-Kelly (Greene-Kelly, 1953), que utilizou a hipótese de Hofmann & Klemen (1950) para identificar minerais com cargas predominantemente nas lâminas tetraedrais (beidelita/nontronita) e octaedrais (montmorilonita). A beidelita/nontronita expande após ter sido saturada com Li, aquecida (270°C, durante 9 h) e solvatada com glicerol (Li270G), enquanto que a montmorilonita colapsa (Li270G), devido ocorrer o deslocamento dos íons de Li da entrecamada para os sítios octaedrais vazios e/ou cavidades hexagonais (Malla & Douglas, 1987).

A distinção entre beidelita e nontronita foi realizada por meio da espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), sendo as amostras preparadas na forma de discos (1 mg da amostra e 200 mg de brometo de potássio - KBr) para o estudo na região 4000-400 cm^{-1} , e discos de KBr com fluorolube para a região (4000-3000 cm^{-1}) (Russell, 1987). A nontronita foi identificada com base nas bandas das regiões 3556, 815 e 675 cm^{-1} (Russell & Fraser, 1994).

Na difração de raios-X, foi usado o equipamento Shimadzu XRD 6000, operando a uma tensão de 40 kV, corrente de 20 mA e radiação Cu $K\alpha$, com monocromador de cristal de grafite acoplado, em ângulo de varredura de 3 a 70° 2 θ para amostras na forma de pó não orientado, e de 3 a 35° 2 θ para as amostras orientadas. A interpretação dos difratogramas e identificação dos minerais constituintes das frações areias grossa e fina, silte e argila foram baseados no espaçamento interplanar, forma, largura, intensidade dos picos e seu comportamento nos tratamentos, de acordo com Brown & Brindley (1980) e Moore & Reynolds (1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Vertissolo Ebânico apresentou nas frações areia grossa, fina e silte, quartzo (Qz), feldspatos (Fd), anfibólio (Anf.) e vermiculita (Verm.) em todos os horizontes (**Figura 1**). O quartzo foi identificado com base nos picos de 0,426; 0,334;

0,237 e 0,182 nm; os feldspatos (ortoclásio e plagioclásio) pelos picos 0,64 e 0,65; 0,403 e 0,405; 0,374 a 0,378 e 0,317 a 0,332 nm; o anfibólio pelo pico de 0,84 a 0,86 nm e a vermiculita com base no pico da região de 1,3-1,5 nm.

O Vertissolo Ebânico, provavelmente derivado de shoshonito, apresentou no saprólito (Cr) maior expressão de vermiculita que os demais horizontes (inferida pela intensidade dos picos), indicando que possivelmente a vermiculita foi oriunda da biotita presente no material de origem (CPRM, 2008), devido as vermiculitas serem geralmente formadas a partir da alteração de micas (Douglas, 1989). A composição da fração argila do Vertissolo Ebânico foi nontronita e vermiculita (**Figura 2**). A vermiculita foi constatada com base no pico de 1,4 nm em K25°, alteração para 1,0 nm em K550° e manutenção do pico de 1,4 nm em Mg e MgG (Moore & Reynolds, 1989).

As espécies esmectíticas (beidelita/nontronita e montmorilonita) foram identificadas através do teste de Greene-Kelly (Greene-Kelly, 1953). E a nontronita com base na proximidade das bandas 3556, 815 e 675 cm^{-1} do FTIR.

O Vertissolo Ebânico, localizado sob relevo plano e condições de clima semiárido (551 mm) está situado sob substrato rochoso, que apresenta biotita entre os minerais de sua composição (CPRM, 2008). Dessa forma, provavelmente a biotita alterou-se para vermiculita, pela substituição do cátion cimentante (K) de sua estrutura por cátions hidratados (Fanning et al., 1989). A alteração da biotita é facilitada devido o H do grupo OH de sua estrutura estar em direção ao K (cátion cimentante), resultando numa menor retenção desse cátion, bem como a oxidação do Fe estrutural (Fanning et al., 1989).

Além do intemperismo químico, o físico também contribui devido propiciar a redução no tamanho das partículas, que é importante para as micas, devido esse mineral apresentar propriedades dependentes da granulometria (Fanning et al., 1989).

Dessa forma, o clima atual foi provavelmente suficiente para que houvesse intemperismo, mesmo que não intenso. A vermiculita seria gerada a partir da mica e herdaria sua configuração estrutural (Fanning et al., 1989). Devido a menor expressão da vermiculita nos horizontes superficial e intermediário e maior no saprólito (Cr), sugere que a vermiculita foi e/ou está sendo alterada para nontronita. A maior expressão da vermiculita em profundidade seria devido sua abundância no saprólito, bem como menor ação do intemperismo em profundidade. Assim, a rota de



formação provavelmente foi biotita => vermiculita => esmectita (nontronita).

A nontronita verificada nos horizontes superficial e intermediário, foi confirmada através do FTIR (**Figura 3**), devido a proximidade da banda 3586 cm^{-1} a de 3556 cm^{-1} . O maior valor da banda apresentada (3586 cm^{-1}) em relação a de referência (3556 cm^{-1}) é devido a nontronita ter sido pedogênica, e ter sofrido maior interferência em sua formação dada as condições heterogêneas do solo, em relação as nontronitas tidas como puras utilizadas para obtenção das bandas características desse mineral. As demais bandas (815 e 675 cm^{-1}) foram observadas, mas não foram apresentadas.

CONCLUSÕES

O Vertissolo Ebânico apresentou diversos minerais primários (quartzo, feldspato, anfibólio), além de vermiculita nas frações areia grossa, fina e silte. Enquanto, que na fração argila foi composto de nontronita e vermiculita.

A formação de nontronita se deu em função da alteração da vermiculita. Tal constituição mineralógica reflete características de seu material de origem, bem como do clima atual semiárido, condicionando a pedogênese pouco intensa.

REFERÊNCIAS

AYDINALP, C. **Some important properties and classification of vertisols under Mediterranean climate**. African Journal of Agricultural Research, v.5, n.6, 449-452p, 2010.

BARBIERO, L. et al. **Ferrolysis induced soil transformation by natural drainage in Vertisols of sub-humid south India**. Geoderma, 156:173-188, 2010.

BOUNA, L. et al. **Mineralogical and physico-chemical characterizations of ferruginous beidellite – rich clay from Agadir Basin (Morocco)**. Clays and Clay Minerals, v.60, n.3, 278–290, 2012.

BROWN, G.; BRINDLEY, G.W. **X-ray diffraction procedures for clay mineral identification**. In: BRINDLEY, G.W.; BROWN, G. London: Mineralogical Society, 1980. chapter 5:305-360.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Cachoeirinha, estado de Pernambuco**. Recife, 20p, 2005.

CPRM. Programa Geologia do Brasil Levantamentos Geológicos Básicos. **Geologia da folha de Belo Jardim SC.24-X-B-III**. Brasília:DF, 90p, 2008..

ESWARAN, H. ET AL. **Vertisols: Their properties, classification, distribution and management**. USDA Natural Resources Conservation Service. 1-37p, 1999.

FANNING, D.S.; FANNING, M.C.B. **SOIL Morphology, Genesis, and Classification**. 387p, 1988.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **World Reference Base for Soil Resources 2014: International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps**. Rome: FAO, 191p. (World Soil Resources Reports 106), 2014.

GREENE-KELLY, R. **The identification of montmorillonitoids in clays**. European Journal of Soil Science 4:233-237, 1953..

HEIDARI, A.; MAHMOODI, S.; ROOZITALAB, M.H.; MERMUT, A.R. **Diversity of clay minerals in the vertisols of three different climatic regions in western Iran**. Journal of Agricultural Science and Technology 10:269–284, 2008.

HOFMANN, V. U.; KLEMEN, R. **Verlust der Austauschfähigkeit von Lithiumionen an Bentonit durch Erhitzung: Z. Anorgan. Chemie** 262: 95-99, 1950.

KAMPF, N.; CURI, N. **Argilominerais em solos brasileiros**. Tópicos em Ci. Solo, 3:1-54p, 2003.

MALLA, P.B.; DOUGLAS, L.A. P. **Problems in identification of montmorillonite and beidellite**. Clay and Clay Minerals, v.35, n.3, 232-236, 1987.

MOORE, D.M.; REYNOLDS, R.C. **X-ray diffraction and identification and analysis of clay minerals**. Oxford: Oxford University Press, 1989. 332p.

MOUSTAKAS, N.K. **A Study of Vertisol genesis in north eastern Greece**. Catena, 92:208-215, 2012.

PAL, D.K. et al. **Vertisols (cracking clay soils) in a climosequence of peninsular India: Evidence for holocene climate changes**. Quaternary International, 209:6–21, 2009.

PAL, D.K.; WANI, S.P.; SAHRAWAT, K.L. **Vertisols of tropical Indian environment: Pedology and edafology**. Geoderma. 189-190: 28-49, 2012.

RUSSELL, J.D. **Infrared methods**. In: WILSON, M.J. Handbook of determinative methods in clay mineralogy. New York: Blackie, 1987. p. 133-173.

YERIMA, B.P.K.; WILDING, L.P.; CALHOUN, F.G.; HALLMARK, C.T. **Volcanic ash influenced Vertisols and associated Mollisols of El Salvador: physical, chemical and morphological properties**. Soil Sci. Am. J., Madison, 51:699-708, 1987.

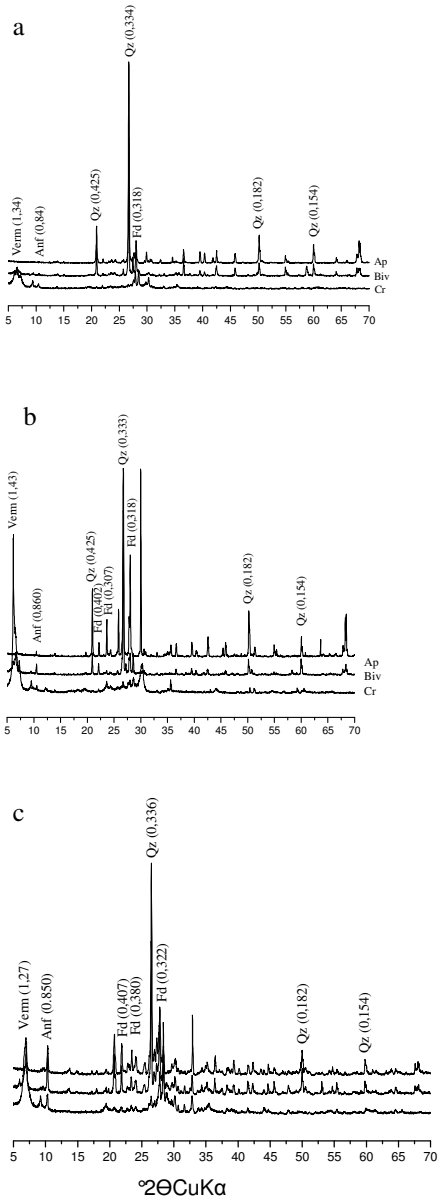


Figura 1. Mineralogia das frações areia grossa (a), areia fina (b) e silte (c) do Vertissolo Ebânico. Qz = quartzo, Fd = feldspato, Anf. = anfibóliom, Verm. = vermiculita.

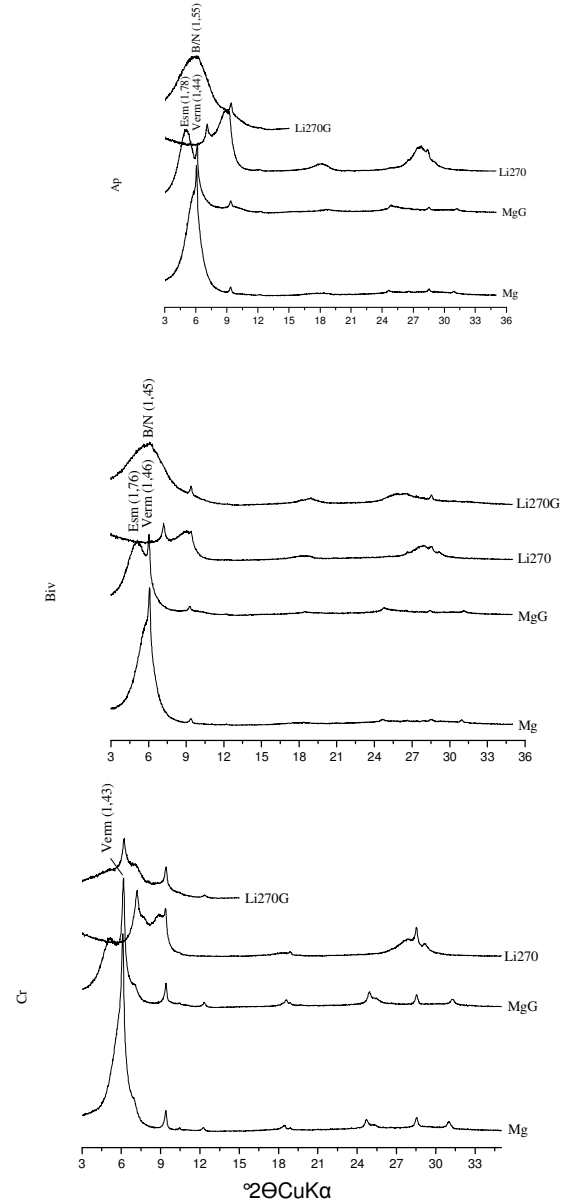


Figura 2. Mineralogia da fração argila dos horizontes Ap, Biv e Cr do Vertissolo da região de Cachoeirinha/PE, e seus respectivos tratamentos. B/N = beidelita/nontronita; Esm. = esmectita; Verm. = vermiculita.

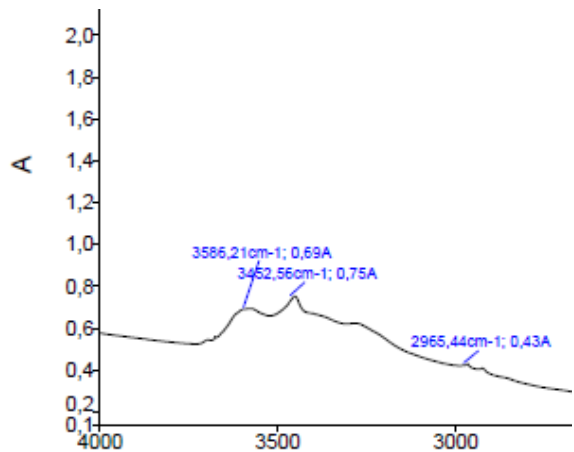


Figura 3. Identificação da nontronita pelo FTIR do Vertissolo do município de Cachoeirinha/PE.