

# XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

## “Mineralogia de solos de vulcanismo recente no Brasil”

**ELIANE DE PAULA CLEMENTE<sup>(1)</sup>, CARLOS ERNESTO SCHAEFER<sup>(2)</sup> & VANDER DE FREITAS MELO<sup>(3)</sup>**

**RESUMO** – O presente trabalho foi realizado na ilha da Trindade, situada a 1.100 km da costa, no paralelo de Vitória. Uma ilha de origem vulcânica que se formou a partir de cinco episódios vulcânicos. Cada episódio resultou em diferentes materiais geológicos com aspectos mineralógicos específicos. Dada a juvenalidade da ilha, com sua última erupção a 3 mil anos, os solos se apresentam bastante jovens, com muitos minerais primários presentes, tanto na fração grosseira, quanto na fração argila. Foram estudados 10 perfis representativos da ilha com todos os horizontes pedogenéticos e cada um representando uma amostra. Foi realizada a mineralogia da fração argila por difratometria de raios-x. A presença generalizada de minerais primários em solos de Trindade, encontrada na fração argila, situa-os entre os mais jovens e menos intemperizados já estudados em todo o território brasileiro, denotando sua origem vulcânica recente e diferenciando-se de solos derivados de rochas vulcânicas de outras ilhas oceânicas de origem vulcânica mais intemperizadas.

**Palavras-Chave:** (mineralogia, ilha oceânica, vulcanismo)

### Introdução

A mineralogia da ilha da Trindade está intimamente relacionada com seus cinco episódios vulcânicos, ocorridos nos últimos 3,6 Ma. O mais antigo episódio vulcânico é um complexo ao qual se denomina “Complexo de Trindade” constituído de rochas piroclásticas e intrusivas que se expõem nas vertentes da maior parte da ilha, visível acima do nível do mar. As rochas mais antigas do complexo são tufo lapilíticos com blocos de rocha tannbuschítica (uma variedade de olivina nefelinito constituída largamente de cristais de piroxênio com pequena quantidade de nefelina e olivina). A maior parte do complexo é formada por piroclastos variados associados ao vulcanismo fonolítico, em camadas inclinadas de até 30°. Na região ocidental da ilha o complexo alcança espessura próxima de 400 m [1].

A Seqüência Desejado constitui-se de derrames de fonólito, nefelinito e grazinito (uma variedade de

nefelinito fonolítico contendo analcima, porém não olivina) com intercalações de piroclastos de composição equivalente. A seqüência representa uma atividade vulcânica mista, com a extrusão explosiva de lavas fonolíticas mais viscosas entremeadas com a efusão de derrames mais fluidos de grazinito e nefelinito. As idades obtidas para os derrames da Formação Desejado compreendem-se entre 1,60 e 2,63 Ma [2].

A Formação Morro Vermelho resulta de uma erupção explosiva com derrames de lava ankaratrítica, uma variedade melanocrática de olivina nefelinito contendo biotita. O vulcanismo manifestou-se no alto vale da região central da ilha, que foi preenchido por espessura superior a 200 m de lavas e piroclastos. As lavas escoaram para a plataforma insular do lado norte da ilha e sustentam um baixo planalto inclinado para o litoral. Os piroclastos, de estrutura muito variada, resultaram da emissão do piromagma muito fluido [1]. A Formação Morro Vermelho não seria mais antiga que 170.000 anos, onde lavas teriam extravasado durante uma das regressões marinhas universais que acompanharam os estádios da glaciação Würm, entre 115.000 e 11.000 anos atrás [3].

Na formação Valado intercalam piroclastos e derrames de lava tannbuschítica provenientes de um centro emissivo situado vale acima. Nele ocorrem piroclastos constituídos de corpos discóides lembrando emplastos, filamentos de lava, bombas rotacionais e massas de lava caídas ao solo em estado ainda pastoso formando aglutinado, único visto na ilha. A erupção aparentemente se processou a partir de uma fenda situada à meia encosta, paralela à costa atual, em sítio onde existem diversos diques de tannbuschito de estrutura [1].

O objetivo do trabalho foi identificar a mineralogia dos solos da ilha e verificar seu grau de intemperismo.

### Material e Métodos

A ilha da Trindade está situada a 20° 30’S e 29° 18’WG. O clima é do tipo tropical oceânico com temperatura média anual de 25,2 °C, sendo o mês de fevereiro o mais quente (30,2 °C) e o de agosto o mais frio (17,3 °C). A precipitação média anual é de 923 mm, mas muito variável. Foram selecionados 10 perfis para o estudo dos solos em diferentes pedoambientes, resultantes de variações litológicas, topográficas e de cobertura vegetal.

<sup>(1)</sup> Primeira Autora é Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, CEP 22460-000 E-mail: eliane@cnpq.embrapa.br

<sup>(2)</sup> Segundo Autor é Professor Adjunto do Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa., Campus da UFV, Viçosa, MG, CEP 36570-000. E-mail: carlos.schaefer@solos.ufv.br

<sup>(3)</sup> Terceiro Autor é Professor do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Juvevê, Curitiba, PR. CEP 80035-050 – E-mail: vanderfm@ufpr.br  
Apoio financeiro: CNPq.

Em cada pedoambiente, foi descrito e coletado um perfil de solo representativo, compreendendo todos os horizontes pedogenéticos, conforme Tabela 1.

A fração argila foi analisada por DRX, para identificação dos minerais presentes. As amostras foram moídas em almofariz e montadas em placas Koch (amostras não orientadas) [4] e os difratogramas foram obtidos em goniômetro vertical Philips, controlado por computador. A velocidade do goniômetro foi de 1°20'/min, com amplitude de 4 a 65°20'. O difratômetro, equipado com tubo de cobre e utilizando radiação CuK $\alpha$ , foi operado a 25 mA e 35 kV, para todas as análises realizadas. Foram feitos vários tratamentos para diferenciar os minerais presentes na fração argila [5]: a) saturação com Mg e secagem ao ar, para diferenciar minerais do tipo 2:1 expansíveis (vermiculita e montmorilonita) dos não expansíveis (mica); b) saturação com Mg e solvatação com glicerol, para diferenciar vermiculita e esmectita; c) saturação com K e secagem ao ar, para diferenciar clorita, vermiculita e vermiculita com hidróxi entrecamadas (VHE); d) saturação com K e aquecimento a 300°C, para diferenciar clorita e VHE; e e) saturação com K e aquecimento a 550°C, para diferenciar clorita e minerais interestratificados e concentrar minerais do tipo 2:1. Após os tratamentos, as amostras foram montadas em lâminas de vidro, utilizando-se a técnica do esfregão (amostras orientadas), e analisadas por DRX. A amplitude foi de 3 a 15° 20'/min e a velocidade angular do goniômetro de 1° 20'/min.

## Resultados

Com base na DRX da argila natural, da argila desferrificada e tratada com DBC; orientada e submetida a tratamentos (argila saturada com KCl, KCl aquecida, Mg, Mg-glicerol) foi possível observar a presença notável de minerais primários em todos os solos estudados, ao lado de minerais secundários decorrentes de intemperismo, revelando a natureza incipiente da alteração mineral dos solos da ilha.

## Discussão

A mineralogia da fração argila dos solos revela grande similaridade com a mineralogia de materiais inalterados estudados por Almeida [6]. O autor mostra que a mineralogia de Trindade, não difere das províncias congêneres, em que teores deficientes de sílica, acompanhados de excesso de sódio e alumina, imprimem traços distintivos à mineralogia da série eruptiva. Nas rochas de Trindade falta por completo quartzo magmático, mas estão presentes plagioclásio, nefelina, analcita, biotita, noseana e micas. Os anfibólios e piroxênios são responsáveis pela riqueza em sódio, alumínio e titânio.

Como observado na Figura 1, os minerais da fração argila pouco se distinguem dos encontrados na fração

areia [7], o que reforça a juvenalidade dos solos da ilha.

Os solos das posições mais baixas do relevo apresentam uma maior diversidade de minerais primários devido ao intemperismo menos acentuado, enquanto em maiores altitudes encontram-se maiores proporções de minerais secundários (goethita, gibbsita), mas ainda com presença de minerais primários incomuns, como hornblenda (anfíbólio) e plagioclásio na fração argila. Não ocorreram muitas diferenças entre os perfis estudados, sendo comum a presença de hornblenda, plagioclásio, mica, esmectita, magnetita e anatásio. Os solos mais evoluídos apresentam traços de gibbsita, presença de goethita e caulinita e algumas variações, como pode ser visto na Tabela 2. A coexistência de gibbsita com uma assembléia de minerais primários indica direta solubilização de plagioclásios, em função da hidrólise ácida nos solos mais elevados da ilha, à exemplo reportado por Stoops et al [8].

## Conclusões

A presença generalizada de minerais primários em solos de Trindade, na proporção encontrada na fração argila, situa-se entre os mais jovens e menos intemperizados já estudados em todo o território brasileiro, denotando sua origem vulcânica recente, e diferenciando-os de solos derivados de rochas vulcânicas, de outras ilhas, como Noronha, que mostram menor proporção de minerais inalterados e maior grau de intemperismo.

## Agradecimentos

A todos àqueles que contribuíram para a realização deste trabalho, a UFV, CNPq.

## Referências

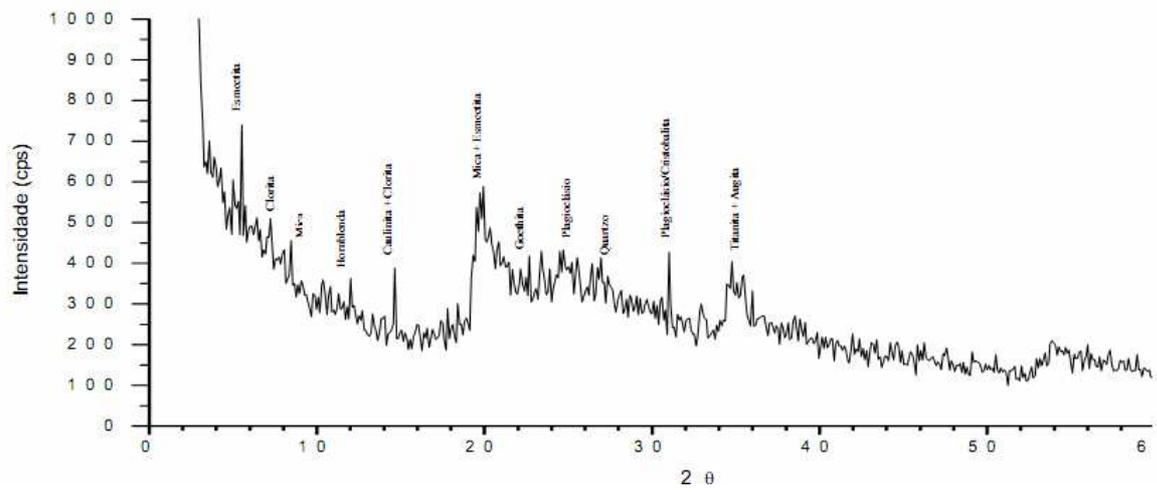
- [1] ALMEIDA, F.F.M. A Ilha de Trindade. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Queiroz, E.T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. 2000. Disponível em: <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio092/sitio092.htm>. Acesso em: 10 abr. 2003.
- [2] ALMEIDA, F.F.M. Geologia e Petrologia da Ilha da Trindade. Rio de Janeiro: DNPM/DGM, 197 p., 1961. (Monografia XVIII).
- [3] CORDANI, U.G. Idade do vulcanismo do Oceano Atlântico Sul. São Paulo: Instituto de Geociências e Astronomia, Boletim IGA, 1:9-75. 1970
- [4] BESOAIN, E. Mineralogía de Arcillas de Suelos. Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperacion para Ia Agricultura. 1205 p., 1985.
- [5] WHITTIG, L.D.; ALLARDICE, W.R. X-ray diffraction techniques. In: KUTER, A., ed. Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, p.331-362, 1986. (Agronomy Series, 9).
- [6] ALMEIDA, F.F.M. Petrologia da Ilha da Trindade. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP. 223 p., 1962.
- [7] CLEMENTE, Eliane de Paula ; SCHAEFER, C.E.R ; VIANA, J.H . Mineralogia da fração areia dos solos da ilha da Trindade. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2007, Gramado. conquistas e desafios da ciência do solo brasileira. Porto Alegre : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo:Núcleo regional sul, 2007.
- [8] STOOPS, G.; MARCELINO, V., ZAUZYAH, S. and MAAS, A. Micromorphology of soil of humid tropics. In: Soil Micromorphology: Studies in Management and Genesis. Developments in Soil Science 22. A. Ringrose-Voase and G.H. Humphries (Eds.), Elsevier, Amsterdam. p.1-15, 1994.

**Tabela 1.** Localização, características dos perfis de solos estudados e de seus respectivos ambientes

Perfil	Localização	Atitude (m)	Rochosidade	Formação geológica
P1 - NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico bioclástico-carbonático	2050520 S; 2931326 W. Terço superior de Duna vegetada com <i>Cyperus atlanticus</i> , logo abaixo da crista fonolítica e tálus, em relevo ondulado.	26	Não rochoso.	Dunas quaternárias de calcários recifais, com contribuição de sedimentos de rochas vulcânicas, subordinada.
P2-NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico	2050813 S; 2931547 W. Área de relevo suave ondulado, em terço inferior de rampa pedimentada, com blocos e matacões rochosos. Representa o nível mais baixo de rampas pedimentadas atrás do POIT e da Praia dos Portugueses, recoberta de <i>Cyperus atlanticus</i> e revegetação de <i>Colubrina glandulosa</i> com quatro anos, esparsa.	49	Rochoso com mais de 25% da área coberta de blocos/matacões de fragmentos de lava ankaratrítica e fonolitos.	Depósitos de tálus rochoso de blocos da Formação Trindade e Desejado, com sedimentos inconsolidados de pedimentação.
P3 - NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico	2051621 S; 2930960 W. Topo aplainado do platô do Príncipe, abaixo da saia de tálus do Morro da Gruta, com vegetação de <i>Cyperus atlanticus</i> , em relevo plano, com poucos blocos e matacões rochosos de lava ankaratrítica.	91	Rochoso com 5-10% da área coberta de blocos/matacões de fragmentos de lava.	Escórias globosas e fibrosas, horizontalmente dispostas no Platô
P4 – NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico	2051016 S; 2931368 W. Terço superior de rampa logo abaixo da saia de tálus, com vegetação de <i>Cyperus atlanticus</i> , em relevo ondulado, com blocos e matacões rochosos de fonólito do Pico da Bandeira (situado acima).	136	Rochoso com mais de 20% da área coberta de blocos/matacões de fragmentos de fonolitos.	Leque coluvial pedimentado da saia do Pico da Bandeira, com tipos fonolíticos
P5 – NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico	2051359 S; 2931500 W. Terço inferior da borda do Morro Vermelho, na saia abaixo do Pico do Elefante com <i>Cyperus atlanticus</i> .	196	Tufos e colúvios da Formação do Morro Vermelho (lavas ankaratríticas)	Tufos e colúvios da Formação do Morro Vermelho (lavas ankaratríticas)
P6-CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico	2051545 S; 2932385 W. Topo aplainado do platô abaixo do Pico do Desejado, vegetação de <i>Bulbostylis nesiotis</i> e alguns <i>Cyperus</i> , em relevo plano, com blocos e matacões rochosos de fonolito nas vizinhanças da borda do platô devido à erosão laminar severa pelo pastoreio de cabras.	448	Rochoso em menos de 5% da área, blocos/matacões de fragmentos de fonolitos.	Tufos básicos em platô latossolizado <i>in situ</i> , com contribuições coluviais; material mais antigo e conservado da ilha, pela natureza porosa dos tufos.
P7 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico	2051356 S; 2932317 W. Base de rampa na saia do pico do Desejado, na área coberta de <i>Pytirogramma calomelanos</i> onde foram feitas covas para <i>Colubrina glandulosa</i> ; em relevo local suave, geralmente montanhoso, com raros blocos e matacões rochosos de fonolito recoberto de líquens crustosos e foliosos. Representa o nível elevado típico de cobertura de <i>Pytirogramma calomelanos</i> abaixo do Desejado.	478	Rochoso com 15-20% da área coberta de blocos/matacões de fragmentos de fonolitos.	Depósito de tálus de pedimentos da Formação Desejado, com tipos fonolíticos
P8 – CAMBISSOLO HÁPLICO Alítico	2050978 S; 2932781 W. Terço superior de vertente de face sul, mais úmida, ravinada, com floresta nebulosa de <i>Cyathea delgadii</i> com comunidade de sub-bosque de <i>Peperomia glabella</i> ., em relevo montanhoso, com poucos blocos e matacões rochosos de fonolito recoberto de líquens crustosos e foliosos. Representa o nível mais elevado e antigo de floresta de pteridófitas da Ilha, abaixo do Platô do Desejado (trilha Desejado-Fazendinha).	517	Não rochoso, com alguns afloramentos em 20% da área (fragmentos de fonolitos).	Formação Desejado, com tipos fonolíticos
P9 - CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico	2051162 S; 2932533 W. Topo do platô do desejado voltado à face sul, mais úmida, com vegetação de Floresta de <i>Myrsine floribunda</i> , em relevo local plano a suave ondulado, com raros blocos e matacões rochosos de fonolito aflorantes.	599	Não rochoso, com menos de 5% da área coberta de fragmento de fonolitos	Fonolito da formação Desejado
P10 - ORGANOSSOLO FÓLICO Fíbrico	2051241 S; 2932550 W. Topo de anfiteatro ravinado com vegetação de <i>Cyathea delgadii</i> , em relevo montanhoso, em terço superior de vertente, com blocos e matacões rochosos de fonolito recoberto de líquens crustosos e foliosos. Representa o nível elevado da Ilha, abaixo do Platô do Desejado, com <i>Myrsine floribunda</i> .	554	Rochoso com mais de 25% da área coberta de blocos/matacões de fragmentos de fonolitos.	Formação Desejado, com tipos fonolíticos

**Tabela 2.** Minerais presentes na fração argila dos perfis de solos estudados

MINERAIS	PICOS	PERFIS
Analcima	5,671	
Anatásio	2,363; 3,423-3,450	P2A1, P3A1, P3A2, P3C, P4A1, P4AB, P4Bt, P4BC, P4C1, P4C2, P5A1, P6A, P6Bi
Augita	3,23	P2A2, P3A1
Augita/titanita	2,938	P3CR
Biotita/vermiculita	4,92; 5,175; 11,928	P2A1
Ca-Apatita	2,803	P8C
Ca-Apatita + Hornblenda	2,727	P2C1
Ca-apatita + ilmenita	2,770; 2,805	P4AB, P4C2
Carbonato-Apatita/ilmenita	2,786	P2A1
Caulinita	2,577-2,589; 3,58-3,622; 7,10-7,588;	P2C1, P3A1, P3A2, P3CR, P4C2, P5A1, P7A, P8C, P10B, P10BC
Clorita	2,847; 4,79; 13,80; 14,301; 14,542	P2A2, P2C1, P3CR, P4A1, P4Bt, P4C1
Clorita + caulinita	7,035	P2A2
Cristobalita	2,856; 3,156; 4,110	P2A1, P2A2, P3C, P10A
Cristobalita/Goethita	4,110	P8C, P10B
Esmectita	4,50; 5,137; 5,157; 14,577; 15,5; 15,824; 16,223-16,973; 17,142-17,543; 18,550; 19,246	P2A2, P2C1, P3A1, P3A2, P3C, P3CR, P4A1, P4AB, P4BC, P4C1, P4C2, P5A1, P6A, P6Bi1, P6Bi2, P7A, P7Bi, P8C, P9O2, P9C, P10A, P10B, P10BC
Esmectita/titanita	2,958; 4,50; 15,590; 18,822	P2A1
Esmectita/mica	4,27-4,408; 5,137-5,902; 11,897; 11,98; 12,008-12,720	P2A2, P2C1, P3A1, P3A2, P3C, P3CR, P4A1, P6A, P6Bi1, P6Bi2, P7A, P7Bi, P9O2, P9C, P10A, P10BC
Gibbsita	2,328-2,581; 3,281; 3,30; 4,88	P2C1, P3A1, P7A, P8C, P9O2, P10B, P10BC
Goethita	2,58; 4,137-4,243	P2A2, P2C1, P3A1, P3A2, P3CR, P4A1, P4AB, P4Bt, P4BC, P4C1, P4C2, P5A1, P6A, P6Bi1, P6Bi2, P7A, P7Bi, P8C, P9O2, P9C, P10B
Ilmenita + Ca-apatita	2,759	P3C
Hornblenda	2,710-2,731; 3,139-3,206; 8,42-8,881	P2A1, P2A2, P2C1, P3A1, P3A2, P3C, P3CR, P4A1, P4AB, P4BC, P4C1, P4C2, P5A1, P6A, P6Bi1, P6Bi2, P7A, P7Bi, P8C, P9O2, P9C, P10A, P10B
Hornblenda + apatita	2,744	P3A1, P3A2
Magnetita	2,525-2,597	P2C1, P3A1, P3A2, P3C, P3CR, P4A1, P4AB, P4Bt, P4BC, P4C1, P4C2, P5A1, P6A, P6Bi1, P6Bi2, P8C, P9C, P10A, P10B, P10BC
Mica	4,92; 5,117; 5,191; 9,884; 9,974; 10,180; 10,50;	P2A2, P3C, P4BC, P6A, P6Bi1, P6Bi2, P8C, P9O2, P9C, P10A, P10B
Mica/esmectita/clorita	13,5	P3CR
Mica/esmectita	5,117-5,797; 11,790-11,98	P4A1, P4AB, P4Bt, P4BC, P4C1, P4C2, P10B
Mica/vermiculita	5,71; 12,011; 20,872	P2C1, P8C
Plagioclásio	2,900-2,988; 3,150-3,816; 4,05; 4,279; 6,362-6,794; 8,713	P2A1, P2A2, P2C1, P3A1, P3A2, P3C, P3CR, P4A1, P4AB, P4Bt, P4BC, P4C1, P4C2, P5A1, P6A, P6Bi1, P6Bi2, P7A, P7Bi, P8C, P9O2, P10B, P10BC
Plagioclásio + Cristobalita	3,128	P3C
Plagioclásio + titanita + augita	2,975	P3A1
Quartzo	3,35- 3,55	P2A2, P4A1, P6Bi1, P6Bi2, P9O2
Titanita + augita	2,99; 3,23	P2A2



**Figura 1.** Difratoograma de raio-x da argila natural do Perfil 2 – NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico, horizonte A2