

MARIANA MÉDICE FIRME SÁ

**CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL, CLASSIFICAÇÃO E
MAPEAMENTO DOS SOLOS DA ILHA DA TRINDADE,
ATLÂNTICO SUL**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Solos e Nutrição de
Plantas, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2010

MARIANA MÉDICE FIRME SÁ

**CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL, CLASSIFICAÇÃO E
MAPEAMENTO DOS SOLOS DA ILHA DA TRINDADE,
ATLÂNTICO SUL**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Solos e Nutrição de
Plantas, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

APROVADA: 27 de maio de 2010

Prof. Marcio Rocha Francelino
(Coorientador)

Prof. Raphael Bragança A. Fernandes

Prof. Elpídio Inácio F. Filho

Prof. Liovando Marciano da Costa

Prof. Carlos Ernesto G. R. Schaefer
(Orientador)

CONTEÚDO

RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	v
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Localização e fisiografia	4
2.3 Formação e geologia geral	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1 Coleta das amostras	9
3.2 Análises Físicas, Químicas e Mineralógicas	9
3.3 Mapeamento digital dos solos	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4.1 Atributos físicos e morfológicos gerais dos solos da ilha.....	15
4.2 Atributos químicos gerais dos solos.....	25
4.2.1 Solos sobre rochas fonolíticas (P10 ao P22)	31
4.2.2 Solos sobre rochas básicas (P1 ao P9)	35
4.3 Caracterização mineralógica	37
4.4 Classificação dos solos	42
4.5. Mapeamento dos solos e suas relações com a paisagem.....	44
5. CONCLUSÕES	50
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

RESUMO

SÁ, Mariana Médice Firme, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2010. **Caracterização ambiental, classificação e mapeamento dos solos da ilha da Trindade, Atlântico Sul.** Orientador: Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer. Co-Orientadores: Felipe Nogueira Bello Simas, Márcio Rocha Francelino e Vander Freitas de Melo.

Trindade é uma pequena ilha vulcânica situada no oceano Atlântico sul, a 1140 km da costa leste de Vitória (ES), e junto ao Arquipélago de Martin Vaz são os pontos mais orientais do território brasileiro. O único estudo mais detalhado acerca dos solos de Trindade foi realizado por Clemente et al., (2009), limitado a uma topossequência que não abrange a totalidade da ilha, e não inclui áreas de influência ornitogênica. Até hoje, pouco se sabe a respeito da mineralogia, das relações ecológicas e da gênese dos solos da ilha. Este estudo objetivou promover a caracterização morfológica, física, química e mineralógica dos solos da ilha da Trindade, bem como a classificação e o mapeamento dos solos e dos ambientes a eles associados. Foram descritas as paisagens e os solos da ilha, e coletadas amostras de 22 perfis de solos. Com base no Sistema Brasileiro de Classificação de solos (SBCS), os solos da ilha de Trindade pertencem a três ordens: Cambissolos, Organossolos e Neossolos. Em alguns casos, foram encontradas dificuldades de enquadramento no Sistema Brasileiro de Classificação de solos, que foram atribuídas, ora à ausência de conceituações mais adequadas, ora por apresentarem características consideradas atípicas para solos continentais. Os solos da ilha são jovens e pedregosos, de maneira geral, que apresentam argila de atividade alta com uma grande proporção de minerais primários facilmente intemperizáveis, além de riqueza em bases trocáveis. CTC alta e caráter eutrófico são típicos das áreas com rochas básicas e/ou compartimentos mais baixos e secos, menos intemperizados. Em menor proporção, os solos distróficos predominam nas partes mais elevadas da ilha, associados a rochas alcalinas. A ocorrência de solos fortemente ornitogênicos, associados ou não a ninhais atuais, foi confirmada, corroborando a hipótese de uma influência pretérita de aves mais expressiva do que os ninhais atuais observados na ilha. Alguns destes solos possuem peculiaridades marcantes em relação a outros solos ornitogênicos, descritos em Fernando Noronha, São Pedro e São Paulo e Abrolhos. O efeito do

guano depositado pelas aves que nidificam em Trindade parece ser mais disperso, sobretudo nas áreas mais baixas da ilha, próximas ao mar. Foram encontrado o caráter ornitogênico em todas as três ordens encontradas na ilha, que foram classificados de acordo com o grau de desenvolvimento pedogenético e com o grau de influência da ornitogênese sobre a pedogênese. Muitos solos possuem elevada proporção de minerais de argila pouco cristalinos (amorfos) e propriedades ândicas, constatado pela mineralogia, difratometria de raio-X, pH NaF, P-rem, sugerindo que todos os solos possuem o caráter ândico.

ABSTRACT

SÁ, Mariana Médice Firme, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2010. **Environmental characterization, classification and mapping of soils of the island of Trindade, South Atlantic.** Adviser: Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer. Co-Advisers: Felipe Nogueira Bello Simas, Márcio Rocha Francelino and Vander Freitas de Mello.

Trindade is a small volcanic island located in the southern Atlantic Ocean, 1140 km to the east coast of Vitória (ES), and together with the Martin Vaz archipelago, represents the easternmost point of Brazil. The only detailed study about the soils of Trindade was carried out by Clement et al., (2009), limited to a topossequence not covering the whole of the island, and excluded areas of ornithogenic influence. To date, little is known about the mineralogy, ecological relations and the genesis of soils on this remote island. This study aimed to promote the morphological, physical, chemical and mineralogical characterization of soils of Trindade island as well as the classification and mapping of soils and environmental characterization of the island. We described the landscape and soils, and collected samples from 22 soil profiles. Based on the Brazilian system of soil classification (SiBCS), the soils on the island of Trindade belong to three orders: Cambisols, Histosols and Neossols. In some soils were found difficulties in keying out within SiBCS, due to the absence of appropriate concepts, or because they had atypical features compared with continental soils. Most soils are young and stony, have high activity clay and large account of the primary clay mineral and basic cations. High CEC and eutrophic character, are typical of soils derived from basic rocks and/or dry climates. To a lesser extent, the dystrophic soils predominate in the higher parts of the island, associated with alkaline rocks. The occurrence of ornithogenic soil, associated or not with current nesting grounds, was confirmed, supporting the hypothesis of a former widespread bird influence, much greater than the current observed nesting would suggest. Some of these soils have marked peculiarities in relation to other ornithogenic soil, described in Fernando Noronha, st. Peter and st. Paul and Abrolhos. The effect of guano deposited by birds in Trindade seems to be more dispersed, especially in the lower coastal areas. Were found ornithogenic character in all three orders on the island, which were classified according to the

degree of soil development and the degree of influence to pedogenesis. Many soils have a high proportion of amorphous minerals and andic properties, determined by X-ray, NaF pH, P-rem, and morphology, strongly suggesting an overall an “andic” character for Trindade soils.

1. INTRODUÇÃO

As ilhas oceânicas vulcânicas são consideradas laboratórios naturais para o estudo da origem e da evolução dos ambientes terrestres. Possuem ecossistemas menos complexos que os dos continentes, pois se constituem de objetos mais individualizados, onde as populações e interações ecológicas são mais facilmente identificadas. O isolamento geográfico das ilhas oceânicas vulcânicas e a baixa diversidade de fauna terrestre permitem a formação de espécies endêmicas, tanto para a fauna quanto para a flora (MacArthur & Wilson, 1967). Da mesma forma, as características pedológicas peculiares dessas áreas isoladas podem permitir a formação de solos endêmicos (Guo et al., 2003; Bockheim, 2005).

Tal conceito de “solos endêmicos” foi primeiramente aplicado por Guo et al., (2003) que sugeriram que o endemismo pedológico poderia ser previsto a partir da teoria clássica de formação dos solos, e seria resultado de combinações exclusivas de fatores de formação de solo. A teoria clássica de formação dos solos diz que eles são produto do efeito integrado do clima, relevo, organismos e o material de origem, todos operando ao longo do tempo (Jenny, 1941). Assim, pedoambientes com combinações únicas ou atípicas poderiam formar endemismos pedológicos. Neste contexto, insere-se a ilha da Trindade (Guo et al., 2003; Bockheim, 2005).

Trindade e Martin Vaz representam as últimas atividades vulcânicas em território brasileiro e são datadas entre 3,5 milhões de anos e 5 milhões de anos atrás. Trindade é o único lugar no Brasil em que ainda se pode reconhecer os restos de um vulcão extinto, o Vulcão do Paredão (Cordani, 1970). Na ilha se concentram os materiais de origem mais jovens do país. O ambiente geológico da ilha é constituído de rochas básicas e alcalinas, e também depósitos sedimentares pleistocênicos-holocênicos (Castro, 2010). A pedogênese na ilha se dá em materiais de origem muito diferentes entre si e pouco comuns no Brasil. Por serem jovens, estes solos apresentam teores apreciáveis de minerais primários e argilominerais 2:1, assim como fases intermediárias destes minerais.

Para muitas espécies com baixa capacidade de dispersão, o mar, que separa a ilha do continente brasileiro, representa uma barreira geográfica quase intransponível

(Castro, 2010). O isolamento geográfico de ilhas oceânicas como Trindade dificulta o transporte da fauna terrestre, já que a ilha nunca esteve conectada com o continente. Ao mesmo tempo, o isolamento geográfico também propiciou a evolução de espécies únicas e endêmicas (MacArthur & Wilson, 1967; Kohn & Walsh, 1994).

A pedosfera nestes ambientes é pobre em fauna do solo principalmente, em macro e mesofauna do solo, tais como cupins, formigas, minhocas e baratas. A fauna do solo, particularmente a macrofauna, exerce papel fundamental na decomposição na matéria orgânica através da fragmentação física do material vegetal e indiretamente pela regulação da atividade comunidade microbiana do solo, por meio do estabelecimento de interações biológicas (Giller, 1996). Eles também afetam a ciclagem dos nutrientes através do rearranjo físico das partículas do solo, mudando a distribuição de tamanho de poros, modificando a microestrutura e a porosidade dos solos (Schaefer, 2001). Esses organismos têm sido chamados de “engenheiros do ecossistema” pela sua capacidade de modificar profundamente a estrutura do solo e a ciclagem de nutrientes no perfil (Stork & Eggleton, 1992). Schaefer (2001), trabalhando com amostras de Latossolos considerou a estrutura microgranular desses solos como sendo produto da ação da biota por longo tempo, e os cupins do solo estariam entre os principais organismos envolvidos em sua gênese.

As ilhas, de uma forma geral, representam um porto seguro para as aves marinhas. Mesmo aquelas espécies estritamente oceânicas necessitam de um local em terra firme para construir seus ninhos e criar seus filhotes. Trindade e Martin Vaz não são exceções e abrigam cerca de 20 espécies de aves marinhas, migratórias ou residentes, nos seus céus e penhascos (Fonseca Neto, 2004). A presença de aves marinhas migratórias no sistema imprime alterações químicas e mineralógicas no solo, e adicionam grandes quantidades de material orgânico ao solo, aumentando substancialmente os teores de Ca^{+2} e P nos solos (Schaefer et al., 2010).

A vegetação assim como os solos das áreas próximas ao mar também recebem quantidades apreciáveis de sais marinhos, vindos do “spray” salino, tais como cloretos e sulfetos. A arrebentação das ondas liberta para a atmosfera pequenas gotículas de água, ocorrendo precipitação dos sais nelas contidos durante a sua evaporação (Drever, 1988), representando uma adição considerável de sais aos substratos minerais.

Em vista de suas particularidades os solos que ocorrem em Trindade e em outras ilhas oceânicas brasileiras podem desenvolvem características consideradas

endêmicas. E por isso apresentam dificuldades de serem enquadrados corretamente no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, já que apresentarem características muito pouco freqüentes nos solos brasileiros. Representam ambientes *sui genesis* do planeta, restritos a pequenas áreas, o que confirma a necessidade de estudá-los mais detalhadamente.

Segundo autores (Marques, 2004; Oliveira, 2008; Clemente et al., 2009), estudos relacionados aos solos e aos ambientes terrestres das ilhas oceânicas brasileiras ainda são poucos e insuficientes ao manejo adequado desses ambientes. Trindade, assim como outras ilhas oceânicas brasileiras, também sofreu com a interferência antrópica e com a introdução de animais exóticos. Os ecossistemas de distribuição limitada os tornam especialmente vulneráveis a qualquer interferência externa, resultando facilmente na degradação dos ecossistemas e na perda da biodiversidade, muitas vezes únicas.

O único estudo mais específico sobre os solos e os ambientes terrestres da ilha da Trindade foi realizado por Clemente et al., (2009), que estudaram uma topossequência de solos da ilha. Este estudo não inclui toda a diversidade de solos e ambientes da ilha, necessitando de um mapeamento mais detalhado e minucioso dos solos da ilha da Trindade, que abrangesse todos os seus ambientes.

O objetivo desse estudo foi realizar caracterização morfológica, física, química e mineralógica dos solos da ilha da Trindade, bem como a classificação e o mapeamento dos solos e dos ambientes a estes associados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Localização e fisiografia

Trindade é uma ilha oceânica com pouco mais de 10 km² de superfície, situada no oceano Atlântico sul, aproximadamente no paralelo de Vitória (ES), estando a 1140 km da costa leste brasileira. Suas coordenadas centrais são 20° 30' latitude sul e 29° 18' longitude oeste, e juntamente com o Arquipélago Martin Vaz são os pontos mais orientais do território brasileiro. Trindade e Martin Vaz são dois vulcões isolados, não conectados e encontram-se apoiados no assoalho oceânico a profundidades de quase 5500 metros. Atualmente, a ilha da Trindade não oferece facilidades logísticas e/ou turísticas, que, apesar de sua beleza cênica e biodiversidade única, é muito distante da costa e só é acessível pelo mar (Alves, 1998).

A ilha possui uma forma estreita e alongada, com 8 km de comprimento e 2 km de largura. Possui um relevo extremamente acidentado, com escarpas íngremes, penhascos, vales profundos e platôs aluviais. Seu relevo íngreme por não propicia condições favoráveis aos processos sedimentares deposicionais. Os pontos mais elevados alcançam os 600 metros de altitude e situam-se nas áreas centrais da ilha, são eles: o Pico São Bonifácio, o Pico Trindade e o Pico Desejado. Dos picos centrais nascem todos os cursos de água e os pequenos córregos importantes da ilha, no entanto, o sistema de drenagem é pouco expressivo e de baixa vazão (Almeida, 2000).

Feição muito comum em toda a paisagem da ilha são os enormes diques, necks e pináculos fonolíticos, ao todo sobressaem 16 destas feições na ilha. Alcançam os 400 metros de altitude no Morro do Pico Branco, e 200 metros no Pico do Monumento. O relevo muito montanhoso e escarpado que a ilha possui resulta da ação vulcânica pretérita e das diferentes resistências das rochas a ação do intemperismo (Almeida, 2000).

Em Trindade o vulcanismo esteve ativo até o Holoceno. Segundo Almeida (2000), com exceção de alguns depósitos litorâneos e torrenciais, toda a ilha é formada por material vulcânico extrusivo e/ou subextrusivo. Ocorrem grandes intrusões fonolíticas, numerosos diques, derrames de diversos tipos de lavas e

volumosas massas de piroclastos. O vulcanismo nela existente é tipicamente fonolítico, com rochas e derrames altamente sódico-alcálinos e sub-saturados em sílica.

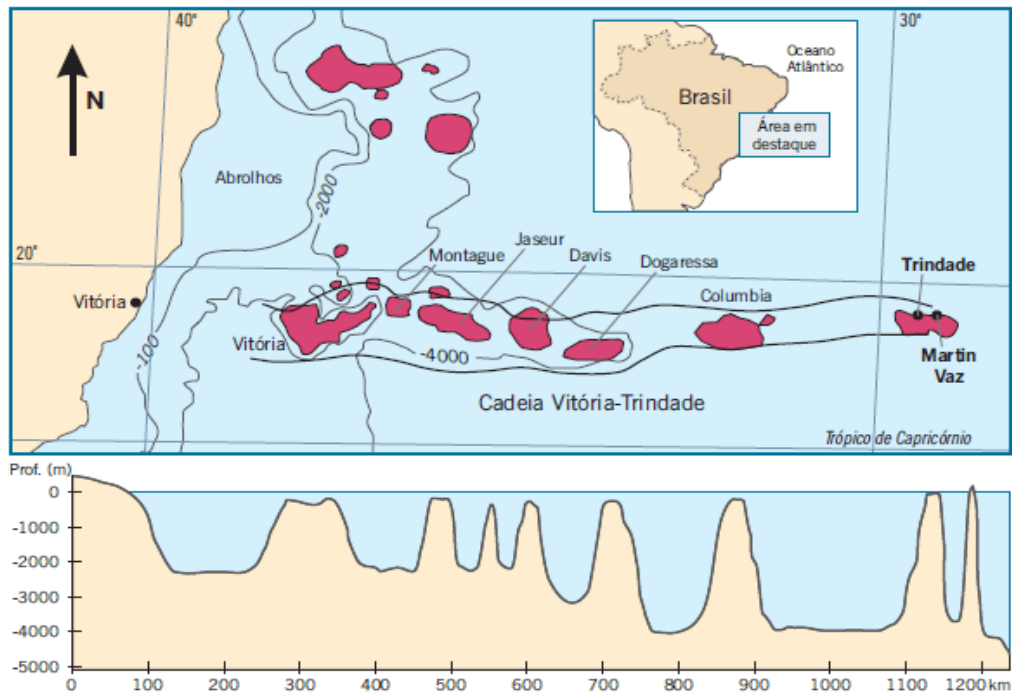


Figura 1. Acima: Mapa de localização da Cadeia Vitória-Trindade; Abaixo: Mapa batimétrico ao longo da Cadeia Vitória-Trindade, entre a costa e as ilhas de Trindade e o arquipélago Martin Vaz (Fonte: Almeida, 2000).

2.2 Clima

O clima da ilha é do tipo tropical oceânico, com temperatura média anual de 25 °C, sendo o mês de fevereiro o mais quente (30 °C) e o de agosto o mais frio (17 °C) (Soares, 1964). A pluviosidade média anual é baixa (≈ 924 mm), com duas estações anuais, uma seca, nos meses de janeiro a março, e outra úmida, nos meses de julho e agosto. A precipitação mais intensa da ilha é a orográfica, ocorrendo, sobretudo nas áreas mais altas.

As condições climáticas dos ambientes terrestres variam de acordo com a sua localização e orientação na paisagem, já que o relevo (e o microrelevo) da ilha varia muito. A fase norte da ilha frequentemente é invadida por ventos alísios mais secos, vindos do oceano Atlântico sul, que retiram parte da umidade dessa porção. Por isso, nessa porção da ilha, o clima é mais semi-árido, além disso, a paisagem possui relevo mais suave, a vegetação que predomina atualmente é de porte mais baixo e menos

diversificado. A porção sul é mais úmida e fria, o terreno íngreme dificulta a passagem dos raios solares e possui maior altitude permite o efeito constante das nuvens, além disso, a porção sul não recebe os ventos alísios vindos do atlântico sul, mais secos. As partes mais altas da ilha são as mais úmidas e frias e estão sob o efeito constante das nuvens e/ou das chuvas orográficas (Alves, 1998).

2.3 Formação e geologia geral

A ilha da Trindade e o arquipélago de Martin Vaz são o fim de uma cadeia de maciços vulcânicos submersos, o lineamento Vitória-Trindade. Tal lineamento é constituído por uma série de *guyots*¹ e montes submersos, quase todos aplainados pela erosão marinha e cobertos por calcário marinho, nivelados a profundidades inferiores a 100 metros. Subsistem ainda como ilha, apenas Trindade e Martin Vaz, provavelmente, pelo fato da atividade vulcânica ter persistido por um período maior (Almeida, 2000). O lineamento Vitória – Trindade formou-se pela atividade de um *hot spot*² nos últimos 72,5 milhões de anos. Trindade e Martin Vaz representam as últimas atividades desse *hot spot*, entre três milhões de anos (Plio-pleistocênica) e cinco mil anos atrás (Holocênica) (Thomaz Filho & Rodrigues, 1999).

Almeida (1961) descreve em detalhes os registros litoestratigráficos ocorridos em Trindade, constituídos por cinco unidades geológicas. Cordani (1970) e Castro & Antonello, (2006) acrescentam a essa descrição os depósitos holocênicos. Aqui tem-se uma breve descrição dos seis registros litoestratigráficos da ilha:

O **Complexo de Trindade** caracteriza-se por uma associação heterogênea de piroclastos³ e eruptivas, quase todas intrusivas, de natureza predominantemente alcalina. Cobre a maior parte do território da ilha e representa a mais antiga manifestação vulcânica da ilha, tendo sido intensamente erodida antes do seu recobrimento pela formação seguinte, a Sequência Desejado.

¹ Monte submarino de topo achatado, como resultado da erosão de uma ilha vulcânica, quando se encontrava acima do nível do mar (Frank Press et al., 2006).

² São pontos fixos no globo, que quando ativos ascendem jatos estreitos e cilíndricos de material vulcânico quente. O magma penetra na litosfera e pode chegar à superfície, formando ilhas (ou vulcões nos continentes). A posição que a placa ocupa sobre o ponto quente é marcada por um vulcão ativo, que se torna inativo medida que a placa tectônica se movimenta. Assim, o movimento da placa origina um alinhamento de vulcões extintos e progressivamente mais antigos. É assim que se formam arcos de ilhas, e através deles é possível estimar a velocidade de deslocamento das placas tectônicas (Frank Press et al., 2006).

³ Piroclastos se formam em erupções violentas, a partir de fragmentos de lava lançados ao ar. Lavas vulcânicas ejetadas ao ar em contato com a superfície formam rochas piroclásticas. Estas rochas são classificadas de acordo com seu tamanho dos seus fragmentos (Frank Press et al., 2006).

A **Seqüência Desejado** constitui-se de uma sucessão de derrames de fonolíticos (fonólitos, nefelinitos e grazinitos), associados à piroclastos de composição equivalente. Forma a região mais alta da ilha, com espessuras que atingem até 400 metros, na seção entre a Praia dos Portugueses e o pico do Desejado.

A **Formação Morro Vermelho** resulta de uma única e continuada manifestação vulcânica explosiva com derrames de lava ankaratrítica (variedade melanocrática de olivina nefelinito contendo biotita). O centro emissivo situava-se próximo ao Pico Morro Vermelho o qual produziu corridas de lavas, tufos de lúpili⁴ e brechas⁵ em direção a Praia do Príncipe e a Praia dos Andradas, com espessuras que excedem os 200 metros.

A **Formação do Valado** é representada por depósitos aluviais na região do Córrego do Valado a nordeste da ilha, e por um pequeno centro emissivo situado no topo do vale. A natureza do material consiste de derrames de lavas (tannbuschítica) e piroclásticos diversos, de composição básica a ultrabásica.

O **Vulcão do Paredão** situa-se na extremidade oriental da ilha, e é a manifestação vulcânica mais recente da ilha (e do Brasil), com idade Pleistocênica superior/holocênica. Representa as ruínas de um cone vulcânico parcialmente destruído pela ação do mar, constituído de derrames de lavas, tufos e brechas, de natureza básica.

Os **Depósitos Holocênicos** representam uma pequena parcela das unidades estratigráficas ocorrentes na ilha e são caracterizados por depósitos eólicos, praias, aluviões, recifes algálicos e depósitos de encostas (Cordani, 1970). Segundo Castro & Antonello, (2006), os depósitos eólicos escalonares (dunas) são provenientes das contribuições exclusivas de tufos vulcânicos, materiais piroclásticos e recifes algálicos.

A região central da ilha, mais elevada e constituída por derrames da Seqüência do Desejado, forma um planalto axial acima de 350 metros, do qual se erguem os picos mais elevados (Desejado, Trindade e São Bonifácio), e nascem os principais córregos e as inúmeras ravinas da ilha. Das bordas desse planalto iniciam-se as rochas do Complexo de Trindade que chegam até as margens da ilha. O Complexo de Trindade proporciona a ilha os mais notáveis aspectos paisagísticos, composta por íngremes taludes rochosos, escarpas e grandes diques fonolíticos da

⁴ Rochas piroclásticas cujo tamanho médio dos fragmentos varia entre 64 mm e 2 mm.

⁵ Rochas piroclásticas com fragmentos de tamanho maior, que exceda 64 mm.

ilha, visivelmente mais resistentes ao intemperismo. A região oriental da ilha é mais baixa, nela existem as erupções de lavas básicas ankaratríticas dos Vulcões do Morro Vermelho e do Paredão, mais suscetíveis ao desgaste químico e físico. As lavas do Morro Vermelho formam um pequeno planalto, o planalto ankaratrítico, e por terem modificado o seu curso (de nordeste para o sul), dão origem ao mais profundo *Canyon* da ilha. O Vulcão do Paredão, no extremo leste da ilha, é a manifestação vulcânica mais recente da ilha, cuja morfologia de cone ainda se encontra parcialmente preservada.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta das amostras

As amostras de solo foram coletadas durante a campanha realizada entre dezembro de 2008 a fevereiro de 2009. Foram descritas as paisagens e os solos da ilha, e coletadas amostras de 22 perfis de solos. No Quadro 1 (Página 12) estão resumidas as principais características dos solos e das paisagens da ilha, agrupados de acordo com a formação geológica predominante em cada perfil de solo amostrado. As coletas foram organizadas de forma que fossem percorridos primeiro os locais mais remotos e desconhecidos, e posteriormente os locais mais próximos e já estudados por Clemente et al., (2009). Além disso, buscou-se abranger todas as formações geológicas descritas por Almeida (1961). O GPS Garmin Etrex foi utilizado para obtenção da altitude e das coordenadas dos perfis (Projeção UTM, fuso 26S, datum WGS 84). A descrição dos perfis de solo foi feita conforme Lemos et al., (2005) e a classificação conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). As amostras coletadas foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de 2 mm de abertura de malha, obtendo-se assim a TFSA (EMBRAPA, 1997).

3.2 Análises Físicas, Químicas e Mineralógicas

A cor do solo foi obtida por meio de caderneta de Münsell (MÜNSELL, 1994). A dispersão da TFSA foi realizada utilizando o método da proveta, com agitação lenta por 16 horas (EMBRAPA, 1997). A argila dispersa em água (ADA) foi obtida pelo mesmo método, porém com agitação rápida e sem a presença do dispersante químico (EMBRAPA, 1997). O grau de flocculação foi calculado conforme EMBRAPA (1997).

O pH do solo em água e em KCl 1 mol.L⁻¹ na proporção 1:2,5 (EMBRAPA, 1997); e em NaF 1 mol.L⁻¹ na proporção 1:50 (SSSA, 1996). O Al³⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ foram extraídos com KCl 1 mol.L⁻¹ na proporção 1:10 e determinados por absorção atômica (EMBRAPA, 1997). O Na⁺, K⁺ e P foram extraídos com Mehlich 1 na proporção 1:10 e determinados por colorimetria (P) e por fotometria de chama (Na⁺ e K⁺) (EMBRAPA, 1997). A acidez potencial (H⁺+Al³⁺) foi extraída com Ca(OAc)₂

0,5 mol.L⁻¹ a pH 7,0 (EMBRAPA, 1997). O P remanescente foi determinado com o P em solução após agitação por uma hora de 60 mg.L⁻¹ em CaCl₂ 0,01 mol.L⁻¹, na relação 1:10, de acordo com a metodologia de Alvarez V. et al., (1999). O nitrogênio total pelo método de Kjeldahl (EMBRAPA, 1997); e o carbono orgânico total (COT) por combustão úmida (Yeomans e Bremner, 1988), utilizando o ferroin como indicador.

A mineralogia da fração argila foi estudada pela técnica de difratometria de raios-X em 18 horizontes (B ou C) de 17 perfis pré-selecionados. A dispersão das frações (areia, silte e argila) foi feita em solução a pH 10 (1g Na₂CO₃ para 10 L de água deionizada), seguida da agitação lenta por 16 horas. A argila natural foi obtida após separação das frações silte e argila por sedimentação, segundo a lei de Stoks. A remoção dos óxidos de ferro da argila natural foi feita pelo método de extração por ditionito-citrato-bicarbonato de Na (DCB) (Mehra & Jackson, 1960). A fração argila desferrificada foi submetida aos seguintes tratamentos: saturação com Mg e secagem ao ar, saturação com Mg e solvatação com etilenoglicol, saturação com K e secagem ao ar e saturação com K e aquecimento a 550 °C (Whittig & Allardice, 1986). Para concentração dos óxidos pedogenéticos e dos minerais secundários 2:1 foi feito o tratamento com NaOH 5 mol.L⁻¹ nas amostras de argila natural, conforme Whittig & Allardice (1986). Foram confeccionadas lâminas orientadas e não orientadas e analisadas por aparelho difratômetro X'PERT PRO PANalytical operando com tensão de 40 kV, com corrente de 45 mA e radiação de CoK α . A amplitude da varredura foi de 2 a 60° 2 θ . Os critérios empregados na identificação dos minerais foram: à distância interplanar (d), forma, a largura, intensidade e comportamento frente aos tratamentos, conforme Jackson (1975). A interpretação dos difratogramas seguiu as recomendações de Chen (1977).

3.3 Mapeamento digital dos solos

O mapeamento de alta intensidade dos solos da ilha foi feito utilizando-se a Carta Náutica da Marinha do Brasil (Nº 24) e os mapas altimétrico e geológico, obtidos em Almeida (1961). A imagem utilizada no mapeamento foi produzida a partir de duas imagens, a multiespectral e pancromática, do sensor QuickBird, numa composição de bandas 4, 3 e 2 (Figura 2). A imagem gerada pela fusão possui alta resolução espacial e facilitando mapeamento dos solos e dos tipos de terreno. A etapa seguinte foi delimitar as manchas de solos de cada unidade que compõe o mapa de

solos. Todos os procedimentos, incluindo a elaboração do mapa final, foram realizados utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto utilizando as ferramentas do software ArcGis 9.3[@].

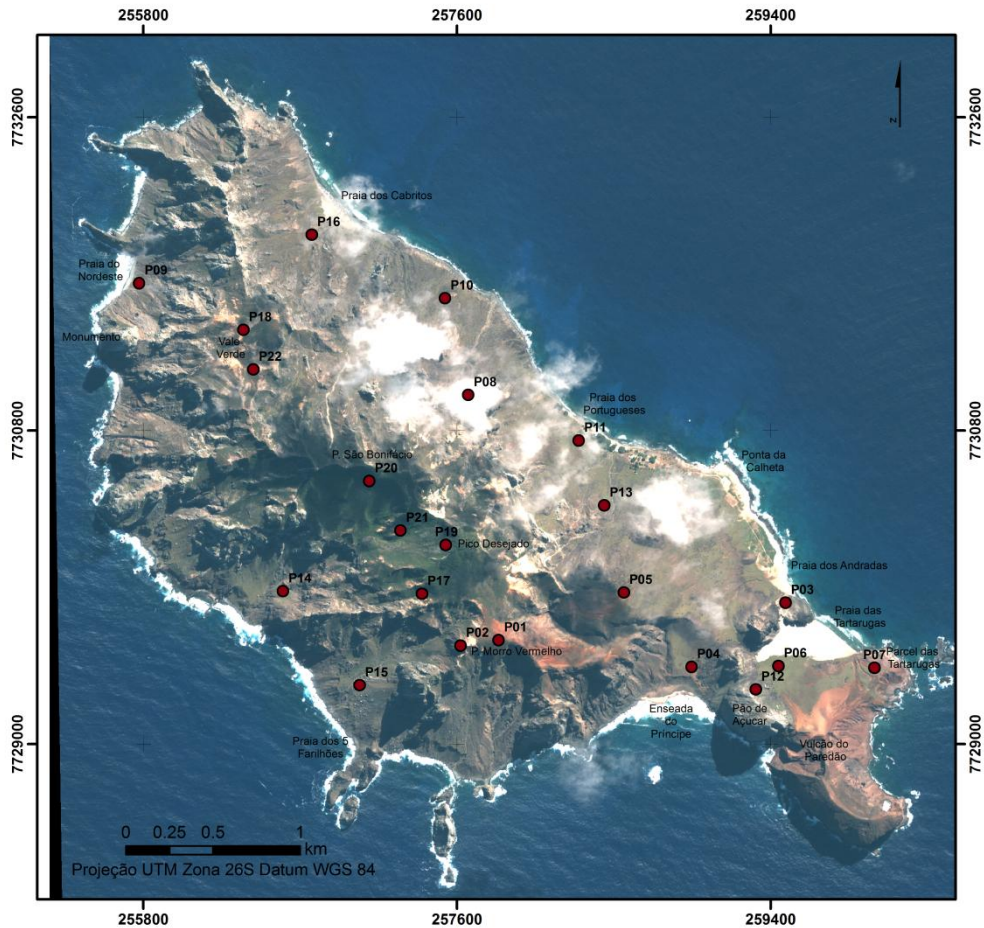


Figura 2: Localização dos Perfis de solo e os principais pontos da ilha da Trindade.

Quadro 1. – Características gerais dos solos da ilha da Trindade.

Classificação	Altitude (m)	Formação geológica/ Material de origem	Coordenadas (UTM 26S)	Pequena descrição do solo (Ambiente, vegetação, erosão e influência da avifauna)
Perfil 1 - Cambissolo Háplico Alítico léptico, A Moderado, sóldico	435	Formação Morro Vermelho. Derrames de analcita-ankaratritos com sobreposição de rochas da Seqüência Desejado.	257838 7729598	Platô do Morro do Grazinas. Vegetação rasteira de <i>Bulbostylis nesiotis</i> e alguns indivíduos de <i>Ptyrograma calomelanos</i> . Não rochoso. Erosão laminar extremamente forte e em sulcos freqüentes e profundos nas bordas.
Perfil 2- Cambissolo Háplico Ta Eutrófico léptico, A Moderado	430	Formação Morro Vermelho. Tufos e derrames de analcita-ankaratritos.	257636 7729590	Platô do Morro Vermelho. Vegetação rasteira de <i>Bulbostylis nesiotis</i> e algumas <i>Ptyrograma calomelanos</i> . Não rochoso. Erosão laminar muito forte nas bordas.
Perfil 3 - Neossolo Regolítico Eutrófico léptico, A Moderado	5	Cones e aventais de talude da Formação Morro vermelho. Tufos e derrames de analcita-ankaratritos.	257838 7729598	No fim da Praia dos Andradas, abaixo do Morro das Tartarugas. Vegetação de <i>Cyperus atlanticus</i> . Rochoso. 20 % do terreno coberto de blocos e matações de fonólitos e ankaratritos. Erosão laminar moderada e em sulcos muito freqüentes, profundos e voçorocas.
Perfil 4 - Neossolo Regolítico Eutrófico típico, A Moderado	75	Cone aluvial da Formação Morro vermelho. Tufos e derrames de analcita-ankaratritos com contribuição de blocos fonolíticos do Complexo de Trindade.	258546 7729444	Parte alta do Terraço da Praia do Príncipe, próximo a drenagem. Vegetação de <i>Cyperus atlanticus</i> e poucas <i>Bulbostylis nesiotis</i> . Moderadamente pedregosa. 25 % do terreno coberto de blocos e matações fonolíticos. Erosão laminar fraca, em sulcos muito freqüentes, rasos e profundos.
Perfil 5 - Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico, A Moderado	190	Formação Morro Vermelho. Tufos e derrames de analcita-ankaratrito.	258558 7729871	Próximo ao Morro pé do Elefante. Vegetação de <i>Cyperus atlanticus</i> . Rochoso. 25 % do terreno coberto de blocos e matações de fonólitos e ankaratritos. Erosão laminar extremamente forte, em sulcos muito freqüentes, profundos e voçorocas.
Perfil 6 - Neossolo Regolítico Eutrófico bioclasto-carbonático ornitogênico, O histórico	15	Formação Vulcão do Paredão. Tufos ankaratriticos e sedimentos quaternários biogênicos.	259445 7729449	Em frente ao morro Pão de Açúcar, na parte anterior da Praia das Tartarugas. Vegetação exuberante de <i>Cyperus atlanticus</i> . Ligeiramente rochoso. 5 % do terreno coberto de blocos e matações fonolíticos do Complexo de Trindade. Erosão não aparente. Muitas aves e ninhais na paisagem, com bolsões de <i>Cyperus atlanticus</i> bem exuberantes.
Perfil 7 - Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico, A Moderado	53	Formação Vulcão do Paredão. Tufos e piroclastos ankaratriticos.	260020 7729398	Perfil descrito no terço inferior do Morro Vulcão do Paredão, em frente ao Parcel das Tartarugas com vegetação de <i>Cyperus atlanticus</i> e alguns <i>Bulbostylis nesiotis</i> . Não rochoso. Erosão laminar extremamente forte, em sulcos muito freqüentes, profundos e voçorocas.
Perfil 8 - Neossolo Litólico Eutrófico típico ornitogênico, A Moderado	220	Formação do Valado e Complexo de Trindade. Piroclastos fonolíticos e Aglutinados de Tannbuschito.	2576807 7731006	Perfil descrito ao pé do morro do Valado com vegetação de <i>Bulbostylis</i> e alguns <i>Cyperus atlanticus</i> . Muito rochoso. 70 % do terreno coberto de blocos e matações fonolíticos. Erosão laminar moderada, em sulcos freqüentes e rasos. Aves comuns e ninhais na paisagem.

Continua...

Classificação	Altitude (m)	Formação geológica/ Material de origem	Coordenadas (UTM 26S)	Pequena descrição do solo (Ambiente, vegetação, erosão e influência da avifauna)
Perfil 9 - Neossolo Litólico Eutrófico típico, A Moderado	5	Complexo de Trindade. Piroclastos e domos fonolíticos.	255775 7731647	Perfil na praia do Noroeste próximo ao Monumento. Vegetação de <i>Cyperus atlanticus</i> , nas partes de solo mais raso <i>Bulbostylis nesiotis</i> . Muito rochoso. 50 a 60 % do terreno coberto de blocos e matacões fonolíticos. Erosão laminar moderada e em sulcos freqüentes e rasos.
Perfil 10 - Neossolo Regolítico Distrófico léptico ornitogênico, A Moderado	50	Cone aluvial do Complexo de Trindade. Piroclastos diversos, blocos e matacões fonolíticos.	257531 7731561	Perfil descrito em terraço logo após a ponta do Valado. Vegetação de <i>Bulbostylis nesiotis</i> e poucas <i>Cyperus atlanticus</i> . Muito rochoso. 70 % do terreno coberto de blocos e matacões fonolíticos. Erosão laminar moderada e em sulcos freqüentes, rasos ou profundos. Aves comuns e ninhais na paisagem.
Perfil 11 - Neossolo Litólico Eutrófico típico ornitogênico, A Moderado	40	Cone aluvial do Complexo de Trindade. Piroclastos diversos e blocos fonolíticos.	258295 7730744	Perfil descrito em terraço da Praia dos Portugueses, próximo ao POIT. Vegetação de <i>Cyperus atlanticus</i> e poucos <i>Bulbostylis nesiotis</i> . Rochoso. 30 % do terreno coberto de blocos e matacões fonolíticos. Erosão laminar fraca, em sulcos freqüentes, rasos ou profundos. Próximo a área de ninhal.
Perfil 12 - Organossolo Háptico Fíbrico típico ornitogênico, A Moderado	130	Complexo de Trindade. Blocos fonolíticos e excrementos (guano) das aves.	259452 7729347	Perfil descrito abaixo do Pão de Açúcar. Vegetação exuberante de <i>Cyperus atlanticus</i> com alguma <i>Ptyrograma austroamericana</i> . Muito rochoso. 70 % do terreno coberto de blocos e matacões fonolíticos. Não aparente. Perfil com forte ornitogênese.
Perfil 13 - Neossolo Litólico Eutrófico fragmentário, A Moderado	87	Cones e aventais de talude do Complexo de Trindade. Fragmentos de blocos e matacões fonolíticos.	258444 7730378	Perfil descrito no terço superior da paisagem, do lado do Pico Preto (Praia dos Portugueses). Vegetação de <i>Cyperus atlanticus</i> e alguns <i>Bulbostylis nesiotis</i> . Muito rochoso. 60 % do terreno coberto de blocos e matacões fonolíticos. Erosão laminar fraca e em sulcos freqüentes, rasos ou profundos. Próximo a área de ninhal.
Perfil 14 - Neossolo Litólico Distrófico típico ornitogênico, A Moderado	75	Complexo de Trindade. Piroclastos fonolíticos.	256601 7729879	Perfil descrito no terço inferior da paisagem na trilha para a praia do Eme (Face sul), próximo a drenagem. Vegetação de <i>Cyperus atlanticus</i> e poucos indivíduos de <i>Doryopteris campos-portoi</i> . Extremamente rochoso. 80 % do terreno coberto de blocos e matacões fonolíticos. Erosão laminar fraca, e em sulcos freqüentes, rasos ou profundos. Muitas aves e ninhais na paisagem.
Perfil 15 - Neossolo Litólico Eutrófico típico ornitogênico, A Moderado	109	Complexo de Trindade. Piroclastos fonolíticos.	257040 7729339	Perfil descrito no terço médio da paisagem para a Praia dos 5 Farilhões (Face sul), próximo a drenagem. Vegetação de <i>Cyperus atlanticus</i> , poucos indivíduos de <i>Doryopteris campos portoi</i> e <i>Ptyrograma calomelanos</i> . Extremamente rochoso. 80 % do terreno coberto de blocos e matacões fonolíticos. Erosão laminar fraca, em sulcos freqüentes e rasos. Muitas aves e ninhais na paisagem.
Perfil 16 - Neossolo Litólico Distrófico típico ornitogênico, A Moderado	80	Cone aluvial do Complexo de Trindade. Piroclastos diversos e blocos fonolíticos.	256766 7731926	Perfil descrito no terraço da praia dos Cabritos. Vegetação de <i>Bulbostylis nesiotis</i> . Rochoso. 30 % do terreno coberto de blocos e matacões fonolíticos. Erosão laminar moderada, em sulcos freqüentes, rasos ou profundos. Próximo área de ninhais.

Continua...

Classificação	Altitude (m)	Formação geológica/ origem	Material de	Coordenadas (UTM 26S)	Pequena descrição do solo (Ambiente, vegetação, erosão e influência da avifauna)
Perfil 17 - Cambissolo Háplico Ta Distrófico léptico, A Moderado	425	Seqüência diversos.	Desejado. Piroclastos	257415 7729831	Platô do Morro Verde. Vegetação mista de <i>Ptyrograma calomelanos</i> e <i>Stirpa tirsia</i> . Moderadamente rochoso. 10 a 20 % do terreno coberto de blocos e matacões fonolíticos. Erosão laminar moderada nas bordas.
Perfil 18 - Cambissolo Háplico Alítico típico ornitogênico, A moderado	420	Seqüência diversos.	Desejado. Piroclastos	256373 7731379	Platô do Noroeste. Vegetação de <i>Ptyrograma calomelanos</i> , alguns indivíduos de <i>Doryopteris campos portoi</i> , <i>Bulbostylis nesiotis</i> e <i>Cyperus atlanticus</i> . Não rochoso. Erosão laminar muito forte e em sulcos freqüentes, profundos e voçorocas nas bordas. Próximo a área de grande ninhal.
Perfil 19 - Cambissolo Háplico Ta Distrófico léptico, O hístico	580	Seqüência domos fonolíticos.	Desejado. Derrames e	257534 7730144	Perfil descrito na face sul do planalto axial do Desejado. Em Floresta Nebular de <i>Myrsine floribunda</i> com indivíduos freqüentes de <i>Cyathea delgadii</i> e muitas samambaias rasteiras no sub-bosque. Ligeiramente rochoso. 15 % do terreno coberto de blocos e matacões fonolíticos. Erosão laminar ligeira.
Perfil 20 - Cambissolo Háplico Ta Distrófico léptico, O hístico	550	Seqüência domos fonolíticos.	Desejado. Derrames e	257137 7730568	Parte alta da Fazendinha (Platô São Bonifácio). Em Floresta Nebular <i>Myrsine floribunda</i> com indivíduos freqüentes de <i>Cyathea delgadii</i> , orquídeas, samambaias rasteiras diversas e <i>Plantago trinitates</i> . Ligeiramente rochoso. 15 % do terreno coberto de blocos e matacões fonolíticos. Erosão laminar forte, em sulcos freqüentes, rasos ou profundos nas bordas.
Perfil 21 - Organossolo Fólico Fíbrico típico, O hístico	400	Seqüência diversos.	Desejado. Piroclastos	257276 7730227	Abaixo do planalto axial do Desejado (face sul), próximo a drenagem. Floresta Nebular de <i>Cyathea delgadii</i> e samambaias diversas no sub-bosque. Rochoso. 50% do terreno coberto de blocos e matacões fonolíticos. Erosão laminar ligeira.
Perfil 22 - Cambissolo Háplico Alítico típico, A Moderado	410	Seqüência diversos.	Desejado. Piroclastos	256431 773152	Pequeno platô vizinho ao platô do Noroeste. Vegetação mista de <i>Bulbostylis nesiotis</i> e <i>Ptyrograma calomelanos</i> . Não rochoso. Erosão laminar forte, em sulcos freqüentes, profundos e voçorocas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Atributos físicos e morfológicos gerais dos solos da ilha

As principais características físicas e morfológicas dos solos estudados encontram-se resumidas nos Quadros 2 e 3. Os perfis estudados apresentam características físicas e morfológicas muito distintas entre si e se desenvolvem de acordo com os diferentes pedoambientes encontrados na ilha. São também muito diferentes das características comumente encontradas em solos continentais.

O relevo movimentado associado a afloramentos rochosos e a instabilidade natural inerente ao material vulcânico, acrescida da intensa retirada da vegetação pelo homem e animais exóticos contribuiu para que boa parte dos solos da ilha apresente sinais evidentes de erosão, e se encontrem decapitados.

Dentre outras particularidades, os solos da ilha se desenvolvem sobre materiais muito diferentes entre si, quanto à origem, a idade, a composição química e a resistência ao intemperismo. Essa variedade se reflete no modelado da paisagem altamente íngreme e alcantilada. Ocorrem na ilha tufos vulcânicos frágeis, mas também maciços fonolíticos bem mais resistentes ao intemperismo. Ocorrem desde materiais de origem ultrabásicos, passando por rochas alcalinas intermediárias e até calcarenitos litorâneos. A gama de ambientes e materiais de origem também se reflete na diversidade das características dos solos e das paisagens formadas na ilha.

A atividade da avifauna imprime certas particularidades às propriedades físicas e morfológicas sobre os solos os quais ocorre, e ao ambiente terrestre da ilha. O aporte de material orgânico promove a redução da densidade solo em superfície, o solo possui uma cor mais escura e avermelhada, além do odor característico e da presença marcante de aves e ninhais na paisagem. As modificações são claramente observadas, criando bolsões de solos ornitogênicos, facilmente identificados, onde o sucesso da vegetação é maior. Além das modificações de ordem química que ocorrem no solo.

Quadro 2. Atributos físicos dos solos da ilha da Trindade

Hor.	Prof. (cm)	< 2 mm				Argila dispersa (%)	Grau de Floculação (%)	Silte/ Argila	Grupamento textural
		AG	AF	Silte	Argila				
		dag Kg ⁻¹							
Perfil 1 - Cambissolo Háplico Ta Distrófico léptico, A Moderado									
A	0-5	5	10	54	31	4	87	1.74	Siltosa
AB	5-10	2	6	58	34	1	97	1.71	Siltosa
Bi	10-40	0	5	58	37	1	97	1.57	Argilosa
BC	40-70	1	7	66	26	1	96	2.54	Siltosa
C	70+	1	10	64	25	1	96	2.56	Siltosa
Perfil 2- Cambissolo Háplico Ta Eutrófico léptico, A Moderado									
A	0-5	10	26	45	19	2	89	2.37	Média
Bi	5-25	9	18	59	14	1	93	4.21	Média
BC	25-30	10	6	43	41	9	78	1.05	Média
Cr	30-35	26	5	34	35	7	80	0.97	Média
CR	35+	36	7	24	33	8	76	0.73	Média
Perfil 3 - Neossolo Regolítico Eutrófico léptico, A Moderado									
A	0-7	21	10	39	30	7	77	1.30	Média
Bi	7-15	36	9	30	25	10	60	1.20	Média
C	15-30	35	11	27	27	11	59	1.00	Média
Cr	30-50	9	2	40	49	19	61	0.82	Média
Perfil 4 - Neossolo Regolítico Eutrófico típico, A Moderado									
A1	0-10	11	16	40	33	11	67	1.21	Média
A2	10-30	13	12	42	33	17	48	1.27	Média
C1	30-70	18	9	39	34	19	44	1.15	Média
C2	70-180	16	8	41	35	14	60	1.17	Argilosa
C3	180+	14	8	45	33	16	52	1.36	Média
Perfil 5 - Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico, A Moderado									
A	0-10	6	7	40	47	6	87	0.85	Argilosa
AB	10-25	14	7	32	47	17	64	0.68	Argilosa
Bi1	25-50	14	9	33	44	13	70	0.75	Argilosa
Bi2	50-70	17	10	31	42	11	74	0.74	Argilosa
C1	70-90	40	7	26	27	9	67	0.96	Média
C2	90-115+	6	3	40	51	17	67	0.78	Argilosa
Perfil 6 - Neossolo Regolítico Eutrófico bioclasto-carbonático ornitogênico, O hístico									
Oo	0-5	38	20	21	21	3	86	1.00	Média
A1	5-40	51	24	12	13	3	77	0.92	Média
C1	40-70	32	33	22	13	3	77	1.69	Média
C2	70-85	29	27	28	16	9	44	1.75	Média
C3	85-110	43	41	9	7	3	57	1.29	Arenosa

Continua....

Hor.	Prof. (cm)	< 2 mm				Argila dispersa (%)	Grau de Floculação (%)	Silte/ Argila	Grupamento textural
		AG	AF	Silte dag Kg ⁻¹	Argila				
Perfil 7 - Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico, A Moderado,									
A1	0-10	20	30	35	15	3	79	2.50	Média
A2	44105	18	27	40	15	3	80	2.67	Média
Bi	20-55	19	20	46	15	6	60	3.07	Média
BC	55-65	33	19	34	14	6	57	2.43	Média
C1	65-85	31	12	40	17	8	53	2.35	Média
C2	85-100	25	9	40	26	10	62	1.54	Média
Cr	100-120+	39	7	34	20	6	70	1.70	Média
Perfil 8 - Neossolo Litólico Eutrófico típico omitogênico, A Moderado									
AC	0-20	10	23	39	28	6	79	1.39	Média
Perfil 9 - Neossolo Litólico Eutrófico típico, A Moderado									
A	0-5	35	14	33	18	4	78	1.83	Média
AC	5-35	45	13	26	16	3	80	1.73	Média
Perfil 10 - Neossolo Regolítico Distrófico léptico omitogênico, A Moderado									
A	0-35	31	10	23	36	4	89	0.64	Média
C	35-90+	13	5	33	49	16	67	0.67	Argila
Perfil 11 - Neossolo Litólico Eutrófico típico omitogênico, A Moderado									
A	0-10	14	15	43	28	7	75	1.54	Média
AC	10-30	28	12	33	27	9	67	1.22	Média
Perfil 12 - Organossolo Háplico Fibrício típico omitogênico, A Moderado									
Oo1	0-15	44	8	33	15	2	87	2.20	-
Oo2	15-30	30	9	45	16	2	88	2.81	-
A	30-40	24	12	48	16	1	94	3.00	Média
Bi	40-50	24	9	52	15	1	93	3.47	Média
C1	50-65	26	9	50	15	1	93	3.33	Média
C2	65-110	26	10	49	15	2	87	3.27	Média
Cr	110-120+	22	9	52	17	4	76	3.06	Média
Perfil 13 - Neossolo Litólico Eutrófico fragmentário, A Moderado									
A	0-10	21	12	46	21	6	71	2.19	Média
RC	10-80+	22	11	46	21	8	62	2.19	Média
Perfil 14 - Neossolo Litólico Distrófico típico omitogênico, A Moderado									
A	0-20	31	13	34	22	5	77	1.55	Média
AC	20-35	33	16	33	18	3	83	1.83	Média
Perfil 15 - Neossolo Litólico Eutrófico típico omitogênico, A Moderado									
A	0-15	30	11	36	23	5	78	1.57	Média
AC	15-55	21	12	43	24	6	75	1.79	Média
R	55+	32	11	38	19	5	74	2.00	Média

Continua...

Hor.	Prof. (cm)	< 2 mm				Argila dispersa (%)	Grau de Floculação (%)	Silte/ Argila	Grupamento textural
		AG	AF	Silte dag Kg ⁻¹	Argila				
Perfil 16 - Neossolo Litólico Distrófico típico omitogênico, A Moderado									
A	0-15	14	12	44	30	4	87	1.47	Média
AC	15-45+	50	12	21	17	3	82	1.24	Média
Perfil 17 - Cambissolo Háptico Ta Distrófico léptico, A Moderado									
A	0-7	11	8	44	37	7	81	1.19	Argilosa
Bi	7-45	23	17	29	31	3	90	0.94	Média
BC	45-75+	8	11	32	49	3	94	0.65	Argilosa
Perfil 18 - Cambissolo Háptico Alítico típico omitogênico, A moderado									
A	0-35	15	13	28	44	7	84	0.64	Argilosa
Bi	35-65	13	21	33	33	1	97	1.00	Média
Bi2	65-95+	14	7	14	65	8	88	0.22	Muito Argilosa
Perfil 19 - Cambissolo Háptico Ta Distrófico léptico, O hístico									
O1	10-0	-	-	-	-	-	-	-	-
O2	0-25	19	3	27	51	3	94	0.53	Argilosa
Bi	25-45	16	11	22	51	9	82	0.43	Argilosa
C	45-60	15	8	22	55	12	78	0.40	Argilosa
Cr	60-80+	18	8	25	49	7	86	0.51	Argilosa
Perfil 20 - Cambissolo Háptico Ta Distrófico léptico, O hístico									
O1	10-0	-	-	-	-	-	-	-	-
O2	0-20	15	6	30	49	5	90	0.61	fibrosa
C	20-40	15	8	24	53	12	77	0.45	Argilosa
Cr	40-60+	15	8	23	54	9	83	0.43	Argilosa
Perfil 21 - Organossolo Fólico Fíbrico típico, O hístico									
O	35-0	-	-	-	-	-	-	-	-
A	0-5	17	7	35	41	6	85	0.85	Argilosa
AC	5-20	16	8	36	40	6	85	0.90	Argilosa
Cr	20-65+	15	9	33	43	1	98	0.77	Argilosa
Perfil 22 - Cambissolo Háptico Alítico típico, A Moderado									
A1	0-5	15	15	32	38	9	76	0.84	Argilosa
A2	5-15	2	6	32	60	12	80	0.53	Muito Argilosa
Bi1	15-35	2	6	38	54	13	76	0.70	Argilosa
Bi2	35-65+	1	3	36	60	6	90	0.60	Muito Argilosa

Quadro 3. Atributos morfológicos dos solos estudados da ilha da Trindade

Hor.	Prof. (cm)	Cor predominante		Unidade estrutural	Grau	Transição
		Seco	Úmido			
Perfil 1 - Cambissolo Háplico Ta Distrófico léptico, A Moderado						
A	0-5	5YR 4/4	5YR 3/4	Granular	Fraca	Plana e abrupta
AB	5-10	5YR 4/6	5YR 3/4	Granular	Fraca	Irregular e difusa
Bi	10-40	5YR 4/6	5YR 3/4	Granular	Fraca	Irregular e difusa
BC	40-70	5YR 5/6	5YR 4/4	Bl. Sub.	Mod.	Irregular e difusa
C	70+	7,5YR 5/4	5YR 4/4	Bl. Sub.	Fraca	-
Perfil 2- Cambissolo Háplico Ta Eutrófico léptico, A Moderado						
A	0-5	7,5YR 4/3	7,5YR 2,5/3	Granular	Fraca	Ond. e abrupta
Bi	5-25	7,5YR 4/6	7,5YR 3/4	Bl. Sub.	Fraca a mod.	Plana e abrupta
BC	25-30	10 YR 5/3	10 YR 4/2	Bl. Sub.	Fraca a mod.	Plana e gradual
Cr	30-35	10 YR 5/3	10 YR 4/1	Bl. Sub.	Fraca a mod.	Ond. e clara
CR	35+	10 YR 5/1	10 YR 3/1	Ausente	Maciça	-
Perfil 3 - Neossolo Regolítico Eutrófico léptico, A Moderado						
A	0-7	10YR 5/3	10YR 2/2	Granular	Fraca	Ond. e clara
Bi	7-15	10YR 5/3	10YR 3/3	Granular	Fraca	Ond. e gradual
C	15-30	5YR 4/3	5YR 3/3	Bl. Sub.	Fraca	Irregular e difusa
Cr	30-50	2,5YR 8/2	2,5YR 6/3	Bl. Sub.	Fraca	-
Perfil 4 - Neossolo Regolítico Eutrófico típico, A Moderado						
A1	0-10	10YR 4/3	7,5YR 2,5/2	Granular	Fraca	Plana e clara
A2	10-30	7,5YR 4/4	7,5YR 2,5/2	Granular	Fraca	Plana e gradual
C1	30-70	7,5YR 4/4	7,5YR 2,5/2	Bl. Sub./ Bl. Angulares	Fraca	Plana e gradual
C2	70-180	7,5YR 4/4	7,5YR 2,5/3	Bl. Sub./ Bl. Angulares	Fraca	Plana e clara
C3	180+	7,5YR 4/4	7,5YR 2,5/3	Bl. Sub./ Bl. Angulares	Fraca	-
Perfil 5 - Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico, A Moderado						
A	0-10	5YR 4/4	2,5YR	Granular	Fraca	Irregular e clara
AB	10-25	5YR 4/4	5YR 3/4	Granular	Fraca	Irregular e clara
B1	25-50	5YR 4/4	5YR 3/4	Granular	Fraca	Irregular e gradual
B2	50-70	5YR 4/4,	5YR 3/4	Bl. Sub.	Mod.	Irregular e gradual
C1	70-90	7,5YR 3/4	5YR 2,5/3	Bl. Sub.	Fraca	Irregular e gradual
C2	90-115+	7,5YR 3/4	5YR 2,5/3	Bl. Sub.	Fraca	-
Perfil 6 - Neossolo Regolítico Eutrófico bioclasto-carbonático ormitogênico, O hístico						
Oo	0-5	10YR 2/1	10YR 2/1	Granular/ grão simples	Fraca	Plana, clara
A1	5-40	10YR 5/3	7,5YR 3/3	Granular/ grão simples	Fraca	Plana e clara
C1	40-70	10YR 5/4	10YR 2,5/2	Granular/ grão simples	Fraca	Plana e clara
C2	70-85	10YR 7/3	10YR 4/3	Bl. Sub./ grão simples	Mod.	Plana e clara
C3	85-110	10YR 5/4	10YR 7/6	Bl. Sub./ grão simples	Fraca	-

Continua...

Hor.	Prof. (cm)	Cor predominante		Unidade estrutural	Grau	Transição
		Seco	Úmido			
Perfil 7 - Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico, A Moderado,						
A1	0-10	7,5YR 4/3	7,5YR 3/3	Granular/ Bl. Sub.	Fraca	Ondulada e clara
A2	10-20	7,5YR 4/3	7,5YR 2,5/3	Granular/ Bl. Sub.	Fraca	Ondulada e clara
Bi	20-55	7,5YR 4/4	5YR 3/3	Granular/ Bl. Sub.	Mod.	Irregular e gradual
BC	55-65	7,5YR 4/4	5YR 3/4	Bl. Sub.	Mod.	Irregular e gradual
C1	65-85	7,5YR 4/4	7,5YR 2,5/3	Bl. Sub.	Mod.	Irregular e gradual
C2	85-100	7,5YR 4/4	7,5YR 2,5/3	Bl. Sub.	Forte	Irregular e gradual
Cr	100-120+	7,5Y 5/4	7,5YR 3/3	Bl. Sub.	Forte	-
Perfil 8 - Neossolo Litólico Eutrófico típico ornitogênico, A Moderado						
AC	0-20	10YR 4/2	10YR 3/2	Granular	Mod.	Irregular e gradual
Perfil 9 - Neossolo Litólico Eutrófico típico, A Moderado						
A	0-5	2,5YR 5/2	2,5YR 3/2	Granular	Fraca	Ond. e clara
AC	5-35	2,5YR 5/3	2,5YR 3/2	Maçica/ angular	Fraca	-
Perfil 10 - Neossolo Regolítico Distrófico léptico ornitogênico, A Moderado						
A	0-35	7,5YR 4/4	7,5YR 2,5/2	Bl. Sub./ granular	Mod.	Irregular e abrupta
C	35-90+	10Y 6/3	10Y 4/3	Bl. Sub./ bl. angulares	Mod.	-
Perfil 11 - Neossolo Litólico Eutrófico típico ornitogênico, A Moderado						
A	0-10	10YR 6/2	7,5YR 3/2	Granular	Mod.	Ond. e clara
AC	10-30	10YR 6/3	7,5YR 3/2	Bl. Sub./ bl. angulares	Fraca	-
Perfil 12 - Organossolo Háplico Fibrício típico ornitogênico, A Moderado						
Oo1	0-15	7,5YR 4/4	7,5YR 2,5/2	Granular	Fraca	Irregular e clara
Oo2	15-30	7,5YR 4/4	7,5YR 2,5/2	Granular	Fraca	Irregular e clara
A	30-40	7,5YR 4/3	7,5YR 2,5/2	Granular	Fraca	Irregular e gradual
Bi	40-50	7,5YR 6/4	7,5YR 3/3	Granular	Fraca	Irregular e gradual
C1	50-65	7,5YR 6/3	7,5YR 4/4	Bl. Sub./ Bl. angulares	Fraca	Irregular e clara
C2	65-110	10YR 6/4	10YR 3/3	Bl. Sub./ Bl. angulares	Mod.	Irregular e clara
Cr	110-120+	2,5Y 7/3	10YR 3/3	Bl. Sub./ Bl. angulares	Mod.	-
Perfil 13 - Neossolo Litólico Eutrófico fragmentário, A Moderado						
A	0-10	10YR 6/3	10YR 3/3	Granular	Mod.	Ondulada e clara
RC	10-80+	10YR 7/3	10YR 4/4	Granular	Fraca	-
Perfil 14 - Neossolo Litólico Distrófico típico ornitogênico, A Moderado						
A	0-20	7,5YR 5/4	7,5YR 2,5/3	Granular/ Bl. Sub	Mod.	Irregular e gradual
AC	20-35	7,5YR 5/4	5YR 3/4	Bl. Sub/ maciça	Fraca	-
Perfil 15 - Neossolo Litólico Eutrófico típico ornitogênico, A Moderado						
A	0-15	7,5YR 6/3	7,5YR 2,5/2	Granular	Mod.	Ondulada e gradual
AC	15-50	7,5YR 6/3	7,5YR 2,5/2	Granular	Mod.	Ondulada e gradual
R	55+	7,5YR 6/4	7,5YR 2,5/3	Ausente	Maciça	-
Perfil 16 - Neossolo Litólico Distrófico típico ornitogênico, A moderado						
A	0-15	7,5YR 4/2	7,5YR 2,5/2	Granular/ Bl. Sub	Mod.	Irregular e gradual
AC	15-45+	7,5YR 6/3	10YR 3/3	Granular/ Bl. Sub	Fraca	-

Continua....

Hor.	Prof. (cm)	Cor predominante		Unidade estrutural	Grau	Transição
		Seco	Úmido			
Perfil 17 - Cambissolo Háptico Ta Distrófico léptico, A Moderado						
A	0-7	7,5YR 6/6	7,5YR 3/4	Granular	Forte	Plana e clara
Bi	7-45	7,5YR 4/6	7,5YR 3/4	Bl. Sub.	Mod.	Difusa e irregular
BC	45-75+	7,5 YR 5/6	7,5 YR 3/4	Bl. Sub.	Forte	-
Perfil 18 - Cambissolo Háptico Alítico típico omotogênico, A moderado						
A	0-35	7,5YR 5/4	5YR 3/4	Granular	Fraca	Ond. e abrupta
Bi	35-65	7,5YR 5/6	7,5YR 3/4	Bl. Sub.	Mod.	Plana e clara
Bi2	65-95+	7,5YR 5/6	7,5YR 3/4	Bl. Sub.	Fraca	-
Perfil 19 - Cambissolo Háptico Ta Distrófico léptico, O histórico						
O1	0-10	7,5YR 4/2	7,5YR 2,5/1	Granular	Fraca	Ondulada e gradual
O2	10-25	7,5YR 5/2	7,5YR 2,5/3	Granular	Mod.	Ondulada e abrupta
Bi	25-45	7,5YR 6/4	7,5YR 3/4	Bl. Sub./ Granular	Fraca	Ondulada e gradual
C	45-60	7,5YR 7/4	7,5YR 3/4	Bl. Sub.	Fraca	Ondulada e gradual
Cr	60-80+	10YR 7/4	5YR 4/6	Bl. Sub.	Fraca	-
Perfil 20 - Cambissolo Háptico Ta Distrófico léptico, O histórico						
O1	0-10	10YR 3/2	10YR 2/2	Granular	Fraca	Irregular e gradual
O2	10-20	10YR 6/4	10YR 3/3	Granular	Mod.	Irregular e gradual
C	20-40	10YR 6/6	7,5YR 4/6	Bl. Sub./ granular	Fraca	Irregular e gradual
Cr	40-60+	7,5YR 6/4	7,5YR 4/6	Bl. Sub.	Fraca	-
Perfil 21 - Organossolo Fólico Fíbrico típico, O histórico						
O	0-35	7,5YR 3/4	7,5YR 2,5/3	Granular	Mod.	Ondulada e gradual
A	35-40	7,5YR 5/4	7,5YR 2,5/3	Granular	Mod.	Ondulada e abrupta
AC	40-55	7,5YR 5/4	7,5YR 3/4	Granular	Mod.	Ondulada e gradual
Cr	55-90+	7,5YR 6/3	7,5YR 3/4	Bl. Sub.	Fraca	-
Perfil 22 - Cambissolo Háptico Alítico típico, A Moderado						
A1	0-5	7,5YR 4/3	7,5YR 2,5/3	Granular	Fraca	Ondulada e gradual
A2	5-15	10YR 5/3	7,5YR 4/3	Granular	Fraca	Ondulada e clara
Bi1	15-35	10YR 5/4	7,5YR 2,5/2	Bl. Sub.	Mod.	Ondulada e gradual
Bi2	35-65+	10YR 6/4	10YR 3/3	Bl. angulares	Fraca	-

A estrutura dos solos, quanto à forma e unidade estrutural, variou muito, porém com o desenvolvimento da estrutura sempre fraco ou moderado. Destaca-se que, na superfície de todos os solos, a presença da estrutura granular, fracamente a moderadamente desenvolvida, foi a mais comum, onde há maior acúmulo de MOS. Já a estrutura em blocos, angulares ou subangulares, predominou nos horizontes mais profundos, onde o efeito da matéria orgânica no solo é reduzido.

Há pouca atividade de meso e macrofauna do solo nos solos da ilha, o que já havia sido retratado por Barth (1958) e Clemente et al., (2009). Também não ocorrem solos com desenvolvimento de estrutura granular forte. Possivelmente, a pobreza em fauna do solo explique a ausência de solos com microestrutura granular forte, típica dos Latossolos brasileiros mesmo em materiais muito intemperizados (Schaefer, 2001). Ocorrem saprolitos profundos, mas não Latossolos, à semelhança de Fernando de Noronha (Marques et al., 2007). A atividade da mesofauna pode afetar a estruturação das partículas sólidas do solo, pela ingestão seletiva de partículas minerais e orgânicas e sua eliminação como pelotas fecais, permitindo a formação de microagregados organominerais estáveis.

Apesar de a ilha possuir ambientes favoráveis à sobrevivência e atividade da fauna do solo, como material orgânico abundante e o clima tropical, a pobreza em mesofauna do solo, entre outros fatores, contribui para tornar o ambiente terrestre da ilha numa área acumuladora de MOS pouco transformada (fíbrico-hêmica). Em alguns casos, a própria constituição do material vegetal, mais recalcitrante, dificulta a sua decomposição. Por isso, esses solos tendem recuperar um alto conteúdo superficial de matéria orgânica, seja pelo aporte vindo da vegetação, seja pela atividade das aves.

As texturas médias a argilosas foram predominantes nos solos estudados, com destaque para a fração silte, que apresentou valores elevados para todos os solos. A textura média predomina nas partes mais baixas, já a textura argilosa nas partes mais altas. Todos os solos apresentam valores expressivos de silte acompanhados de alta relação silte/argila, corroborando o estágio incipiente de desenvolvimento dos solos da ilha. Indicando que os solos em questão se encontram em um estágio intermediário de desenvolvimento pedogenético. Segundo Resende (1985), solos mais siltosos são mais jovens e apresenta maior erodibilidade, fato evidente em Trindade. Além disso, a maioria dos solos apresenta grandes quantidades de material mais grosseiro e pedregoso (calhaus, cascalhos e matacões).

A cor dos solos da ilha varia de matizes mais brunados (10 YR) a matizes mais avermelhados (2,5 YR), e revela íntima relação com o material de origem sobre o qual o solo se desenvolve. De maneira geral, solos desenvolvidos de rochas básicas apresentaram de matizes 5 YR a mais vermelho, distinguindo-se facilmente dos demais, que são mais brunados e acinzentados (7,5 YR a 10 YR). Nos Neossolos e nos Organossolos predominaram as cores de matizes mais amarelados (7,5 YR a 2,5 Y) e nos Cambissolos predominou os matizes mais vermelho-amarelados (7,5 YR a 2,5 YR).

Os Neossolos Litólicos (P8, P9, P11, P13, P14, P15 e P16) são, de maneira geral, rasos, com seqüência de horizontes A - AC - R, contato lítico a menos de 50 cm da superfície e ocorrem sempre nas áreas mais secas e declivosas/pedregosas da paisagem. Em alguns casos (P13 e P15), apresentam contato lítico em profundidades um pouco maiores que 50 cm e, portanto, deveriam ser classificados como Neossolos Regolíticos. Contudo, não apresentam desenvolvimento pedológico nem atributos morfológicos para tal enquadramento. Nestes casos, seria adequada a criação de uma nova subordem, a dos Neossolos “Saprolíticos” como proposto por Marques et al., (2007), Clemente et al., (2009) e também por Pedron et al., (2009), para casos semelhantes. Já os Neossolos Litólicos fragmentários (P13) são solos pouco evoluídos e com seqüência de horizontes A - R/C. Apresentam horizonte A delgado, seguido de horizonte R/C espesso, que possui mais que 90 % do volume composto por material rochoso. O contato lítico neste caso, não é caracterizado por rocha contínua, mas sim por fragmentos de rochas, nas frações cascalho e calhau, pouco alterados e entremeados com material fino mais intemperizado, mas sem constituir um contato lítico típico. Essa ausência de contato lítico típico permite infiltração de água e uma boa aeração do sistema radicular das plantas. O contato lítico fragmentário favorece também o crescimento das raízes em maiores profundidades no perfil. A existência de solos dessa natureza contribui para o sucesso da vegetação, mesmo em declividades muito acentuadas. Tal caráter foi adicionado ao SiBCS (EMBRAPA, 2006) por sugestão de Marques et al., (2004) e Ribeiro et al., (2003). Oliveira (2008) descreve um Neossolo Litólico fragmentário mais raso, porém semelhante, em São Pedro e São Paulo. Schaefer et al., (2010) também descreveram solo similar na Ilha Redonda, em Abrolhos.

Nos Neossolos Regolíticos (P3, P4, P6 e P10), o contato lítico é profundo, abaixo de 50 cm e horizonte Bi sempre menor que 10 cm. Na ilha, estes solos se formam do intemperismo de materiais vulcânicos *in situ* ou em áreas de acúmulo de sedimentos, aluviais

ou litorâneos, porém estão associados, principalmente, às áreas deposicionais mais baixas da ilha. Os Neossolos Regolíticos Eutróficos bioclastos-carbonáticos (P6) desenvolvem-se em áreas de dunas quaternárias carbonáticas, entre as praias das Tartarugas e da Calheta. É um solo profundo, pouco desenvolvido, formado basicamente por grãos de carbonato biogênico, com quantidade subordinada de materiais vulcânicos básicos. A seqüência de horizontes é do tipo O-A-C, textura de média a arenosa ao longo do perfil e é extremamente bem drenado. O solo é semelhante a um perfil descrito em Fernando de Noronha (Marques, et al., 2004) e nas praias da ilha Redonda, em Abrolhos (Schaefer et al., 2010). No entanto, os Neossolos Regolíticos Eutróficos bioclastos-carbonáticos de Trindade diferem-se dos demais por apresentarem maior aporte orgânico em superfície e maior proporção de materiais vulcânicos pouco alterados. Não se conhecem solos desta natureza na porção continental brasileira, já que não ocorrem sedimentos ricos em carbonatos biogênicos marinhos no Brasil. Em outras ilhas oceânicas, tais como Fernando de Noronha e Abrolhos, são solos freqüentes no litoral devido à riqueza em carbonatos biogênicos de suas praias e pela própria constituição do material vulcânico, muitas vezes pobre em quartzo, nestas ilhas (Schaefer et al., 2010).

Os Cambissolos Háplicos Ta Distróficos (P17, P19 e P20) ocorrem nas proximidades do planalto axial. Esses solos são desenvolvidos do intemperismo de material *in situ*, mais profundos e, em alguns casos, cobertos por horizonte hístico espesso, sobrejacente a horizonte A e C. O ambiente em que este solo ocorre é mais úmido, e por isso o intemperismo deles é mais pronunciado, com uma textura bem mais argilosa. Ocorrem associados aos Cambissolos Háplicos Alíticos (P1, P18 e P22), porém os últimos predominam nas áreas abaixo do planalto axial e no planalto do Vale Verde. Os Cambissolos Háplicos Alíticos (P1, P18 e P22) parecem representar os ambientes de solos mais profundos e intemperizados da ilha. Ocorrem em clima mais ameno, e com menor aporte de material orgânico devido à vegetação rasteira de samambaias e por apresentarem maiores perdas por erosão. Tanto os Cambissolos Distróficos como os Alíticos mostram-se fortemente acidificados. Os Cambissolos Háplicos Ta Eutróficos (P2, P5 e P7) ocorrem nas proximidades dos centros emissivos de lavas básicas. Desenvolvem-se do intemperismo do material basáltico *in situ*, são solos profundos, muito erodidos e possuem grandes áreas de solo decapitado, com ravinas e voçorocas profundas.

Os Organossolos Fólicos (P21) são solos rasos e de textura predominantemente argilosa. Esses solos possuem horizonte superficial hístico maiores que 20 cm de espessura e material orgânico pouco decomposto. Ocorrem nas áreas de clima mais ameno da ilha, sob

condição Nebular própria das áreas mais elevadas. O terreno nessas áreas é extremamente declivoso e pedregoso, com muitos blocos e matacões, incomum para a classe. Esses solos, junto com os Cambissolos Háplicos das Florestas Nebulares de *Myrsine floribunda* (P19 e P20) representam os ambientes mais preservados da ilha e constituem-se de ambientes exclusivos de Trindade (Clemente et al., 2009). Essas florestas apresentaram sub-bosques diversificados, dominados por muitas espécies de pteridófitas, orquídeas, briófitas e líquens.

Os solos ornitogênicos (P6, P8, P10, P11, P12, P14, P15, P16 e P18) foram identificados pelo forte odor característico, pelo material superficial e pela presença marcante das aves na paisagem. Os Neossolos ornitogênicos em alguns casos são muito rasos e ocorrem, sobretudo, em áreas bem declivosas, ou até mesmo nos substratos rochosos, nas áreas de afloramentos. No entanto, também se formam Neossolos ornitogênicos mais profundos, com contato lítico atípico ou fragmentário. Os Cambissolos ornitogênicos ocorrem frequentemente nas áreas próximas a ninhais, porém associado às paisagens mais estáveis e planas. Já os Organossolos ornitogênicos são frequentes em áreas situadas imediatamente abaixo de grandes pontões ou maciços rochosos. Esses Organossolos ornitogênicos são mais profundos, apresentam horizonte hístico espesso e aporte constante e atual de guano fresco. O P6 e P12 representam uma topossequência sob influência da atividade de aves.

4.2 Atributos químicos gerais dos solos

Os resultados das análises químicas são mostrados no Quadro 4. Os solos da ilha apresentam no complexo de troca teores elevados de todos os cátions, diferenciando-se dos teores encontrados na maioria dos solos continentais brasileiros, sob o mesmo clima (Resende, 2002). Os teores de soma e saturação de bases e valores de CTC efetiva do solo estão muito relacionados com a mineralogia do material de origem subjacente, sendo bem mais elevados quando desenvolvidos de rochas básicas. E mesmo quando formados de rochas mais alcalinas apresentam teores de bases e CTC efetiva muito elevados em relação aos solos brasileiros. Destacam-se os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} , que são considerados elevados ou muito elevados para todos os solos, considerando a classificação proposta por Alvarez et al., (1999) para solos de MG. Os teores de P também foram altos para todos os solos e ainda mais altos nos solos influenciados pela atividade das aves.

Quadro 4. Atributos químicos dos solos estudados da ilha da Trindade

Hor.	Prof. cm	pH H ₂ O	pH KCl	pH NaF	P mg.dm ⁻³	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m %	ISNa	COT dag.kg ⁻¹	N total	C/N	Prem mg.L ⁻¹
Perfil 1 - Cambissolo Háptico Alítico léptico, A Moderado																					
A	0-5	5.69	4.65	9.51	6.80	0.59	0.83	4.38	6.22	0.00	7.60	12.02	12.02	19.62	61.30	0.00	4.21	2.07	0.12	17.41	3.30
AB	5-10	5.61	4.79	9.93	2.90	0.49	2.26	2.68	3.36	0.00	7.00	8.79	8.79	15.79	55.70	0.00	14.33	1.62	0.10	15.87	1.60
Bi	10-40	4.48	3.95	9.75	1.50	0.14	1.22	0.77	0.77	4.24	14.20	2.90	7.14	17.10	17.00	59.40	7.12	0.23	nd	nd	0.50
BC	40-70	4.40	3.85	9.69	2.20	0.16	1.00	0.67	0.70	4.53	14.00	2.53	7.06	16.53	15.30	64.20	6.05	0.15	nd	nd	0.50
C	70+	4.46	3.80	9.70	3.00	0.20	1.00	0.83	1.08	5.30	13.00	3.11	8.41	16.11	19.30	63.00	6.21	0.15	nd	nd	0.40
Perfil 2 - Cambissolo Háptico Ta Eutrófico léptico, A Moderado																					
A	0-5	5.97	4.73	8.84	138.90	0.62	1.61	8.71	14.34	0.00	6.50	25.28	25.28	31.78	79.50	0.00	5.07	2.70	0.15	18.51	20.50
Bi	5-25	6.04	5.12	9.90	15.10	0.11	1.09	3.04	11.35	0.00	7.30	15.59	15.59	22.89	68.10	0.00	4.75	0.38	nd	nd	1.10
BC	25-30	6.36	5.33	9.90	8.70	0.22	2.05	3.72	13.81	0.00	3.00	19.80	19.80	22.80	86.80	0.00	8.97	0.23	nd	nd	6.10
Cr	30-35	6.86	5.50	9.90	88.00	0.29	2.09	5.38	16.36	0.00	1.70	24.12	24.12	25.82	93.40	0.00	8.09	0.19	nd	nd	22.10
CR	35+	6.93	5.26	9.73	91.30	0.32	2.05	7.30	17.07	0.00	2.10	26.74	26.74	28.84	92.70	0.00	7.09	0.19	nd	nd	32.50
Perfil 3 - Neossolo Regolítico Eutrófico léptico, A Moderado																					
A	0-7	7.09	5.92	9.84	126.10	1.31	4.36	15.74	11.76	0.00	1.10	33.16	33.16	34.26	96.80	0.00	12.71	3.60	0.16	22.84	38.90
Bi	7-15	7.67	6.06	10.21	120.30	1.10	4.70	15.31	10.17	0.00	1.00	31.28	31.28	32.28	96.90	0.00	14.57	0.95	nd	nd	30.70
C	15-30	7.67	6.08	9.70	338.60	0.80	5.14	14.39	10.83	0.00	1.10	31.16	31.16	32.26	96.60	0.00	15.93	0.23	nd	nd	40.30
Cr	30-50	7.68	6.06	9.78	542.70	0.47	3.18	9.79	9.80	0.00	1.10	23.24	23.24	24.34	95.50	0.00	13.06	0.08	nd	nd	47.00
Perfil 4 - Neossolo Regolítico Eutrófico típico, A Moderado																					
A1	0-10	6.05	5.49	9.20	217.30	1.91	4.83	8.35	13.40	0.00	4.10	28.49	28.49	32.59	87.40	0.00	14.83	2.65	0.12	22.33	26.00
A2	10-30	6.89	5.74	9.60	272.90	1.94	3.83	11.42	11.83	0.00	3.30	29.01	29.01	32.31	89.80	0.00	11.86	1.23	0.10	12.09	18.40
C1	30-70	7.42	5.92	9.90	323.10	1.31	2.87	11.95	10.90	0.00	1.70	27.02	27.02	28.72	94.10	0.00	10.01	0.53	nd	nd	20.20
C2	70-180	6.91	6.06	9.70	227.00	1.28	3.57	13.59	10.50	0.00	1.00	28.94	28.94	29.94	96.70	0.00	11.93	0.15	nd	nd	19.60
C3	180+	7.22	6.11	9.85	586.20	1.13	2.05	11.25	10.50	0.00	1.00	24.93	24.93	25.93	96.10	0.00	7.89	0.15	nd	nd	25.50
Perfil 5 - Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico, A Moderado																					
A	0-10	6.58	5.48	9.43	54.90	2.12	1.32	10.70	11.51	0.00	5.10	25.64	25.64	30.74	83.40	0.00	4.29	1.88	0.14	13.71	19.60
AB	10-25	7.16	5.80	9.96	158.80	1.53	1.14	12.34	11.11	0.00	3.20	26.12	26.12	29.32	89.10	0.00	3.90	1.46	0.14	10.41	14.60
B1	25-50	7.46	5.89	9.90	52.80	1.53	0.93	12.56	9.83	0.00	2.50	24.85	24.85	27.35	90.90	0.00	3.39	0.74	nd	nd	8.00
B2	50-70	7.59	5.95	9.92	29.60	1.28	1.06	13.21	10.43	0.00	2.50	25.97	25.97	28.47	91.20	0.00	3.72	0.59	nd	nd	7.80
C1	70-90	7.56	6.00	9.95	30.20	1.25	1.62	16.95	16.16	0.00	2.50	35.98	35.98	38.48	93.50	0.00	4.22	0.45	nd	nd	9.90
C2	90-115+	7.41	6.06	9.75	46.70	0.82	1.45	10.41	14.89	0.00	2.50	27.57	27.57	30.07	91.70	0.00	4.82	0.22	nd	nd	8.40

Continua...

Hor.	Prof. cm	pH H ₂ O	pH KCl	pH NaF	P mg.dm ⁻³	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m %	ISNa	COT dag.kg ⁻¹	N total	C/N	Prem mg.L ⁻¹
Perfil 6 - Neossolo Regolítico Eutrófico bioclasto-carbonático ornitogênico, O hístico																					
Oo	0-5	7.10	6.46	9.70	790.50	0.52	1.44	20.52	6.06	0.00	1.10	28.54	28.54	29.64	96.30	0.00	4.84	8.84	0.45	19.73	46.60
A1	5-40	7.76	6.71	10.85	845.90	0.37	0.96	14.33	2.12	0.00	1.00	17.78	17.78	18.78	94.70	0.00	5.09	1.97	0.15	13.14	25.60
C1	40-70	7.75	7.04	11.00	1149.40	0.49	1.26	18.25	2.27	0.00	1.00	22.27	22.27	23.27	95.70	0.00	5.42	1.59	nd	nd	12.10
C2	70-85	7.86	6.98	11.20	304.00	0.48	0.83	13.03	1.91	0.00	1.00	16.25	16.25	17.25	94.20	0.00	4.79	0.83	nd	nd	21.00
C3	85-110	8.04	7.50	11.26	898.00	0.31	0.91	8.63	1.03	0.00	0.60	10.87	10.87	11.47	94.80	0.00	7.96	0.68	nd	nd	31.60
Perfil 7 - Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico, A Moderado																					
A1	0-10	6.06	5.29	9.47	260.60	1.66	7.71	4.35	7.52	0.00	5.60	21.23	21.23	26.83	79.10	0.00	28.74	2.46	0.15	16.71	33.30
A2	10-20	6.54	5.76	9.90	265.20	1.51	8.36	4.21	7.71	0.00	2.40	21.78	21.78	24.18	90.10	0.00	34.59	1.72	0.12	14.67	30.70
Bi	20-55	7.27	5.95	10.05	246.40	1.48	10.89	4.69	7.88	0.00	1.10	24.94	24.94	26.04	95.80	0.00	41.82	0.53	nd	nd	26.40
BC	55-65	7.52	6.04	10.06	290.60	1.10	6.23	5.97	7.79	0.00	0.80	21.09	21.09	21.89	96.30	0.00	28.45	0.15	nd	nd	34.90
C1	65-85	7.62	6.10	9.98	210.60	1.03	6.14	6.55	9.95	0.00	0.80	23.66	23.66	24.46	96.70	0.00	25.11	0.30	nd	nd	34.40
C2	85-100	7.42	6.18	9.90	178.30	1.18	7.23	6.45	10.96	0.00	0.80	25.82	25.82	26.62	97.00	0.00	27.16	0.15	nd	nd	24.10
Cr	100-120+	7.32	6.36	10.07	265.90	1.74	7.58	4.67	9.59	0.00	0.80	23.57	23.57	24.37	96.70	0.00	31.10	0.15	nd	nd	38.90
Perfil 8 - Neossolo Litólico Eutrófico típico ornitogênico, A Moderado																					
AC	0-20	6.26	4.83	9.60	1079.20	1.84	1.62	12.81	10.53	0.00	4.50	26.79	26.79	31.29	85.60	0.00	5.19	1.48	0.10	14.21	42.20
Perfil 9 - Neossolo Litólico Eutrófico típico, A Moderado																					
A	0-5	6.26	5.12	10.86	296.40	2.12	6.27	20.55	11.01	0.00	2.70	39.94	39.94	42.64	93.70	0.00	14.71	1.61	0.10	16.16	38.70
AC	5-35	6.71	5.21	9.60	309.10	2.29	4.53	19.28	11.07	0.19	1.70	37.17	37.36	39.06	95.60	0.50	11.60	0.45	nd	nd	41.80
Perfil 10 - Neossolo Regolítico Distrófico léptico ornitogênico, A Moderado																					
A	0-35	4.70	3.50	10.21	1423.80	0.32	0.77	1.14	1.13	4.24	29.30	3.36	7.60	32.66	10.30	55.80	2.36	4.43	0.35	12.80	17.90
C	35-90+	5.03	3.49	9.85	1409.60	0.45	0.91	6.37	5.22	4.24	17.70	12.95	17.19	30.65	42.30	24.70	2.98	0.15	nd	nd	22.90
Perfil 11 - Neossolo Litólico Eutrófico típico ornitogênico, A Moderado																					
A	0-10	5.83	4.50	9.77	711.20	2.04	2.66	10.61	10.89	0.00	7.30	26.20	26.20	33.50	78.20	0.00	7.93	1.65	0.11	15.19	25.30
AC	10-30	5.87	4.24	10.30	801.30	1.23	1.26	6.79	5.23	0.29	11.90	14.51	14.80	26.41	54.90	2.00	4.78	1.42	0.12	12.24	25.10
Perfil 12 - Organossolo Háplico Fíbrico típico ornitogênico, A Moderado																					
Oo1	0-15	3.72	3.69	9.56	2427.00	1.00	2.09	12.58	1.09	1.06	25.90	16.76	17.82	42.66	39.30	5.90	4.90	18.92	1.11	17.12	60.00
Oo2	15-30	3.52	3.33	10.24	2025.90	0.49	1.09	3.94	0.27	2.31	28.80	5.79	8.10	34.59	16.70	28.50	3.14	12.52	0.92	13.58	60.00
A	30-40	3.35	3.35	10.03	2239.40	0.42	1.17	1.34	0.14	2.41	31.30	3.06	5.47	34.36	8.90	44.10	3.42	6.24	0.35	17.61	36.00
Bi	40-50	3.29	3.61	10.05	1418.60	0.23	0.53	0.80	0.07	1.83	31.20	1.63	3.46	32.83	5.00	52.90	1.62	3.56	nd	nd	18.50
C1	50-65	4.20	4.30	11.18	72.30	0.26	0.64	1.18	0.09	1.25	18.00	2.17	3.42	20.17	10.80	36.50	3.18	3.25	nd	nd	1.80
C2	65-110	4.19	4.33	11.17	50.80	0.27	0.74	1.05	0.05	1.06	16.90	2.11	3.17	19.01	11.10	33.40	3.92	2.57	nd	nd	1.70
Cr	110-120+	4.44	4.49	11.23	45.50	0.30	0.57	1.12	0.06	1.83	13.70	2.05	3.88	15.75	13.00	47.20	3.59	1.89	nd	nd	1.30

Continua...

Hor.	Prof. cm	pH H ₂ O	pH KCl	pH NaF	P mg.dm ⁻³	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m %	ISNa	COT dag.kg ⁻¹	N total	C/N	Prem mg.L ⁻¹
Perfil 13 - Neossolo Litólico Eutrófico fragmentário, A Moderado																					
A	0-10	6.05	4.60	9.24	430.60	1.03	1.13	4.97	7.86	0.19	6.20	14.98	15.17	21.18	70.70	1.30	5.34	1.49	0.11	13.44	33.40
RC	10-80+	6.28	4.64	10.07	495.70	0.72	1.00	6.17	7.08	0.10	3.30	14.97	15.07	18.27	81.90	0.70	5.47	0.23	nd	nd	33.20
Perfil 14 - Neossolo Litólico Distrófico típico omitogênico, A Moderado																					
A	0-20	5.30	3.97	10.60	639.10	0.95	1.52	6.36	6.01	2.31	17.70	14.84	17.15	32.54	45.60	13.50	4.68	2.87	0.23	12.29	17.60
AC	20-35	4.73	3.42	10.00	1100.50	0.30	0.65	3.27	2.72	6.07	32.00	6.94	13.01	38.94	17.80	46.70	1.67	1.74	0.17	10.24	15.30
Perfil 15 - Neossolo Litólico Eutrófico típico omitogênico, A Moderado																					
A	0-15	5.44	4.61	10.90	594.50	1.48	1.35	9.91	6.94	0.29	16.10	19.68	19.97	35.78	55.00	1.50	3.77	5.17	0.30	17.46	28.10
AC	15-50	6.10	4.73	10.35	910.30	0.90	1.35	8.90	4.16	0.00	12.20	15.31	15.31	27.51	55.70	0.00	4.90	3.78	0.27	13.92	20.10
R	50+	6.18	4.80	10.15	742.80	0.67	1.48	5.78	2.80	0.00	11.80	10.73	10.73	22.53	47.60	0.00	6.57	2.57	nd	nd	17.20
Perfil 16 - Neossolo Litólico Distrófico típico omitogênico, A Moderado																					
A	0-15	5.73	4.04	9.20	803.20	1.20	2.36	6.18	3.95	0.67	20.70	13.69	14.36	34.39	39.80	4.70	6.87	5.27	0.39	13.49	24.00
AC	15-45+	5.38	3.71	8.90	715.20	0.52	1.97	6.14	3.52	1.83	28.60	12.14	13.97	42.57	29.80	13.10	4.63	1.48	nd	nd	30.80
Perfil 17 - Cambissolo Háptico Ta Distrófico léptico, A Moderado																					
A	0-7	5.04	3.94	9.00	192.80	0.13	0.54	1.75	1.53	2.12	30.40	3.95	6.07	34.35	11.50	34.90	1.58	7.45	0.41	18.06	10.10
Bi	7-45	4.68	3.94	8.64	179.00	0.02	0.20	0.42	0.18	1.83	25.60	0.82	2.65	26.42	3.10	69.10	0.76	2.34	nd	nd	7.50
BC	45-75+	4.41	4.15	9.46	333.00	0.00	0.13	0.28	0.04	1.64	16.40	0.45	2.09	16.85	2.70	78.50	0.75	1.29	nd	nd	9.20
Perfil 18 - Cambissolo Háptico Alítico típico omitogênico, A moderado																					
A	0-35	4.40	3.61	10.15	1069.50	0.39	0.47	1.57	1.06	7.61	31.20	3.49	11.10	34.69	10.10	68.60	1.37	4.04	0.44	9.26	7.70
Bi	35-65	4.73	3.82	10.50	561.70	0.08	0.51	1.62	0.48	5.88	29.30	2.69	8.57	31.99	8.40	68.60	1.58	4.08	nd	nd	3.40
Bi2	65-95+	4.93	3.91	10.80	158.40	0.06	0.68	2.64	1.02	8.58	24.80	4.40	12.98	29.20	15.10	66.10	2.33	2.12	nd	nd	2.00
Perfil 19 - Cambissolo Háptico Ta Distrófico léptico, O hístico																					
O1	0-10	nd	4.37	7.95	213.90	0.34	1.17	14.64	5.69	0.39	25.90	21.84	22.23	47.74	45.70	1.80	2.46	23.07	0.93	24.81	24.00
O2	10-25	5.12	4.14	8.00	239.80	0.32	1.78	10.79	4.26	0.19	29.60	17.14	17.33	46.74	36.70	1.10	3.82	13.81	0.69	20.14	17.60
Bi	25-45	4.78	3.25	7.05	581.20	0.18	1.65	1.51	0.55	2.80	32.80	3.89	6.69	36.69	10.60	41.90	4.51	3.56	nd	nd	17.70
C	45-60	4.51	3.04	6.85	525.70	0.26	1.44	0.78	0.33	5.69	31.00	2.81	8.50	33.81	8.30	66.90	4.25	2.49	nd	nd	22.40
Cr	60-80+	4.54	3.00	6.75	384.70	0.23	1.09	0.66	0.18	2.60	30.90	2.16	4.76	33.06	6.50	54.60	3.29	1.66	nd	nd	21.60
Perfil 20 - Cambissolo Háptico Ta Distrófico léptico, O hístico																					
O1	0-10	4.57	3.40	6.71	265.60	0.62	1.97	4.26	3.76	2.41	35.90	10.61	13.02	46.51	22.80	18.50	4.24	18.17	0.79	22.89	25.60
O2	10-20	4.64	3.39	6.98	214.70	0.34	2.23	2.18	1.69	3.08	38.50	6.44	9.52	44.94	14.30	32.40	4.97	10.05	0.55	18.13	17.50
C	20-40	4.54	3.00	6.60	303.20	0.08	1.41	0.99	0.47	2.70	33.40	2.95	5.65	36.35	8.10	47.80	3.87	2.89	nd	nd	22.20
Cr	40-60+	4.32	3.00	6.65	381.70	0.08	1.10	0.57	0.25	2.70	32.60	2.00	4.70	34.60	5.80	57.40	3.18	2.30	nd	nd	24.40

Continua...

Hor.	Prof. cm	pH H ₂ O	pH KCl	pH NaF	P mg.dm ⁻³	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m	ISNa	COT	N total	C/N	Prem mg.L ⁻¹
					cmol.c.dm ⁻³											%		dag.kg ⁻¹			
Perfil 21 - Organossolo Fólico Fíbrico típico, O hístico																					
O	0-35	4.70	3.41	nd	85.90	1.30	0.24	1.86	0.78	0.39	12.70	4.18	4.57	16.88	24.80	8.50	1.45	40.29	1.40	28.78	59.90
A	35-40	4.96	3.70	10.50	516.50	0.54	0.65	2.50	4.22	4.72	19.70	7.91	12.63	27.61	28.60	37.40	2.37	6.53	0.25	26.63	15.40
AC	40-55	5.03	3.71	11.20	546.00	0.79	0.73	1.24	2.62	5.88	19.40	5.38	11.26	24.78	21.70	52.20	2.94	2.63	0.12	22.26	8.70
Cr	55-90+	4.92	3.72	11.30	371.90	0.44	0.76	0.47	1.01	12.92	23.50	2.68	15.60	26.18	10.20	82.80	2.91	0.74	nd	nd	4.10
Perfil 22 - Cambissolo Háplico Alítico típico, A Moderado																					
A1	0-5	5.19	3.82	10.41	354.60	0.74	0.72	6.06	9.08	4.24	20.70	16.60	20.84	37.30	44.50	20.30	1.93	7.42	0.33	22.49	9.80
A2	5-15	4.89	3.83	10.39	136.20	0.19	0.57	0.62	1.57	9.35	23.10	2.95	12.30	26.05	11.30	76.00	2.17	4.08	0.20	20.50	2.80
Bi1	15-35	4.85	3.84	11.50	121.40	0.06	0.77	0.32	0.95	9.93	19.10	2.10	12.03	21.20	9.90	82.50	3.62	1.71	nd	nd	2.90
Bi2	35-65+	4.78	3.81	11.20	18.40	0.03	0.84	0.30	0.91	11.37	18.80	2.08	13.45	20.88	10.00	84.50	4.03	1.19	nd	nd	2.60

SB - soma de bases; t - CTC efetiva; T - CTC a pH 7; V - saturação de bases do complexo de troca; ISNA - saturação de sódio no complexo de troca; m - saturação de alumínio no complexo de troca; CE - condutividade elétrica; COT - carbono orgânico total; N total - Nitrogênio total; C/N - Relação C/N do solo; Prem - fósforo remanescente; nd - não determinado.

Os teores de carbono orgânico total são elevados (Alvarez V. et al., 1999), mas muito variáveis. Dependem do tipo de vegetação, do material de origem, da influência ornitogênica e do grau de erosão do solo, além da influência do clima local. O teor de COT do solo é maior nas áreas mais altas, onde se concentram os ambientes mais preservados e úmidos da ilha. A vegetação nativa é mais preservada e as perdas de solo por erosão nestas porções são menores (P17, P18, P19, P20, P21 e P22). Por outro lado, o aporte constante de guano fresco advindo da avifauna nos solos fosfatizados permitiu a formação de horizontes ricos em matéria orgânica em outras porções mais rebaixadas da paisagem e quentes da ilha, como nos perfis (P6, P10 e P12).

O microclima do solo também mostrou ter importância na acumulação de MOS. Assim, faces mais úmidas, voltadas para o sul (P14 e P15) apresentam maior acúmulo quando comparadas as faces voltadas para o norte (P8, P9 e P11). O P21 apresentou os maiores valores de COT e encontra-se sob Floresta Nebular de *Cyathea Delgadii*, voltada para o sul. A riqueza de material orgânico desses solos se deve, principalmente, ao elevado aporte de material orgânico fibroso com características recalcitrantes e à pobreza em organismos decompositores, como reportado por Clemente (2009). O P19 e P20 também se encontram em áreas preservadas da ilha, sob Florestas Nebulares de *Myrsine floribunda*, em áreas mais frias e úmidas da paisagem e onde o aporte de material orgânico também é elevado. O P6 e o P12 são os únicos perfis aonde o acúmulo de material orgânico é bastante elevado em cotas baixas da paisagem. Esses dois perfis estão situados em áreas de deposição atual de guano pelas aves e representam uma topossequência de ação da ornitogênese. O P6 encontra-se próximo a área de grande acúmulo de guano, o Pão de açúcar. Já o P12 está diretamente abaixo do Pão de açúcar, que é uma grande área de deposição atual de guano. Os perfis com menores teores de carbono orgânico total foram àqueles que apresentaram sinais mais fortes de erosão, com perda de solo e cobertura vegetal e presença de ravinas e/ou voçorocas. Além disso, eles ocorrem nas porções quentes e secas da ilha (P1, P7 e P8).

Os solos da ilha possuem razão C/N variando entre 10 a 29. A relação C/N da MOS estudados é de média a elevada, com tendência a aumentar nas áreas de material vegetal mais recalcitrante. Os solos das porções mais secas da paisagem também apresentam relação C/N mais elevada. Uma relação C/N baixa faz com que a mineralização da matéria orgânica seja facilitada e, por consequência, maior

quantidade de N torna-se disponível no solo, favorecendo a adição de C pela vegetação e a decomposição da matéria orgânica do solo. Por outro lado, altas relações C/N normalmente significam níveis mais baixos de incorporação de N e baixo grau de decomposição, ou seja, pouca mineralização da matéria orgânica no solo.

A ilha possui forte composição sódica em seus materiais vulcânicos (Almeida, 2000), por isso, seus solos tendem apresentar teores altos de Na^+ . No entanto, os teores de Na^+ trocável parece se correlacionar não somente com o material de origem, mas também com a localização do solo na ilha. Nas áreas mais baixas, o material de origem é mais pobre em Na^+ , porém há o aporte de sais pelos sprays salinos e os solos tendem apresentar teores de Na^+ trocável maiores na parte superficial do solo. Já nas áreas mais altas e úmidas, as rochas são mais ricas em Na^+ , porém a adição via spray salino são menores. Nestes solos os teores em profundidade são crescentes. Contudo, não se pode descartar uma possível lixiviação de Na^+ depositado em superfície para os horizontes inferiores, oriundo de sprays salinos.

A caracterização química dos solos foi dividida em dois grupos de solos, de acordo com a rocha predominante em sua gênese: solos de rochas básicas e solos de rochas fonolíticas. Os solos ornitogênicos se desenvolvem, em sua grande maioria, de rochas fonolíticas, mas também de rochas básicas, por isso são representados nos dois grupos.

4.2.1 Solos sobre rochas fonolíticas (P10 ao P22)

As principais ocorrências de rochas fonolíticas (alcalinas) no Brasil estão em Poços de Caldas, MG, Ilha de São Sebastião, SP e na Serra do Itatiaia, RJ (Leinz e Amaral, 2001). De acordo com Wernick (2004), existem várias rochas alcalinas e as mais comuns são: traquitos, fonólitos, riolitos, sienitos e nefelina-sienitos.

As rochas alcalinas fonolíticas são as rochas mais comuns da ilha. Ocupam toda a Formação **Seqüência Desejado** e quase toda Formação **Complexo de Trindade**. Os solos desenvolvidos de rochas alcalinas compreendem quase todo o território da ilha. A composição destas rochas é marcada pela pobreza em sílica e riqueza em Na^+ e K^+ , sendo no caso de Trindade, mais ricas em Na^+ do que em K^+ (Almeida, 2000). Ao mesmo tempo, teores mais baixos de cátions como Fe^{+2} , Ca^{+2} e Mg^{+2} quando comparado às rochas básicas da ilha.

O **Complexo de Trindade** possui rochas que cobrem a maior parte do território da ilha (P9 ao P16). São rochas tipicamente fonolíticas, mas apresentam muitas intrusões e diques de composição mais básica e variada. As rochas desta formação são encontradas por quase toda a ilha e formam diferentes solos e ambientes. Portanto, estes solos apresentam características químicas mais diversas quando comparado com as demais formações. A formação **Seqüência Desejado** ocupa as áreas mais altas da ilha. Estas rochas também são essencialmente fonolíticas, porém de composição química mais homogênea. Os solos formados são mais homogêneos quimicamente e estão restritos aos ambientes mais altos da ilha (P17 ao P22).

Os solos de rochas fonolíticas apresentam valores mais baixos de fertilidade natural, de soma e saturação de bases, além de teores mais elevados de Al em solução. O intemperismo destas rochas fornece ao solo menor riqueza em bases e dessa maneira, esses solos tendem ser mais distróficos e ácidos, quando intemperizados. Em alguns casos esses solos são mais férteis por influência da atividade das aves ou em virtude do baixo grau de desenvolvimento pedogenético.

As maiores atividades de Al^{3+} e H^+ em solução estão nos solos da Formação **Seqüência Desejado**, mais áreas mais altas e estáveis da paisagem. Onde o ambiente permite maior lixiviação e remoção de bases do solo, aliado ao contínuo processo de acidificação do solo. Em alguns casos este solos apresentam o caráter Alítico (P18 e P22). Em seguida estão os solos ornitogênicos, que também apresentam altas atividades de Al^{3+} e H^+ em solução. As altas atividades de Al^{3+} em solução encontradas para os solos da ilha, principalmente aqueles pertencentes à **Seqüência Desejado**, deveriam inibir o crescimento da vegetação, pelos efeitos tóxicos do alumínio, contudo, talvez a MOS possa estar complexando o Al^{3+} e reduzindo seus efeitos tóxicos (Vance et al., 1996).

Este grupo de solos possui altas atividades de argilas, observadas pelos altos valores de CTC do solo. O que foram atribuídos a riqueza em argilominerais 2:1 e em minerais de baixa cristalinidade (não cristalinos), como a alofana, imogolita e halloysita. Em alguns casos apresentam cargas muito dependentes de pH, e isso se deve muito provavelmente aos minerais amorfos, já que os argilominerais 2:1 possuem cargas não dependentes de pH. O que pode ser evidenciado pela diferença entre os valores de CTC efetiva e CTC a pH 7 destes solos.

Contudo, os teores bases trocáveis são baixos, resultando em solos distróficos, e com baixa proporção em bases. Nos solos da **Seqüência Desejado**, as rochas são capazes de fornecer bases ao solo, porém apresentam-se muito acidificados e pobres em bases, o que sugere terem passado por intenso processo de intemperismo e lixiviação. Já os solos da formação **Complexo de Trindade** apresentam maior saturação de bases e eutrofia, principalmente pela mistura com materiais de origem mais básicos, ou pelo aporte via atividade das aves.

De acordo com as classes de interpretação propostas por Alvarez V. et al., (1999), os teores de P-Mehlich-1 são considerados muito elevados. Os maiores teores estão relacionados a solos com a presença da avifauna. A atividade da avifauna explica os valores mais elevados P disponível, acima de 700 mg.dm^{-3} encontrados em alguns solos (P10, P11, P12, P14, P15, P16 e P18). Por outro lado, em corpos ultrabásicos/alcalinos é comum a presença de teores altos e anômalos de apatita (Barbosa et al., 1970), o que explica a presença de teores mais elevados nos substratos minerais dos solos não ornitogênicos.

O pH em água desses solos grupo varia de extremante ácido a ácido (3 a 6), sendo mais ácidos os solos da Formação **Seqüência Desejado** e os solos ornitogênicos. O P10 é um solo fortemente afetado pela fosfatização. Estes solos apresentam os valores mais baixos de pH em H_2O e as maiores atividade de H^+ em solução, com pH em torno de 3,5. A presença da fosfatização neste solo produz acidez acentuada decorrência da formação de ácidos durante a mineralização do guano que propicia uma lixiviação extrema de cátions (Tatur & Myrcha, 1984). Apesar de distrófico, apresenta altos valores de P até 60 cm de profundidade, com 2.430 mg.dm^{-3} de P em superfície. Entretanto, em maior profundidade, os valores são bem mais baixos sendo próximos de 46 mg.dm^{-3} no horizonte Cr. Este é o único solo a apresentar delta pH positivo, indicando o predomínio de cargas positivas em parte do perfil do solo, possivelmente devido à presença de aluminossilicatos de baixa cristalinidade, como a alofana (Van Wambeke, 1991). Os solos desenvolvidos sob a influência (atual ou pretérita) das aves apresentam características químicas visivelmente distintas dos solos não ornitogênicos, valores de P disponível muito elevados, valores de pH mais baixos, altas atividades de Al^{3+} e níveis variáveis de Ca^{+2} , Mg^+ e K^+ no complexo de Troca (Simas et al., 2004; Simas, 2006; Michel, 2005; Schaefer et al., 2010). Fe^{+2} ,

Os amorfos são formas não cristalinas e mal definidas de argilominerais e estão entre os componentes mais reativos do solo (Van Olphen, 1971). São considerados como num estado de transição entre o material originário, não intemperizado, e os minerais secundários bem cristalizados (Bohn et al., 1985). Ocorrem principalmente associados a cinzas vulcânicas e a solos de origem vulcânica e são formados durante a fase inicial do processo de intemperismo, que com o avançar do intemperismo tendem a se cristalizar sob formas mais cristalinas e mais estáveis nas condições de clima e temperatura da superfície. Mesmo em baixas concentrações nos solos possuem efeitos marcantes nas propriedades químicas e na produtividade dos solos. Como resultado da presença destes argilominerais, a fração argila destes solos apresenta alta superfície específica e alta reatividade química (Van Olphen, 1971). O que pode ser confirmado pelos altos valores de CTC a pH 7, mesmo com baixos teores de argila encontrados para estes solos. Contudo, as características dos materiais amorfos podem variar muito quanto aos tipos de cargas, capacidade de sorção de fosfatos, distribuição do tamanho dos poros e a área de superfície específica (Hall et al., 1985).

Segundo o Soil Taxonomy, os Andisols são solos que apresentam propriedades ândicas, ou seja, com presença significativa de alofana, imogolita, ferrihidrita ou complexos Al-húmicos ao longo do perfil (Soil Survey Staff, 2010). Contudo, para um solo ser considerado Andisols (Andossolo) deve obedecer aos critérios específicos de teor de carbono orgânico, densidade do solo, retenção de fosfatos, proporção de vidro vulcânico e de minerais amorfos da classe.

Segundo o Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2010), o pH em NaF acima de 9,4 é um forte indicador (em solos não calcários) de que os minerais de baixa cristalinidade dominam o complexo de troca do solo. Ao mesmo tempo este valor de pH dá indícios de solos com propriedades ândicas. Para Fields e Perrott (1966) o valor de pH em NaF de 9,4 foi considerado como sendo o valor inicial admitido para uma presença significativa de amorfos no solo. A maioria dos solos possui valores altos de pH, ou seja, acima de 9,4, indicando que nestes solos há presença significativa de minerais “amorfos”, com exceção de apenas alguns perfis (P16, P17, P19 e P20). Contudo, este não é um fator decisivo (e também não é um critério) para o enquadramento na classe dos Andisols (Soil Survey Staff, 2010). Para Alvarado & Buol (1983), o pH em NaF tem uma correlação altamente significativa com o Al (extraído com oxalato de amônio) e com o fósforo fixado (P rem). Já Alves &

Lavorenti (2004) acrescentam que o pH NaF tem pouca correlação com o teor de argila do solo.

O P remanescente (P rem) é um dos critérios para caracterizar solos com propriedades ândicas (e também para o enquadrá-lo como Andossolo). Solos com propriedades ândicas devem apresentar retenção de fosfatos de no mínimo 25% em alguma seção do perfil. Em todos os solos deste grupo, o critério foi atendido, sendo assim, de acordo com este critério, todos seriam Andisols. Contudo, neste estudo, não foi realizado os procedimentos para a obtenção da proporção de vidro vulcânico na TFSA, que é uma dos critérios da classe (pelo menos 5% de vidro vulcânico na TFSA). Conforme os dados obtidos de P rem e pH em NaF para estes solos, é possível que a maioria dos solos deste grupo, sejam Andisols, ou mesmo, todos. Com base em observações de campo e análise de lupa de mão, o vidro vulcânico ocorre em proporção variável, mas geralmente elevadas, na ilha.

4.2.2 Solos sobre rochas básicas (P1 ao P9)

As principais reservas de rochas básicas (basálticas) no Brasil encontram-se na região Sul, associadas às intensas manifestações vulcânicas da Formação Serra Geral. É a maior área de vulcanismo basáltico existente no mundo (Wernick, 2004).

Estes solos ocorrem próximos aos centros emissivos de rochas básicas. As formações **Vulcão do Paredão**, **Morro Vermelho** e do **Valado** cobrem a porção mais oriental da ilha. Essas formações possuem vulcanismo básico, com rochas subsaturadas em sílica e ricas em piroxênios, anfibólios e biotita, responsáveis pela riqueza em Fe^{2+} , Mg^{2+} e Ca^{2+} desses solos (Almeida, 1961).

Os teores de cátions trocáveis são considerados muito elevados, segundo classificação de (Alvarez et al., 1999) e os mais altos da ilha. Quando comparado a solos desenvolvidos de materiais vulcânicos e climas similares, mesmo assim, são muito elevados (Rolim Neto et al., 2009). Destacam-se os teores de Ca^{2+} e o Mg^{2+} , mas também os de K^+ . Os teores de P são muitos elevados nos solos ornitogênicos (P6 e P8).

As Formações **Vulcão do Paredão** (P6 e P7), **Morro Vermelho** (P1 ao P5) e do **Valado** (P8) possuem solos formados de materiais basálticos majoritariamente. Alguns desses solos tiveram proporção maior de outros materiais de origem, como nos ocorre nos perfis P1, P2 e P9. Contudo, os materiais basálticos destas formações têm menor resistência ao intemperismo, quando comparados aos materiais mais

fonolíticos das demais formações (**Desejado** e **Trindade**). E apesar de serem os solos mais jovens da ilha, são os mais erodidos da ilha, com presença de ravinas e voçorocas nas encostas de quase todos os ambientes em que esses solos ocorrem.

As características químicas dos solos deste grupo são mais homogêneas entre si, quando comparadas com o grupo de solos de rochas alcalinas. São solos muito jovens, conforme evidenciados pelos valores de pH mais altos, baixas atividades de Al^{3+} e H^+ em solução, teores elevados de nutrientes e presença de argilominerais de alta atividade. Segundo Rolim Neto et al (2009) estas são características típicas de solos jovens desenvolvidos de materiais basálticos.

Portanto, os solos desenvolvidos são muito eutróficos, conforme os valores de soma e saturação de bases. Com exceção do perfil 1, que possui forte descontinuidade litológica e apresenta material vulcânico alcalino mais antigo recoberto por material vulcânico básico mais recente, sendo portanto, epieutrófico, porém alítico em profundidade.

A CTC (T) desses solos também é elevada, porém com valores menores que os obtidos para os solos desenvolvidos de rochas alcalinas. Todos possuem argilas de alta atividade e de cargas menos dependentes de pH em relação aos solos das rochas fonolíticas, conforme os valores de (t) e (T) da TFSA. O que poderia indicar uma menor proporção de amorfos neste grupo de solos, quando comparados aos solos da Formação **Seqüência Desejado**, por exemplo. Uma vez que, estes solos ocorrem principalmente nas áreas mais baixas e secas da ilha, favorecendo a formação de fases mais cristalinas no solo. Ademais, os valores de (T) obtidos para estes solos são muito semelhantes aos encontrados para solos basálticos em outras ilhas oceânicas brasileiras (Oliveira, 2008; Marques, 2004; Clemente et al., 2009; Schaefer et al., 2010).

O pH deste grupo é mais elevado em relação aos solos sobre rochas fonolíticas, sendo que a maioria apresenta de reação neutra a alcalina (pH de 6,0 a 7,5). Os valores mais baixos de pH estão nos solos mais intemperizados do grupo. O material de origem mais rico em bases, com intemperismo gera maior riqueza em bases e menor acidez ao solo. A atividade do Al^{3+} é nula no pH mais elevado, mantida pelas altas atividades de Ca^{2+} e Mg^{2+} em solução. Os valores de pH em água são bem maiores que aqueles encontrados em KCl, indicando o predomínio de cargas negativas no complexo de troca.

Neste grupo de solos houve predomínio de pH em NaF acima de 9,4, chegando a valores próximos a 12. Os valores encontrados indicam a presença de minerais de baixa cristalinidade em quantidades significativas (Fields & Perrott, 1966 Brydon & Day, 1970). Quanto ao critério de retenção de 25% ou mais de fosfatos (Soil Survey Staff, 2010), todos apresentariam propriedades ândicas segundo este critério, e é muito provável que possam ser enquadrados como Andisols. Porém, não foi obtida a proporção de vidro vulcânico na TFSA para tal enquadramento. Clemente et al., (2009) relata observar solos com fortes indícios de propriedades ândicas em Trindade.

Somente dois dos solos deste grupo mostraram-se ornitogênicos (P9 e P21) e apresentam teores de P disponível maiores que 1000 mg.dm^{-3} . O P6 é rico em areias carbonáticas recentes e minerais máficos da Formação **Vulcão do Paredão**. É o solo de pH em H₂O mais elevado para este grupo, chegando a 8 em profundidade, com teores altíssimos de Ca²⁺ e quase 96 % de saturação de bases (V) e argilas de alta atividade. O P6 é muito semelhante ao Neossolo Regolítico Eutro-úmbrico ornitogênico descrito por Schaefer et al (2010) em Abrolhos. Contudo, em Trindade apresentam teores mais baixos de P disponível e com menor fertilidade natural, porém são mais ricos em MOS. O P6 é um solo eutrófico, que influenciado por atividade atual intensa das aves e está entre os solos com maiores teores de P e maior grau de ornitogênese da ilha. Já o P8, próximo a Ponta do Valado, é formado por mistura de materiais mais alcalinos da Formação **Complexo de Trindade** e materiais básicos da Formação **do Valado**. É um solo raso e muito pouco desenvolvido, porém com teores de Ca²⁺, Mg²⁺ e P muito elevados, e quase 86 % de saturação de bases (V), possivelmente provenientes da adição via avifauna.

4.3 Caracterização mineralógica

O conceito geral de solos com propriedades ândicas é que são solos, cuja fração coloidal é dominada por minerais de baixa cristalinidade e/ou por complexos húmicos-Al (Soil Survey Staff, 2010). Para ter propriedades ândicas, o material deve conter menos de 25% (em peso) de carbono orgânico e atender a pelo menos uma das seguintes condições: (a) relação $(\text{Al}_{\text{o}}+1/2\text{Fe}_{\text{o}}) > 2.0$, retenção de fosfato $> 85\%$ e densidade $< 0.9 \text{ cm}^{-3}$; ou (b) retenção de fosfato $> 25\%$, 30% ou mais de partículas nos tamanhos areia e silte, relações $(\text{Al}_{\text{o}}+1/2\text{Fe}_{\text{o}}) > 0,4$ (e < 2) e pelo menos 5% de vidro vulcânico na TFSA. Sendo que, a condição (a) é encontrada em materiais com

alto grau de intemperismo, e a segunda (b) é associada a materiais que possuem baixo grau de intemperismo e que contenham vidro vulcânico (como nos depósitos piroclásticos). Contudo, quanto menores forem os valores da relação $(Al_0+1/2Fe_0)$, maiores deverão ser os teores de vidro vulcânico na TFSA (Soil Survey Staff, 2010). Assim, os solos da ilha da Trindade se enquadram no critério (b), de acordo com os baixos teores de argila dos solos estudados, cujos valores de silte e areia ultrapassam os 30% em todas as amostras de solo. No entanto, não foram avaliados os teores de vidro vulcânico na TFSA dos solos estudados.

Porém, um solo com propriedades ândicas para ser enquadrado na classe dos Andisols, deve apresentar tais propriedades em 60% ou mais do perfil do solo. Mesmo assim, os solos podem apresentar propriedades ândicas em apenas parte do perfil, sendo, portanto, rico em minerais de baixa cristalinidade em alguma seção do solo, porém não o suficiente para ser enquadrado como Andisols. Segundo Takahashi & Shoji (2002) o Soil Taxonomy é o sistema classificação mais utilizado no mundo para solos originários de cinzas vulcânicas. Sendo que, estes solos, segundo Shoji & Ono (1978) são associados principalmente a regiões vulcânicas holocênica (mais recentes). E quando em estágio inicial de intemperismo, os materiais de origem formam principalmente minerais secundários não cristalinos ou de baixa cristalinidade (amorfo). Os minerais amorfo dos solos estudados foram evidenciados pela técnica de difratometria de raio-X (DRX), pelos teores de Feo e Alo (extraídos por oxalato de amônio pH 3 e por ditionito-citrato-bicarbonato (DCB)) e pelas relações Feo/Alo obtidas para estes solos, além das características químicas e físicas dos solos.

Os resultados de ferro e alumínio extraídos por DCB e por oxalato de amônio são apresentados no Quadro 5. Em geral, os solos apresentam altos teores de ferro extraído por DBC (Fed), variando de 1,41 a 17,55 dag/kg^{-1} , sugerindo alta riqueza desse elemento em todos os materiais de origem estudados da ilha, com destaque para os teores dos solos da **Seqüência Desejado** e da **Formação Morro Vermelho**. Os teores mais baixos foram encontrados para o Organossolo ornitogênico (P12) que possui muito pouco material mineral até os 50 cm de profundidade, já que se constitui de um solo muito orgânico, rico em material ornitogênico. Os teores de ferro extraído por oxalato de amônio (Feo) também são considerados muito elevados e variaram de 0,74 a 14,11 dag/kg^{-1} . Os teores mais baixos de Feo foram encontrados para o P12 e para os solos da **Seqüência Desejado** e da **Formação Morro**

Vermelho. Já os teores de Ald e Alo estão variando entre 0,94 a 4.09 dag/kg⁻¹ e 0,06 a 3,48, respectivamente. Os teores de Al também foram considerados elevados e traduzem a riqueza desse elemento nas rochas da ilha, também observado por Almeida (2000). Já os altos teores de Alo sugerem a presença marcante de formas de óxidos e hidróxidos de alumínio de baixa cristalinidade (amorfos).

Neste estudo, não foram quantificados os teores de Fe, Al e Si extraídos com pirofosfato, o que impede avaliar a participação de complexos organo-metálicos no total desses elementos nos solos da ilha (McKeague, 1967; Shoji e Ono, 1978). Além disso, os teores de Sio (extraídos com oxalato) e Alp (extraído com pirofosfato) permitem a obtenção da relação (Alo-Alp)/Sio, que quando elevadas, possibilitam sugerir a presença de minerais amorfos (Shoji e Ono, 1978).

Os altos valores das relações (Feo/Fed) indicam que se tratam de solos com maior proporção de minerais pouco cristalinos e pouco intemperizados. Segundo Fitzpatrick & Schwertmann (1982) relações Feo/Fed menores que 0,01 são comuns nos solos altamente intemperizados, de boa drenagem e com alta atividade de Al em solução, condição esta, tipicamente encontrada em Latossolos brasileiros. Nos solos das áreas mais altas ou de maior teor de umidade, as relações Feo/Fed foram mais altas, uma vez que, o excesso de umidade favorece a formação de formas de ferro com menor grau de cristalinidade (P15, P17, P18, P19 e P20).

Quadro 5. Teores de Fe e Al extraídos por ditionito-citrato-bicarbonato (DCB) e por oxalato de amônio a pH 3

Amostra	%Fe		%Al		Feo/Fed	Alo+1/2Feo
	Ditionito	Oxalato	Ditionito	Oxalato		
P1-Bi	11.27	2.35	1.58	0.84	0.21	2.02
P3 - Bi	3.37	1.30	0.94	0.28	0.38	0.93
P4 - C1	6.35	1.40	1.01	0.64	0.22	1.34
P5 - Bi	10.26	1.99	1.02	0.32	0.19	1.32
P10 - C	3.90	0.74	1.29	0.64	0.19	1.01
P11 - AC	2.81	1.12	1.92	0.32	0.40	0.88
P12 - Bi	1.41	0.55	2.75	0.06	0.39	0.33
P15 - AC	2.65	1.16	4.09	3.48	0.44	4.06
P17-Bi	16.19	8.35	2.13	1.52	0.52	5.69
P18-Bi	6.51	3.84	3.61	2.88	0.59	4.80
P19 - Bi	17.55	14.11	1.60	0.77	0.80	7.82
P20 - Bi	17.44	13.48	1.65	0.25	0.77	6.99
P21 - AC	3.63	0.79	1.36	1.13	0.22	1.53
P22 - Bi	4.10	1.00	1.4	0.55	0.24	1.05

A maioria dos solos apresentaram valores $(Al+1/2Feo)$ maiores que 0,4, que é o valor mínimo para caracterizar o material como ândico, e segundo este critério todos os solos possuiriam tais propriedades, com exceção, apenas do P12. O P12 foi o valor mais baixo para relação $(Al+1/2Feo)$ nos solos estudados da ilha. Este é um solo fortemente afetado pela ornitogênese e com menor proporção de material mineral até o horizonte C. Contudo, apesar da maioria dos solos apresentarem relação $(Al+1/2Feo)$ maior que 0,4, os teores de vidro vulcânico na TFSA não foram avaliados.

Um dos critérios para os materiais ândicos é a proporção de vidro vulcânico na TFSA e quanto menores os valores da relação $(Al+1/2Feo)$, maiores deveriam ser as proporções de vidro vulcânico para cumprir os critérios do material ândico. Os solos da ilha se enquadrariam no grupo dos Andisols pouco desenvolvidos, com altos somatórios de silte e areia na TFSA ($> 30\%$), retenção de fósforo de 25% (ou mais) e valores de $(Al+1/2Feo)$ maiores que 0,4.

É muito provável que as demais amostras, já que foram avaliadas apenas 1 amostra de argila de 14 perfis (como mostra o Quadro 5) também apresentem valores de relação $(Al+1/2Feo)$ suficientes para enquadrar como material ândico, ou seja, maior que 0,4. Sendo assim, com exceção do P12, todos os solos poderiam ser enquadrados como Andisols, de acordo com o critério da relação $(Al+1/2Feo)$.

Embora se tenha observado a presença generalizada do vidro vulcânico nos solos das partes medianas a elevadas da ilha, alguns destes solos podem não apresentem teores de vidro vulcânico na TFSA (maiores que 5%) para o enquadramento como Andisols. Mesmo assim, é possível confirmar que estes solos possuem características ândicas e que boa parte se enquadre como Andisols (Soil Survey Staff, 2010). Seriam então, solos de ocorrência única em território brasileiro, e até então não relatados na literatura pedológica nacional.

A composição mineralógica da fração argila dos solos da ilha mostrou ser dominada por uma combinação de minerais primários, minerais secundários de baixa cristalinidade (e altamente reativos), minerais secundários silicatados e óxidos pedogenéticos (ferro, alumínio e titânio). Os minerais mais comuns nos solos da ilha são os minerais do grupo da caulinita/halloysita, os feldspatos/feldspatoídes, os minerais interstratificados irregulares, a biotita e os óxidos ferro magnetita/maghemita. Em menor proporção estão os óxidos de ferro (goethita e hematita) e a gibbsita, presentes principalmente, nos solos das áreas mais

intemperizadas, e foram identificados pelo tratamento com NaOH 5mol.L⁻¹. A presença marcante de minerais primários e de minerais de baixa cristalinidade (amorfos) nos solos de Trindade diferencia-os da grande maioria dos solos brasileiros, geralmente pobres em minerais facilmente intemperizáveis e minerais amorfos. Tal fato coloca-os entre os solos mais jovens, reativos e menos intemperizados do domínio tropical úmido.

O traço distintivo na mineralogia da ilha é a deficiência em sílica e por isso, falta o quartzo em suas rochas. Segundo Almeida (1961), Trindade está entre as séries vulcânicas mais subsaturadas em sílica do mundo. Os valores elevados de alumínio e álcalis das rochas das formações Sequência Desejado e Complexo de Trindade (fonolíticas) são acompanhados de baixos teores de sílica, “obrigando” o desenvolvimento abundante de feldspatoídes, tornando impossível a existência de rochas mais ácidas. Já as rochas das Formações **Morro vermelho, Vulcão do Paredão e Valado** (Tannbuschitos e Ankaratritos) representam frações magmáticas ainda mais pobres em sílica, porém relativamente ricas em álcalis, favorecendo o desenvolvimento de feldspatoídes e analcita magmática nas rochas ultrabásicas. Os feldspatoídes potássicos estão presentes na maioria das rochas e são os minerais claros mais comuns da ilha, sendo representado principalmente pela nefelina. Os anfibólios e piroxênios traduzem riqueza relativa em Ca, Fe e Ti das rochas mais básicas.

Alguns dos difratogramas encontrados nos solos estudados são típicos da ocorrência de minerais de baixa cristalinidade (amorfos), com formação de longas flexuras (pico espalhado) e baixa reflexão de minerais cristalinos. Os minerais amorfos ao raios-X, especialmente a alofana, são comumente encontrados em cinzas e em solos de origem vulcânica, com baixo grau de intemperismo, e que com a continuidade do intemperismo podem formar minerais cristalinos (Van Olphen, 1971). Solos ricos em minerais alofânicos não são encontrados em abundância no território brasileiro, mas ocorrem em trópicos úmidos onde predominam rochas vulcânicas recentes (Van Wambeke, 1991).

A diferenciação de halloysita e caulinita no pico 0,736 nm não foi possível, pois esta é realizada através do teste de formamida, que não foi realizado neste trabalho. No entanto, os picos se assemelham mais ao padrão encontrado para halloysita, com baixa intensidade e ausência de tripletes em 40 e 46 graus teta (Melo et al., 2009). Já o mineral anatásio, em 0.354 nm, foi identificado pelo tratamento

com K aquecido. Nessa região há sobreposição com o pico dos minerais do grupo da caulinita, no entanto, com o aquecimento, há destruição dos minerais do grupo da caulinita e permanecem os picos do anatásio.

Os picos 0,255 e 0,237 nm são regiões de sobreposição de caulinita/halloysita com magnetita/maghemita. Contudo, o tratamento com NaOH 5 mol.l⁻¹ permite o estudo dos óxidos ferro por promover a dissolução dos minerais secundários 1:1 e da gibbsita (Melo et al., 2009). Assim, é possível confirmar a presença dos óxidos magnetita/maghemita. Além disso, a forte atração magnética encontrada em todas as amostras de argila representa um excelente indicativo da presença desses óxidos pedogenéticos nos solos da ilha.

A presença de picos na região 0,14 nm, na argila natural, que colapsam para 0,122 nm com K e não expandem com glicerol, representam interestratificados vermiculita/VHE ou vermiculita/clorita, muito semelhantes entre si. As micas foram encontradas em quase todas as amostras de argila e foram identificadas pelo pico máximo em 1,0 nm que não se alterou após os tratamentos.

4.4 Classificação dos solos

Com base no SiBCS (EMBRAPA, 2006), os solos estudados na ilha de Trindade pertencem as ordens dos Cambissolos, Neossolos e Organossolos. Dos 22 perfis estudados na ilha, 11 foram enquadrados como Neossolos, 9 como Cambissolos e 2 como Organossolos. Os afetados pela atividade das aves (ornitogênicos) somam 9 e foram enquadrados em todas as 3 classes de solos observadas na ilha. Já os solos ricos em minerais amorfos (não cristalinos) não foram diferenciados dos demais, já que o Sistema brasileiro de classificação não faz menção a esse grupo de solos e não foram feitos todos os procedimentos laboratoriais para o enquadramento na classe dos Andisols do sistema americano de classificação de solos (Soil Survey Staff, 2010).

De maneira geral, o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006) mostrou-se eficiente para classificar os solos encontrados na ilha, exceto nos casos em que o solo apresentou características atípicas para solos continentais. Esses casos foram associados, principalmente, a pedoambientes e materiais de origem incomuns, porém frequentes em ilhas oceânicas, como reportado por Clemente et al. (2009), Marques et al. (2007) e Oliveira (2008). Por outro lado, em alguns casos, as dificuldades de enquadramento foram associadas à ausência de

atributos diagnósticos ou definições mais apropriadas, como no caso dos solos ornitogênicos ou com propriedades ândicas.

Apesar de ocorrerem solos muito intemperizados do ponto de vista químico, como Cambissolos Alíticos e Cambissolos Distróficos, não ocorrem Latossolos na ilha, mesmo nas porções medianas mais estáveis da paisagem. A formação de latossolos depende da atividade da faunopedoturbação ao longo de milhares de anos (Schaefer, 2001). Nas ilhas oceânicas vulcânicas, a baixa diversidade de fauna do solo e a pouca idade no tempo impedem a formação desses solos. Solos parecidos também foram encontrados em Fernando de Noronha (Marques et al., 2007).

A maioria dos solos das partes baixas da ilha possui A moderado. Ainda que houvesse aporte orgânico elevado, os horizontes verificados a campo não atendiam os critérios de espessura e/ou de cor para os demais tipos de horizontes A (Chernozêmico, Proeminente e Húmico).

Alguns solos mostram-se claramente afetados pela atividade das aves. Concentram-se mais nas áreas declivosas, perto do mar e próximos aos inúmeros paredões rochosos. Os Neossolos e os Cambissolos ornitogênicos apresentam menor expressão tanto da fosfatização quanto da pedogênese, quando comparados aos Organossolos ornitogênicos. Os Neossolos Litólicos ornitogênicos são mais rasos e ocorrem em áreas mais declivosas e/ou próximas as linhas de drenagem. Os Cambissolos ornitogênicos são solos mais profundos em topos de morros e em paisagens mais planas. Os Organossolos ornitogênicos são altamente afetados pela fosfatização e ocorrem diretamente abaixo dos grandes paredões rochosos. Segundo Schaefer et al., (2010) em Abrolhos os solos ornitogênicos ocorrem de maneira generalizada por toda ilha. Já Oliveira (2008) observou solos e rochas afetados pela fosfatização em solos de ilhas oceânicas, como Fernando de Noronha e Penedo São Pedro e São Paulo, pela atividade das aves marinhas migratórias.

Os Neossolos e os Cambissolos ornitogênicos ocorrem tanto nas áreas de influências pretéritas, quanto próximos a ninhas atuais pequenos ou mesmo nos afloramentos rochosos, no entanto, estão sempre associados a locais onde a fosfatização exerce menor influência sobre a pedogênese, seja pela intensa lavagem e erosão do solo, seja pela menor atividade das aves. Contudo, os Organossolos ontogênicos se formam em áreas diretamente abaixo de grandes paredões rochosos onde ocorre ou ocorreu nidificação intensa de aves, os solos são mais profundos, e a pedogênese está fortemente ligada a fosfatização do substrato mineral pela interação

com soluções percolantes ricas em fosfato. Nestes casos os solos foram classificados como Organossolos ornitogênicos.

No Brasil, Simas et al., (2007) foram os pioneiros em estudos sobre a fosfatização em solos e sedimentos de ambientes antárticos e tropicais. Segundo os mesmos autores, solos claramente influenciados por aves e associados a teores de P extraível em Mehlich-1 maiores que 500 mg.kg^{-1} devem ser classificados como tal. Atualmente o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos não inclui o caráter. Tornando o enquadramento dos solos ornitogênicos em grupo diferenciado de solos, já que possuem características peculiares. Diante das dificuldades de classificação e diferenciação dos solos ornitogênicos dos não ornitogênicos da ilha e em virtude da ausência de termos mais adequados, corrobora-se com a inclusão do caráter ornitogênico no SiBCS (2006), conforme Simas et al., (2007). Considera-se relevante a discussão acerca de propostas para nomenclatura e diferenciação desse grupo de solos, tendo em vista a importância que a fosfatização apresenta sobre a pedogênese nestes ambientes terrestres, como já observado em outras ilhas oceânicas brasileiras (Oliveira, 2008; Clemente et al., 2009; Schaefer et al., 2010) e também em ilhas antárticas (Simas et al., 2007; Michel et al., 2006).

Algumas praias da ilha são formadas por sedimentos arenosos holocênicos de origem predominantemente conchífera e algal, com presença subordinada de outros minerais. São solos muito bem drenados, com teores de argila inferiores a 15% e formados basicamente por grãos de carbonato de cálcio nas frações grosseiras areia e cascalho, e não de grãos de quartzo. Não podem ser enquadrados como Neossolos Quartzarênicos por não serem formados predominantemente por grão de areia de quartzo. Estes solos foram classificados como Neossolos Regolíticos eutrófico bioclasto-carbonático e para tal corrobora-se com outros autores com a criação do subnível bioclasto-carbonático para o subgrupo dos Neossolos Regolíticos (Marques, 2004; Marques et al., 2007; Clemente et al., 2009).

4.5. Mapeamento dos solos e suas relações com a paisagem

Os solos estudados mostraram uma estreita relação com a posição geográfica (orientação da vertente e altimetria), com os diferentes materiais de origem, com a vegetação predominante e com influência da avifauna (atual ou pretérita). Por isso, as diferenças entre os solos estão diretamente relacionadas às características do pedoambiente no qual se inserem.

O relevo montanhoso, com grande variação altimétrica (0 a 600 metros) permite a formação de vários pedoclimas locais. Esses pedoclimas influenciam sobremaneira na gênese dos solos e no modelado das paisagens da ilha. As áreas mais altas são mais frias e úmidas e estão submetidas ao efeito das chuvas orográficas de maneira quase constante. A face sul também é mais fria e úmida, por ser mais alta, ter relevo mais escarpado e não receber os ventos alísios secos. Já na face norte, o relevo é mais aplainado, há maior incidência solar e, freqüentemente, é invadida por ventos quentes e secos que retiram a umidade do ambiente, impondo um clima local semi-árido.

Assim, os solos mais profundos e desenvolvidos ocorrem com mais freqüência nas áreas mais aplainadas, estáveis e elevadas do relevo, em clima mais ameno. Já os solos mais rasos e jovens ocupam freqüentemente as áreas mais declivosas (ou escarpadas) do relevo e/ou onde o clima é mais quente e seco, como nas faces voltadas para o norte.

A classe dos Neossolos foi predominante, ocupando cerca de 55 % do território da ilha (Mapa final, página 49). Predominam nas áreas mais baixas e/ou acentuadamente secas, mas também são freqüentes onde há afloramento rochoso onde sua formação está condicionada a forte declividade dessas áreas. Em menores proporções, ocorrem em áreas deposicionais, como em taludes ou cones aluviais.

Os Neossolos Litólicos ocupam a maior parte da ilha e podem ser típicos ou fragmentários, de acordo com o ambiente no qual se desenvolvem. Os Neossolos Regolíticos se desenvolvem diretamente de material vulcânico intemperizado, de sedimentos aluviais ou de sedimentos bioclastos litorâneos, e em alguns casos são ornitogênicos. Os Neossolos Regolíticos apresentam um desenvolvimento pedogenético relativamente maior que os Neossolos Litólicos, e são mais profundos, pela própria constituição sedimentar do material de origem, e podem ocorrer em áreas litorâneas.

A vegetação predominante nos Neossolos é constituída de duas ciperáceas endêmicas à ilha, a *Cyperus atlanticus*, que predomina, e a *Bulbostylis nesiotis*, que ocorre preferencialmente nas áreas de solos mais rasos e secos. As samambaias rasteiras (*Ptyrogramma calomelanos* e *Doroptyrys campos portoi*) também são freqüentes nos Neossolos, porém são mais encontradas nas áreas mais úmidas da paisagem (próximas a drenagem ou abaixo de grandes blocos ou matacões) ou nos Neossolos Litólicos de relevo mais montanhoso, como ocorre nas áreas úmidas da

porção sul da ilha. Já nas áreas litorâneas entre a Praia da Calheta e da Praia das Tartarugas ocorrem faixas de Neossolos Regolíticos formados sobre sedimentos bioclásticos de carbonato de cálcio biogênico marinho com contribuição de materiais vulcânicos básicos. Nesses solos ocorrem comunidades psamófilas de *Canavalia obtusifolia* e *Ipomea pes-caprea*, mas a ciperácea *Cyperus atlanticus* também está presente.

A classe dos Cambissolos é a segunda mais representativa da ilha e ocupa cerca de 30 % do território. Ocorrem preferencialmente nas porções medianas a elevadas da paisagem, onde o clima é mais ameno, o que permite uma maior desenvolvimento pedogenético. Diferem-se dos Neossolos por apresentarem um estágio intermediário de intemperismo, maior expressão dos processos pedogenéticos, maior profundidade e com presença de horizonte Bi com mais de 10 cm de espessura. Podem ser eutróficos, distróficos ou alíticos, dependendo principalmente do material de origem e do estágio de desenvolvimento pedogenético. A vegetação encontrada nesses solos é um bom indicador da variação climática que o relevo da ilha pode proporcionar.

Nas áreas mais baixas e secas ocorrem Cambissolos Háplicos Ta associados à ciperáceas endêmicas, *Cyperus atlanticus* e *Bulbostylis nesiotis* e poucas samambaias rasteiras. Nas áreas medianas mais aplainadas (do planalto ankaratrítico e do vale verde) com maior umidade, a partir de 400 metros, ocorrem os Cambissolos Háplicos Alíticos com samambaias rasteiras, a *Ptyrogramma calomelanos* e *Doropterys campos portoi*, e poucos indivíduos de ciperáceas. Já nas áreas mais altas e aplainadas do planalto axial (do Desejado e de Trindade) ocorrem os Cambissolos Háplicos Ta Distróficos sob Florestas Nebulares. Nestes ambientes há umidade suficiente para formação de horizontes hísticos sob Florestas Nebulares de *Myrsine floribunda* com sub-bosque de samambaias rasteiras variadas e alguns indivíduos jovens de *Cyathea delgadii*.

Os Organossolos ocupam uma parte pequena da ilha, cerca de 10 % do território. Os Organossolos Fólicos Fíbricos estão restritos às altas encostas e aos vales estreitos abaixo do planalto axial, voltados para o sul da ilha, por serem as mais frias e úmidas da ilha. Nesses ambientes existem Florestas Nebulares relictuais monodominantes de samambaias arborescentes (*Cyathea delgadii*), únicas no atlântico Sul (Clemente et al., 2009). O aporte elevado de material orgânico recalcitrante depositado pela vegetação de *Cyathea delgadii* associada à pobreza e

quase inexistência de (meso e micro) fauna (Barth, 1958; Clemente et al., 2009) e clima Nebular condicionam a formação insólita de um horizonte hístico muito espesso e a formação de Organossolos em relevo escarpado, atípico para a classe. Esses solos não sofrem acumulação sazonal de água, tipicamente encontrada em solos continentais com horizonte superficial hístico (Embrapa, 2006). As condições atípicas nas quais se formam os Organossolos de Trindade conferem um caráter de exclusividade e por essa razão, são aqui considerados como solos restritos e endêmicos da ilha da Trindade (Clemente et al., 2009). Os ambientes terrestres da ilha da Trindade cobertos por Organossolos Fólicos Fíbricos sob Florestas Nebulares de *Cyathea delgadii* e os Cambissolos Háplicos Ta Distróficos sob Florestas Nebulares de *Myrsine floribunda*, apesar da aparente monodominância, são os ambientes mais biodiversos e mais preservados da ilha, dominados por sub-bosque rico em muitas pteridófitas, orquídeas, briófitas e líquens.

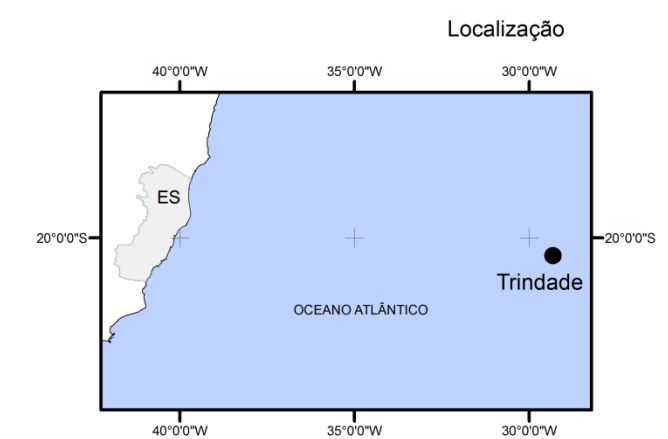
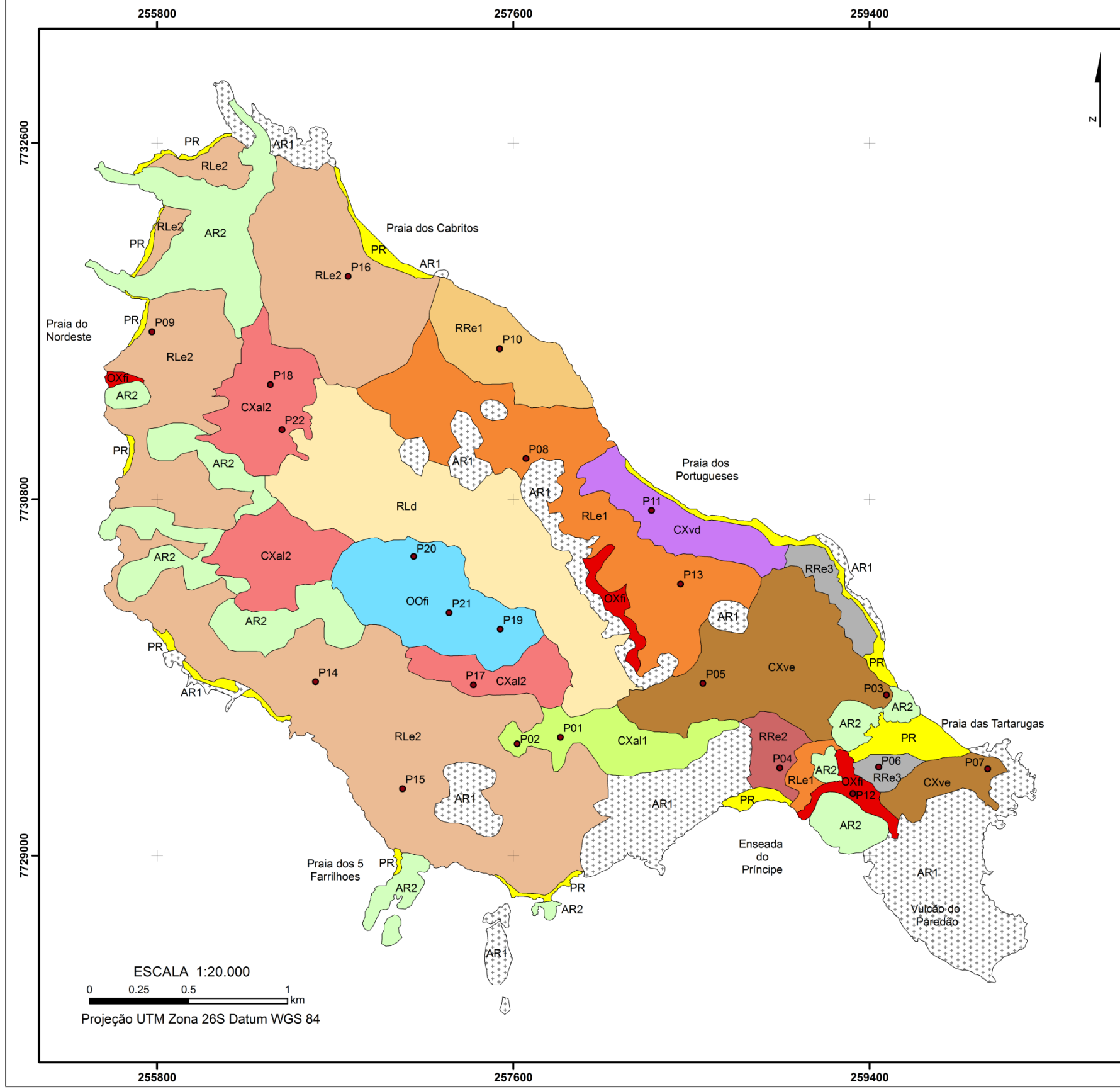
Nas três ordens de solos existentes na ilha foram identificados solos sob influência atual e/ou pretérita de aves marinhas. O efeito da avifauna na ilha distribui-se de maneira generalizada nos solos das áreas mais baixas, em alguns picos e em afloramentos rochosos, fato muitas vezes evidente pela presença abundante de ninhais na paisagem. O aporte de materiais orgânicos, como guano fresco, cascas de ovos e restos de animais pela avifauna resultam em solos com alta disponibilidade de fósforo, teores variáveis de Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^{+} , e conteúdo elevado de matéria orgânica (Simas et al., 2007). A mineralização dos dejetos das aves e a interação dos produtos com o substrato mineral dão origem aos solos chamados ornitogênicos (Schaefer et al., 2004; Simas et al., 2007).

O efeito do guano depositado pelas aves que nidificam em Trindade parece generalizado, sobretudo nas áreas mais baixas da ilha. Em algumas áreas a pedogênese parece estar fortemente relacionada à presença da avifauna. O sucesso da vegetação também depende do aporte de guano das aves, pois este fornece fosfatos, carbonatos e nitratos, possibilitando a rápida colonização das plantas e a estabilização do solo pela vegetação. Por outro lado, desde o início da pedogênese, a vegetação contribuiu para a fixação das partículas de solo, nas fortes declividades das encostas da ilha. Segundo Schaefer et al. (2010), em ilhas oceânicas a eutrofização promovida pelo guano favorece o desenvolvimento de solos com altos teores de carbono orgânico, resultando em paisagens distintas das áreas não fosfatizadas adjacentes.

Os solos ornitogênicos encontrados na ilha foram classificados de acordo com a profundidade, grau de desenvolvimento pedogenético e com o grau de influência da ornitogênese sobre a pedogênese. Os solos ornitogênicos mais comuns são os Neossolos Litólicos, que ocupam grande parte das áreas baixas da ilha, próximas ao mar. A vegetação que predomina depende do ambiente o qual o solo encontra-se inserido. Nas áreas mais baixas (e quentes) ou nos afloramentos, predominam as Ciperáceas *Cyperus atlanticus* e *Bulbostylis nesiotis*, nos picos elevados, predomina a vegetação de samambaias rasteiras, *Ptyrogramma calomelanos* e *Doropterys campos portoi* e poucos indivíduos de Ciperáceas. A vegetação desses solos, freqüentemente, é mais exuberante que a área ao entorno, já que os bolsões de solos supernitrificados formados permitem um crescimento maior da vegetação.

De acordo com Fonseca Neto (2004), desde meados do século 19 já haviam estudos sobre a composição, a distribuição espacial e o período de reprodução das aves que ocorriam na ilha. Silva (1995) estima que a ilha atualmente seja freqüentada e/ou habitada por pouco menos de 30 espécies de aves marinhas dentre residentes, migratórias, ocasionais e introduzidas, sendo que as mais comuns na ilha são o Atobá (*Sula dactylatra.*), a Viuvinha (*Sterna fuscata*), a Noivinha (*Gygis Alba*) o Trinta réis (*Anous sp.*) e o Petrel de Trindade (*Pterodroma arminjoniana*). De acordo com o BirdLife International (2009) as populações de aves marinhas da ilha eram maiores no passado e atualmente algumas espécies endêmicas de aves da ilha estão em declínio e podem estar em risco.

MAPA DETALHADO DE SOLOS DA ILHA DA TRINDADE, ATLÂNTICO SUL



Legenda

- PR - Praias e dunas
- AR1 - Afloramento
- AR2 - Afloramento + RLe típico ornitogênico + RLd típico ornitogênico
- CXal1 - CXal léptico + CXve
- CXvd - CXvd léptico + CXvd léptico ornitogênico + RLe típico + RLe típico ornitogênico
- CXve - CXve típico + RRe léptico
- CXal2 - CXal típico + CXal ornitogênico + CXvd + CXvd ornitogênico
- RLd - RLd típico + CXvd léptico
- RLe1 - RLe fragmentário + RLe fragm. ornitogênico + RLe típico + RLe típico ornitogênico
- RLe2 - RLe típico + RLe típico ornitogênico + RLd típico + RLd típico ornitogênico
- RRe1 - RRe léptico + RRe léptico ornitogênico + RRd léptico + RRd léptico ornitogênico
- RRe2 - RRe típico + CXve típico
- RRe3 - RRe bioclasto-carbonático + RRe bioclasto-carbonático ornitogênico
- OOfi - OOfi típico + CXvd típico
- OXfi - OXfi ornitogênico + RLe ornitogênico + RLd ornitogênico

Executado por: Mariana Médice F. Sá - Depart. de Solos/UFV. 2010.

ESCALA 1:20.000
 0 0.25 0.5 1 km
 Projeção UTM Zona 26S Datum WGS 84

5. CONCLUSÕES

1) A variabilidade pedológica em Trindade é consequência de sua natureza vulcânica jovem, com composição mineralógica muito variável, desde alcalina até ultrabásica, associado à posição geográfica/altimétrica, que governa o intemperismo.

2) Alguns solos apresentam dificuldades de enquadramento no SiBCS por apresentarem características consideradas atípicas em relação aos solos continentais brasileiros, não sendo previstos atributos diagnósticos adequados no atual SiBCS.

3) Os solos com alta eutrofia são típicos das áreas com rochas básicas e/ou compartimentos mais baixos e secos da ilha, onde são menos intemperizados. Já os solos com baixa eutrofia predominam nas partes mais elevadas da ilha, associados a rochas alcalinas, mais intemperizadas. Nas áreas mais altas também se concentram os solos mais ricos em minerais altamente reativos (amorfos), o que lhes confere os maiores valores de CTC a pH 7 da ilha.

4) A ocorrência de solos fortemente ornitogênicos é confirmada, corroborando a hipótese de uma influência pretérita bem mais atuante de ninhais de aves migratórias na ilha. Alguns destes solos possuem peculiaridades marcantes em relação a outros solos ornitogênicos, descritos em Fernando Noronha, São Pedro e São Paulo e Abrolhos. A fosfatização promove o abaixamento do pH do solo e por isso estes são os solos mais ácidos da ilha.

5) A mineralogia de argila revela a presença simultânea de minerais primários facilmente intemperizáveis, minerais silicatados secundários, fases intermediárias (amorfos) e óxidos pedogenéticos altamente intemperizados. Isto pressupõe um acentuado intemperismo conjugado a um rejuvenescimento por vulcanismo posterior. Muitos solos possuem elevada proporção de minerais amorfos, constatado por difratometria de raios-X, Feo e Alo, pH NaF, P-rem e pela morfologia do solo, sugerindo que sejam Andisols, até então não registrados na literatura pedológica brasileira.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. F. M. Geologia e Petrologia da ilha da Trindade. Rio de Janeiro: DNPM/DGM, 197 p. 1961. (Monografia XIX).

_____. 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 jan. 2009.

ALVARADO, A.; BUOL, S.W. Field assessment of P fixation allophane. In: NICHOLAIDES, J.J.; COUTO W.; WADE, M.K. Agronomic-economic research on soils of the tropics: 1980-1 981. Raleigh: North Carolina State University-Soil Science Department. p. 130-1 37. 1983.

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. p.25-32. 1999.

ALVES, R.J.V. ilha da Trindade & Arquipélago Marin Vaz: Um Ensaio Geobotânico. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha, 144 p. 1998.

ALVES, M. E. & LAVORENTI, A. Remaining phosphorus and sodium fluoride pH in soils with different clay contents and clay mineralogies. Brazilian Journal of Agricultural Research. **39**: 241-246. 2004.

BARBOSA, O.; BRAUN, O.P.G.; DYER, R.C. & CUNHA, C.A.B.R. Geologia da região do Triângulo Mineiro. Rio de Janeiro, DNPM/DFPM. 140p. (Boletim, 136) 1970.

BARTH, R. Observações biológicas e meteorológicas feitas na ilha da Trindade. In: Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. p 261-279. 1958.

BOCKHEIM, J.G. Soil endemism and its relation to soil formation theory. In: Geoderma, 129:109–124. 2005.

BOHN, H.L.; McNEAL, B.P.; O'CONNOR, G.A. Soil chemistry. 2.d. New York: Wiley-Interscience. p.92-93. 1985.

BRYDON, J. E. & DAY, J. H. Use of the Fieldes and Perrott sodium fluoride test to distinguish the B horizons of Podzols in the field. Can. J. Soil sci. 50: 35-42. 1970.

CASTRO, J.W.A. & ANTONELLO, L.L. Geologia das ilhas oceânicas brasileiras. In: ALVES, R.J.V. & CASTRO, J.W.A. (EDS.), Ilhas Oceânicas Brasileiras: da Pesquisa ao Manejo. p. 29-57. MMA. 2006.

CASTRO, J. W. A. Ilhas oceânicas da Trindade e Fernando de Noronha, Brasil: Uma visão da Geologia Ambiental Journal of Integrated Coastal Zone Management 10(3):303-319. 2010.

CLEMENTE, E. P., SCHAEFER, C.E.G.R., OLIVEIRA, F.S., ALBUQUERQUE-FILHO, M.R., ALVES, R.V., SÁ, M.M.F., MELO, V.F. Topossequência de solos na ilha da Trindade, Atlântico Sul. R. Bras. Ci. Solo v. 33, p. 1357-1371, 2009.

CORDANI, U.G. Idade do vulcanismo do Oceano Atlântico Sul. São Paulo: Instituto de Geociências e Astronomia, Boletim IGA, 1, p. 9-75. 1970.

DREVER, J.I. The Geochemistry of Natural Waters. Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 437 pp. 1988.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2 ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 212p. 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 420 p. 2006.

FIELDS, M.; PERROT, K. W. The nature of allophane in soils. III. Gypsum effects on growth and subsoil chemical properties. Soil Sci. Soc. Am. Journal. v. 2. pp 623-629. 1966.

FITZPATRICK, R.W. & SCHWERTMANN, U. Al- substituted goethite - An indicator of pedogenic and other weathering environments in South Africa. Geoderma, 27:335-347, 1982.

FRANK PRESS et al. Tradução Rualdo Menegat et al. Para entender a Terra. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 656p. 2006.

FONSECA NETO, F. P. Aves marinhas da ilha Trindade. In: Aves marinhas insulares brasileiras: bioecologia e conservação. p.119-146 Editora da UNIVALI, Itajaí, SC. 2004.

GILLER, P. The diversity of soil communities, the "poor man's tropical rain forest". Bioiversity and Conservation, London, v. 5, p. 135-168, 1996.

GUO, Y.; GONG, P.; AMUNDSON, R.; Pedodiversity in the United States of America. Geoderma. n. 117. p.99- 115. 2003.

HALL, P.L.; CHURCHMANN, G.L.; THENG, B.K.G. Size distribution of allophane unit particles in aqueous suspensions. Clays and Clay Minerals, Evergreen, v.13, n.4, p.345-349, 1985.

JACKSON, M.L. Soil chemical analysis: advanced course. 29.ed. Madison. 895p. 1975.

JENNY, H. Factors of Soil Formation: a system of quantitative pedology, New York: McGraw-Hill. 281 p. 1941.

KOHN, D.D.; WALSH, D.M. Plant species richness: the effect of island size and habitat diversity. *Journal of Ecology*, v.82, p.367-377. 1994.

LEMOS, R. C. de; SANTOS, R. D.; dos, SANTOS, H. G. dos; KER, J. C. & dos ANJOS, L. H.C.. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5 ed. Viçosa: SBCiS. 100 p. 2005.

LEINZ, V., AMARAL, S. E. Geologia Geral. 14 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional. 399p. 2001.

MACARTHUR, R.H.; WILSON, E.O. The theory of island biogeography. Princeton, New Jersey: Princeton University Press. 203p. 1967.

MARQUES, F.A. Caracterização e classificação de solos da ilha de Fernando de Noronha (PE). Dissertação de Mestrado (Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-Pernambuco. 101 p. 2004.

MARQUES, F.A.; RIBEIRO, M.R.; BITTAR, S.M.B.; TAVARES FILHO, A.N. & LIMA, J.F.W.F. Caracterização e classificação de Neossolos da ilha de Fernando de Noronha (PE). *R. Bras. Ci. Solo*, 31:1553-1562. 2007.

McKEAGUE, J.A.; BRYDON, J.E. & MILES, N.M. Differentiation of forms of extractable iron and aluminum in soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 35:33-38, 1971.

MELO V. DE F.; MATTOS, J. M. S.M.; LIMA, V. C.. Métodos de concentração de minerais 2:1 secundários na fração argila visando sua identificação por difratometria de raios x. In: *R. Bras. Ci. Solo*, 33:527-539, 2009.

MEHRA, O.P. & JACKSON, M.L. Iron oxide removal from soils and clay by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Clays Clay Miner.*, 7:317-327, 1960.

MICHEL, R. F. M. Solos Criogênicos e Ornitogênicos da área de entorno da Ponta Llano, Antártica Marítima. 146 f. Dissertação de Mestrado (Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 146 f. 2005.

MICHEL, R. F. M.; SCHAEFER, C. E. G. R.; DIAS, L. E.; SIMAS, F. N. B.; BENITES, V. de M.; SÁ MENDONÇA, E. de. Ornithogenic Gelisols (Cryosols) from Maritime Antarctica: Pedogenesis, Vegetation, and Carbon Studies. In: Soil Sci. Soc. Am. J. 70:1370–1376. 2006.

MUNSELL. Soil Color Charts. Maryland: 1994.

OLIVEIRA, F.S.de. Fosfatização em solo e rocha em ilhas oceânicas brasileiras. Universidade Federal de Viçosa, Fev. 2008. Dissertação de Mestrado (Solos e Nutrição de Plantas). Viçosa, MG. 124p. 2008.

PEDRON, F. DE A.; AZEVEDO, A. C. DE; DALMOLIN, R. S. D.; STÜRMER, S. L. K; MENEZES, F. P. Morfologia e classificação taxonômica de Neossolos e saprolitos derivados de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral no Rio Grande do Sul. R. Bras. Ci. Solo, 33:119-128, 2009.

RIBEIRO, M.R., MARQUES, F.A., BITTAR, S.M.B., FERRAZ, F.B., JACOMINE, P.K.T. & LIMA, JFWF. Caracterização e Classificação de Neossolos no Arquipélago de Fernando de Noronha. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 29., 2003. *Anais*. Ribeirão Preto: SBCS. CD-ROM. 2003.

RESENDE, M. Aplicações de conhecimentos pedológicos à conservação de solos. Inf. Agropec., 11:3-18, 1985.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. & CORRÊA, G.F. Pedologia: base para distinção de ambientes. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa/NEPUT. 338p. 2002.

ROLIM NETO, F. C.; SCHAEFER, C. E. G. R.; COSTA, L. M.; CORRÊA, M. M.; FERNANDES FILHO, E. I.; IBRAIMO, M. M. Adsorção de fósforo, superfície

específica e atributos mineralógicos em solos desenvolvidos de rochas vulcânicas do Alto Paranaíba (MG). R. Bras. Ci. Solo, 28:953-964, 2004.

ROLIM NETO, F.C.; SCHAEFER, C. E. G.R.; FERNANDES FILHO, E. I.; CORRÊA, M. M.; COSTA, L. M. DA; PARAHYBA, R. DA B. V.; GUERRA, S. M. S.; HECK, R.. Topolitossequências de solos do Alto Paranaíba: atributos físicos, químicos e mineralógicos. R. Bras. Ci. Solo, 33:1795-1809, 2009.

SCHAEFER, C.E.G.R. Brazilian latosols and their B horizon microstructure as longterm biotic constructs. Australian Journal Soil Research, 39:909-926. 2001.

SCHAEFER, C.E.G.R., SIMAS, F.N.B., ALBUQUERQUE-FILHO, M.R., MICHEL, R.F.M., VIANA, J., TATUR, H.M. Fosfatização: Processo de formação de solos na Baía do Almirantado e implicações ambientais. In: SCHAEFER, C.E.G.R., FRANCELINO, R., SIMAS, F.N.B., ALBUQUERQUE FILHO, R. (Eds.), Ecossistemas Costeiros e Monitoramento Ambiental da Antártica Marítima, Baía do Almirantado, ilha Rei George. NEPUT–DPS. Viçosa. pp. 47–59. 2004.

SCHAEFER, C. E. G. R.; SIMAS, F. N. B., ALBUQUERQUE, M. A., SOUZA, E. DE, DELPUPO, K. K. Fosfatização de solos e evolução da paisagem no arquipélago de Abrolhos, BA. 2010.

SHOJI, S.; NANZYO, M. & DAHLGREN, R. Volcanic ash soils: genesis, properties and utilization. Amsterdam, Elsevier. 227p. (Developments in soil science: 21) 1993.

SILVA, G. L. Aspectos da biologia reprodutiva de *Pterodroma arminjoniana* (Giglioli e Salvadori, 1869) na ilha da Trindade, Atlântico Sul. Dissertação de Mestrado. UFRJ. Museu Nacional. 137 p. 1995.

SIMAS, F.N.B.; C.E.G.R. SCHAEFER, M.R.; ALBUQUERQUE FILHO, R.F.M.; MICHEL, L.E.; DIAS, J.R.; BORGES, M.L.; Atributos químicos de criossolos ornitogênicos da Baía do Almirantado, Antártica. In: Ecossistemas Terrestres e Solos da Antártica Marítima. p. 39–44. 1st edn. NEPUT. 2004.

SIMAS, F.N.B. Solos da Baía do Almirantado, Antártica Marítima: mineralogia, gênese, classificação e biogeoquímica. 153 f. Tese de Doutorado (Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 153 f. 2006.

_____; SCHAEFER, C.E.G.R; MELO, V.F. DE; ALBUQUERQUE-FILHO, M.R.; MICHEL, R.F; PEREIRA, V.V.; GOMES, M.R.M. Ornithogenic Cryosols from Maritime Antarctica: phosphatization as a soil forming process. *Geoderma*. v.138 p191-203, 2007.

SHOJI, S., ONO, T. 1978. Physical and chemical properties and clay mineralogy of Andosols from Kitakami, Japan. *Soil Sci.* 126:297-312.

SOARES, L.de C. As ilhas oceânicas. In AZEVEDO A. de (ed.) *Brasil, a Terra e o Homem, Bases Físicas.* (volume 1). São Paulo: Companhia Editora Nacional, p. 341-378, 1964.

SOIL SURVEY STAFF. *Keys to Soil Taxonomy*, 11th Edition. USDA-SCS. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 338p. 2010.

SOIL SURVEY STAFF. SSSIR n° 42., *Soil Survey Laboratory Methods Manual*. U.S. Dept. Agric. 716 p. 1996.

TAKAHASHI, T. & SHOJI, S. *Distribution and Classification of Volcanic Ash Soils*. *Global Environmental Research* 6 : 83-97. 2002.

TATUR, A. & MYRCHA. A. Ornithogenic soils of King George Island. *Polish Polar Research* 5:31-60. 1984.

VANCE, G.F.; STEVENSON, F.J.; SIKORA, F.J. Environmental chemistry of aluminum-organic complexes. In: SPOSITO, G. (Ed.). *The environmental chemistry of aluminum*. 2.ed. p.169-220. Flórida: Lewis Publishers, 1996.

VAN OLPHEN, H. Amorphous clay materials. *Science* 171: 90-91. 1971.

VAN WAMBEKE, A. Soils of the tropics. New York: McGraw-Hill. 343 p. 1992.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method of routine determination of organic carbon in soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 19. pp. 1467-1476. 1988.

WERNICK, E. Rochas Magmáticas: Conceitos Fundamentais e Classificação Modal, Química, Termodinâmica E Tectônica. São Paulo-SP, Ed. Unesp. 655 p. 2004.

WITTHIG, L.D. & ALLARDICE, W.R. X – Ray diffraction techniques. In: KLUTE, A. ed. Methods of soil analysis. Part 1: Physical and mineralogical methods. Madison, American Society of Agronomy. p.331-362. 1986.