

Alan Mario Zuffo  
Fábio Steiner  
(Organizadores)

# **Elementos da Natureza e Propriedades do Solo 4**

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Edição de Arte e Capa:** Geraldo Alves

**Revisão:** Os autores

### **Conselho Editorial**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall'Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

E38 Elementos da natureza e propriedades do solo – Vol. 4 [recurso eletrônico] / Organizadores Alan Mario Zuffo, Fábio Steiner. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.  
7.638 kbytes – (Elementos da Natureza; v.4)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-03-1

DOI 10.22533/at.ed.031182507

1. Agricultura. 2. Ciências agrárias. 3. Solos. 4. Sustentabilidade.  
I. Zuffo, Alan Mario. II. Steiner, Fábio. III. Título. IV. Série.

CDD 631.44

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

E-mail: [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## CARACTERIZAÇÃO MICROMORFOLÓGICA E SUA RELAÇÃO COM ATRIBUTOS FÍSICOS EM CAMBISSOLOS DA ILHA DA TRINDADE – SUBSÍDIOS A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

### **Eliane de Paula Clemente**

Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, CEP 22460-000, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ.

### **Fábio Soares de Oliveira**

Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Pampulha, Av. Antônio Carlos, 6627, CEP 31270-901, Pampulha, Belo Horizonte, MG.

### **Mariana de Resende Machado**

Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Pampulha, Av. Antônio Carlos, 6627, CEP 31270-901, Pampulha, Belo Horizonte, MG.

**RESUMO** – A ilha da Trindade vem sendo, nas últimas décadas, alvo de diferentes estudos para se entender melhor o seu ambiente. Dada sua importância no meio científico, quanto ao endemismo existente, as tentativas de revegetação da ilha visa garantir que espécies vegetais e animais não sejam extintas. O trabalho teve como objetivo uma caracterização micromorfológica dos solos mais degradados da ilha aliado ao estudo de aspectos físicos, gerando um melhor entendimento do comportamento do solo quanto a sua estrutura e microestrutura, possibilitando uma inferência na percolação de água no solo. As análises mostraram que os solos das áreas mais degradadas se encontram na classe dos Cambissolos, com pedalidade moderada a forte

e porosos. Aqueles encontrados em maiores altitudes, perfis 3 e 4, apresentaram boa retenção de água, pela sua estrutura e textura argilosa. Observou-se a microestrutura com muitos canais formados por raízes, mostrando que num passado houve presença de abundante vegetação no local. Dado essas informações, sabe-se que são solos aptos a receber um processo de revegetação, mas que deve ser aliado as técnicas de conservação de solos para que se possa ter um resultado satisfatório.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pedologia, Recuperação de áreas degradadas, Ilhas oceânicas.

## 1 | INTRODUÇÃO

Apesar de contar com uma biodiversidade menor do que as áreas continentais, as ilhas oceânicas são áreas críticas para a preservação, pois possuem inúmeras espécies que não existem em nenhum outro lugar. Foi o que mostrou um estudo publicado pela Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS). Constituem santuários com “reliquias” de linhagens evolutivas muito diferentes das que existem em outros lugares. Como vivem em um ambiente tão restrito já são consideradas criticamente em perigo, pois qualquer desequilíbrio pode causar sua extinção.

As práticas de recuperação vegetal na ilha da Trindade constituem empreendimentos realizados

desde a década de 1990. Contudo, muitas das intervenções não geraram resultados satisfatórios porque as cabras, que se tornaram selvagens com o passar do tempo, ainda representavam uma ameaça. Assim, a partir de uma operação envolvendo a Marinha, em 2005 todas as cabras que habitavam Trindade foram exterminadas, não restando nenhum dos animais domésticos citados anteriormente. Segundo ALVES (1998), atualmente são distinguidas na Ilha as seguintes formações vegetais terrestres: i) Matas constituídas da floresta nebulosa de *Rapanea guyanensis*; floresta nebulosa de *Cyathea delgadii* de Trindade (floresta de samambaias gigantes); moita de *Dodonaea viscosa*. ii) Campos constituídos de campo herbáceo de *Pityrogramma calomelanos* e campo herbáceo de *Cyperus atlanticus* e *Bulbostylis nesiotes*, além de outras formações de musgos, líquens, algas e alguns exemplares de árvores frutíferas exóticas, como castanheiras. Da lista de 124 espécies de plantas vasculares encontradas em Trindade realizada por ALVES (1998), incluindo aquelas trazidas e cultivadas pelo homem, 11 são espécies endêmicas.

Sobre os solos, os elementos e fenômenos geoambientais (variações no nível do mar e das correntes oceânicas, variações climáticas, litológicas e geomorfológicas) associam-se ao isolamento geográfico e colonização biológica na sua formação e evolução, ocasionando, inclusive, a formação de 15 solos considerados endêmicos (GUO et al, 2003; BOCKHEIM, 2005; CLEMENTE et al., 2006; OLIVEIRA, 2008; CLEMENTE et al., 2009; SÁ, 2010).

Apesar de o endemismo pedológico ser forte na ilha, os processos morfogenéticos são mais intensos que os pedogenéticos, resultando no predomínio de afloramentos rochosos e depósitos de tálus na base das vertentes. Por conseguinte, a cobertura pedológica se caracteriza por ser pouco espessa, predominando associações entre afloramentos e Neossolos Litólicos eutróficos fragmentários e Cambissolos Háplicos Ta eutróficos (CLEMENTE et al., 2006). No mapeamento pedológico realizado por SÁ (2010), os Neossolos correspondiam à classe de maior predominância, recobrando 55% do território, sendo encontrado tanto nas áreas mais baixas situadas na face mais seca, quanto nos afloramentos rochosos e nas áreas deposicionais. Já os Cambissolos ocupam cerca de 30% de Trindade, preferencialmente nas porções medianas e áreas que permitam a atuação intempérica. Vale destacar que com a retirada da cobertura vegetal, os solos existentes anteriormente e já susceptíveis aos processos erosivos tornaram-se ainda mais frágeis, resultando na esculturação de feições erosivas na paisagem e consequente perda de solo. Essas áreas de Cambissolos intensamente degradadas pela falta de cobertura vegetal, são áreas que devem ser estudadas para que possam, num futuro, ser revegetada e recuperada.

De modo geral, a despeito dos avanços obtidos até o momento, Trindade permanece como um campo aberto aos estudos ambientais, dentre os quais ganham destaque aqueles de ênfase pedológica e em escala de detalhe. Estudos nessa escala de abordagem podem contribuir não somente com o avanço dos conhecimentos sobre os solos da Ilha em si, mas também com a geração de informações fundamentais para prover a reconstituição de suas paisagens, haja vista a dificuldade em recuperar as áreas degradadas justamente pelas singularidades dos solos.

Uma das formas de se obter sucesso nos processos de revegetação, é conhecer seus solos em detalhes. Aliado ao conhecimento de características químicas, físicas, mineralógicas, a micromorfologia é uma técnica muito útil no estudo da gênese do solo e na avaliação e no monitoramento de diversas práticas agrícolas e ambientais. Com o auxílio das técnicas de processamento e análise digital de imagem, a micromorfologia é capaz de fornecer resultados de porosidade e permeabilidade com precisão, além de possibilitar a visualização das alterações estruturais causadas pela compactação e adensamento (CASTRO et al., 2003).

O uso de técnicas de análise de imagens nos estudos quantitativos e qualitativos de estrutura do solo tem se tornado mais comum, com maior acesso a equipamentos e programas, e maior número de pesquisadores na área. Essas técnicas, associadas à micromorfologia, permitem o estudo quantitativo de modificações estruturais em amostras indeformadas, depois de seu preparo e sua montagem em lâminas (VIANA et al., 2004).

Neste contexto se insere este estudo, cujo objetivo central foi identificar as principais microestruturas presentes nos solos de Trindade considerando a relação existente com os atributos físicos, podendo assim, auxiliar os processos futuros de revegetação, por meio do entendimento dos fluxos de água no solo.

## **2 | MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Área de estudo**

A área de estudo localiza-se a 1.140 km de distância da costa brasileira em direção à África, na latitude 20°30' S e longitude 29°19 W (Figura 1) e possui 13,5 km<sup>2</sup> de área. A ilha é formada por material vulcânico extrusivo e/ou subextrusivo e tem sua gênese no Cenozoico, há aproximados três milhões de anos, fazendo parte de uma extensa cadeia vulcânica submarina de orientação leste-oeste, denominada Vitória-Trindade.

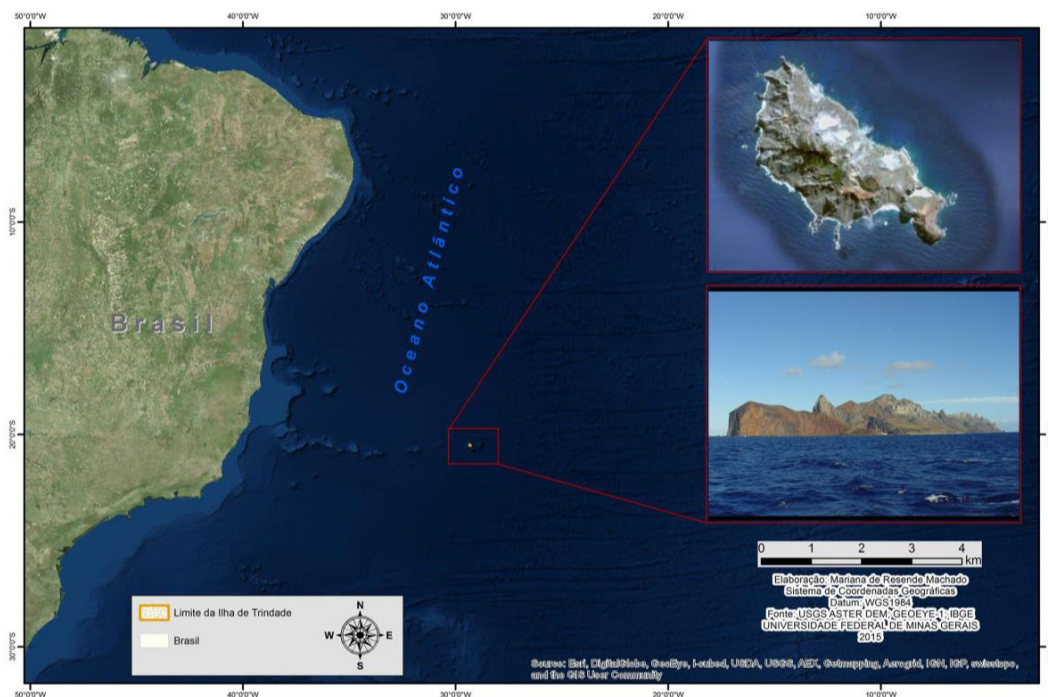


Figura 1. Mapa de localização da Ilha de Trindade em relação à costa brasileira

Fonte (MACHADO, 2016)

## 2.2. Solos analisados

As áreas estudadas foram descritas em CLEMENTE et al. (2011) onde realizou-se uma proposta de zoneamento ambiental da ilha. A zona que nos interessa nesse estudo é a zona de recuperação, aquela que contém áreas consideravelmente antropizadas.

Nos limites desta categoria, inclui-se a subida para o Pico do Desejado, onde existem processos erosivos bastante acentuados sobre os tufos. Neste local, a cobertura florestal atingia pelo menos 85% da ilha, dominada pela espécie *Colubrina glandulosa*. Hoje, apresenta um panorama erosivo que envolve áreas consideráveis por toda ilha. Nos arredores das ruínas do cone do vulcão do Paredão, os processos erosivos são acentuados, com muita perda de material dos tufos para o mar.

Em todos os solos onde foi identificado um maior grau de erosão, observou-se que a vegetação, quando existente, era esparsa e de pequeno porte predominando a espécie endêmica *Cyperus atlanticus* que se caracteriza por ser rasteira, formando touceiras, sem proporcionar ao solo uma cobertura contínua efetiva. Nas maiores altitudes, a vegetação adquiriu maior densidade e biomassa, configurando, por exemplo, Floresta Nebular de *Myrsine floribunda*, com cobertura herbácea mista de *Pityrogramma*, *Cyperus*, *Bulbostylis* e indivíduos jovens de *Cyathea*, condicionando erosão não aparente. Tais observações evidenciam a importância que o tipo de vegetação e o regime pedoclimático exercem no controle da perda do solo em Trindade. No platô intermediário, situado abaixo do maior pico da ilha, o Pico Desejado (620 m), encontra-se o Morro Vermelho (Figura 2) um exemplo de uma encosta aplainada severamente erodida em decorrência da retirada da cobertura vegetal nativa, no caso de *Colubrina glandulosa*. Nela podem ser encontrados blocos e matações rochosos de fonolito nas suas bordas, devido à erosão laminar severa ocasionada

pelo intenso pastoreio de cabras, hoje extintas.

Em cada um desses ambientes foi coletado e descrito um perfil de solos e a descrição de campo foi realizada segundo o manual de descrição e coleta de solos no campo (LEMOS e SANTOS, 1996) e as cores identificadas conforme MUNSELL (1994).

### **2.3. Análises físicas**

A granulometria dos solos foi obtida por dispersão de 10 g de TFSA com NaOH 0,1 mol/L e agitação em alta rotação, durante 15 minutos. As frações areia grossa e fina foram separadas por tamização em peneiras com malhas de 0,2 mm e 0,053 mm de abertura, respectivamente. A fração argila foi determinada pelo método da pipeta, e a fração silte calculada por diferença. A argila dispersa em água foi obtida por dispersão de 10 g de TFSA com água e determinação do teor de argila pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997).

Para a realização do equivalente de umidade, amostras de solo foram colocadas em caixas com uma fina tela de arame numa das extremidades, adicionado papel de filtro até recobrir a tela em questão e em seguida cerca de 1 cm de espessura de solo, peneirado (2 mm). As amostras foram, logo após, saturadas por um período mínimo de 6 h e colocadas para centrifugar a 2.440 rpm, por 30 minutos. Cada amostra foi, então, transferida para um recipiente com tampa previamente tarado, com aproximação de 0,01 g (Mr). Esse conjunto pesado (Mr+solo+água) foi levado à estufa a 100-105° C, durante 48h.

Foi então transferido para o dessecador até atingir a temperatura ambiente para ser novamente pesado.

### **2.4. Análise micromorfológica**

Para a micromorfologia, coletaram-se amostras indeformadas de horizontes selecionados dos solos em recipientes próprios, impregnando-as, posteriormente, com resina RevopalT-208. No reconhecimento das microestruturas, as seções foram descritas em microscópio óptico trinocular da marca Zeiss, modelo Axiophot, com câmera digital integrada para registro fotográfico. Tais descrições basearam-se nos pressupostos de STOOPS (2003), seguindo a seguinte ordem: i) identificação das microestruturas a partir da descrição dos agregados e da porosidade; ii) descrição do fundo matricial nos agregados elementares e/ou material apédico e iii) descrição das feições pedológicas, quando existentes. O fundo matricial constitui a organização dos constituintes minerais e orgânicos com sua porosidade associada. Os constituintes minerais podem ocorrer nas frações grossas (silte, areia, cascalho) e finas (argilas) ou micromassa do solo. O limite adotado neste estudo entre os constituintes minerais grossos e finos foi de 2µm (c/f2µm), considerando ser este o limite ideal para solos tropicais.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Solos analisados

O estudo dos Cambissolos se deu em áreas a partir de 400 m de altitude, nas partes mais altas da ilha, (Seqüência Desejado), onde o clima é mais úmido e condiciona sua formação, e se encontram num estágio intermediário de intemperismo, constituído por horizonte B incipiente abaixo do horizonte húmico ou hístico. No platô intermediário da ilha, em área mais estável, com solos profundos desenvolvidos de tufos e cinzas vulcânicas, o intemperismo é mais acentuado devido à topografia menos acidentada e material de origem menos resistente, encontrando-se o Cambissolo Háplico, solo com algumas características de estrutura semelhantes ao latossolo, mas com muitos minerais primários presentes. Abaixo do platô mediano, ocorreu o Cambissolo Háplico, nas encostas inferiores do Morro Vermelho, na saia abaixo do Pico do Elefante, com áreas de tufos e colúvios da Formação do Morro Vermelho. Representam os ambientes de maior erosão, onde a remoção da vegetação em processo mais avançado criou imensas voçorocas nos lugares em que haviam canais de escoamento concentrados, com grande perda de solo. Parte do material erodido formou grandes leques aluviais de encostas nos terços inferiores do norte da ilha, mas a maior parte chegou ao mar aberto.



Perfil	Localização	Alt (m)	Rochosidade	Formação geológica	Erosão
P1 Cambissolo Háplico Tb Distrófico	2051545 S; 2932385 W. Topo aplainado do platô abaixo do Pico do Desejado, vegetação de <i>Bulbostylis nesiotes</i> e alguns <i>Cyperus</i> , em relevo plano, com blocos e matacões rochosos de fonolito nas vizinhanças da borda do platô devido à erosão laminar severa pelo pastoreio de cabras.	448	Rochoso em menos de 5% da área, blocos/matacões de fragmentos de fonolitos.	Tufos básicos em platô, com contribuições colúvias; material mais antigo e conservado da ilha, pela natureza porosa dos tufos.	Laminar forte e em sulcos severa nas bordas
P2 Cambissolo Háplico Tb Distrófico	2051356 S; 2932317 W. Base de rampa na saia do pico do Desejado, na área coberta de <i>Pityrogramma calomelanos</i> Onde foram feitas covas para <i>Colubrina glandulosa</i> ; em relevo local suave, geralmente montanhoso, com raros blocos e matacões rochosos de fonolito recoberto de líquens crustosos e foliosos. Representa o nível elevado típico de cobertura de <i>Pityrogramma calomelanos</i> abaixo do Desejado.	478	Rochoso em menos de 5% da área, blocos/matacões de fragmentos de fonolitos	Depósito de tálus de pedimentos da Formação Desejado, com tipos fonolíticos.	Laminar moderada, na encosta abaixo em sulcos e avinas forte e encosta abaixo.
P3 Cambissolo Hístico Distrófico	2050978 S; 2932781 W. Terço superior de vertente de face sul, mais úmida, ravinada, com floresta nebulosa de <i>Cyathea delgadii</i> com comunidade de sub-bosque de <i>Peperomia glabella</i> ., em relevo montanhoso, com poucos blocos e matacões rochosos de fonolito recoberto de líquens crustosos e foliosos. Representa o nível mais elevado e antigo de floresta de <i>pteridófitas</i> da ilha, abaixo do Platô do Desejado (trilha Desejado-Fazendinha)	517	Rochoso com 15-20% da área coberta de blocos/matacões de fragmentos de fonolitos	Formação Desejado, com tipos fonolíticos.	Local não aparente, na encosta abaixo em sulcos e ravinas forte.
P4 Cambissolo Háplico Ta Distrófico	2051162 S; 2932533 W. Topo do Platô do Desejado voltado à face sul, mais úmida, com vegetação de Floresta de <i>Myrsine floribunda</i> , em relevo local plano a suave ondulado, com raros blocos e matacões rochosos de fonolito aflorantes.	599	Não rochoso, com menos de 5% da área coberta de fragmento de fonolitos.	Fonolito da formação Desejado.	Não aparente.

Quadro 1. Características gerais dos solos analisados



Figura 2. Áreas de Cambissolos na ilha da Trindade

### 3.2. Análises físicas

Os Cambissolos apresentam cores brunadas, textura média a argilosa, com teores de argila de 24 a 52 dag/kg (Quadro 2). São derivados de rochas alcalinas, principalmente sendo solos medianamente profundos, com rochiosidade variável, tendo o perfil P2 de 15 a 20 dag/kg de área coberta com blocos e matacões. Estão relacionados com posições geomórficas de terço médio a superior das encostas, em áreas declivosas.

O perfil 1, Cambissolo Háptico, possui cores brunadas e se encontra num relevo local mais plano, localizado a maiores altitudes (450 m). É bastante profundo e poroso, sendo encontrado o horizonte B até 120 cm. Há presença de muitas locas de caranguejos, mas a atividade biológica aparente atual é reduzida. Mostra-se muito friável e leve na base (80-140 cm), aparentando material alofânico (caráter ândico). Neste solo praticamente não há fragmentos de rochas, alguns minerais primários em evidência, e raros grãos minerais > 2 mm.

Os perfis P2 e P4 foram classificados como Cambissolos Hápticos Tb e Ta distróficos, respectivamente, diferenciando-se do P3, um Cambissolo Hístico distrófico, pela profundidade do perfil e por este apresentar um horizonte O seguido pelo horizonte A profundo. São formados por materiais hísticos ou até turfosos, responsáveis pela formação do horizonte O, atípico para o relevo. Possui cores mais escuras devido à grande quantidade de matéria orgânica que influi na alta retenção de água, o que ocorre em menor proporção também nos outros dois perfis. Se diferenciam de solos de outras ilhas oceânicas, que

possuem a mesma origem vulcânica, pois ocorrem em posições altimétricas e climáticas que não existem nas demais. São eles solos exclusivamente endêmicos à Trindade. Vale salientar que o perfil 4 é o menos erodido, devido estar protegido pela floresta nebulosa de *Cyathea degaldii*, diferenciando dos outros três perfis.

Horizonte	Prof. (cm)	<2mm			E. Umid. (Kg/Kg)	Classe textural	Cor do solo
		Areia Grossa	Areia Fina	Silte			
dag/Kg							
<b>Perfil 1 – CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico</b>							
A	0-5	7	6	39	48	0,377	Argila 1 0 Y R 4/6
Bi	5-50	5	6	38	51	0,434	Argila 1 0 Y R 5/8
Bi2	50-120	6	7	41	46	0,515	Argila- Siltosa 1 0 Y R 5/6
<b>Perfil 2 – CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico</b>							
A	3-15	10	9	45	36	0,458	Franco- Argila- Siltosa 1 0 Y R 3/4
Bi	15-42	7	7	34	52	0,386	Argila 1 0 Y R 4/4
<b>Perfil 3 – CAMBISSOLO HísticoTb Distrófico</b>							
O <sub>2</sub>	20-35	11	6	39	44	0,567	Argila 1 0 Y R 3/3
A <sub>1</sub>	35-55	15	3	39	43	0,592	Argila 1 0 Y R 4/2
AC	55-70	16	4	38	42	0,609	Argila 1 0 Y R 5/3
C	70-110 <sup>+</sup>	17	3	34	46	0,660	Argila 1 0 Y R 7/3
<b>Perfil 4 – CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico</b>							
A	0-10	41	5	30	24	0,628	Franco 1 0 Y R 2/2
AB	10-20	19	8	37	36	0,635	Franco- Argilosa 1 0 Y R 4/3
B	20-45	21	11	29	39	0,700	Franco- Argilosa 1 0 Y R 3/4
BC	45-65	25	7	25	43	0,529	Argila 7, 5 Y R 4/4

Quadro 2. Propriedades físicas dos solos da ilha da Trindade

### 3.3. Caracterização micromorfológica

O horizonte superficial do perfil 1 apresentou estrutura composta e granular, em blocos, com pedalidade fraca. O plasma bruno-avermelhado claro apresenta poros de empacotamento compostos e fissurais, e canais intergranulares. O esqueleto é composto de litorelíquias de tufos vulcânicos ferruginizados e litorelíquias de escórias vulcânicas com

vesículas, associadas a pontuações ferruginosas, cimentando os agregados. No horizonte Bi2 a estrutura é poliédrica, granular com pedalidade moderada a forte, plasma bruno-amarelado claro com poros de empacotamento compostos e fissurais. O esqueleto é composto de litorelíquias de escórias e fonolito no meio do plasma. Ocorrem raros restos orgânicos e pontuações de magnetita. Em maior profundidade a estrutura no horizonte é granular, poliédrica com pedalidade moderada, plasma bruno-avermelhado com poros de empacotamento compostos. Há presença de algumas litorelíquias de escórias vulcânicas (*púmice*) formando o esqueleto com raros restos orgânicos e pontuações de magnetita associadas, com pode ser observado na Figura 3a. Parece haver uma contribuição alóctone de materiais de tufo vulcânico sobre um solo que já sofrera intemperismo, indicando sucessão poligenética complicada.

Blocos angulares com pedalidade moderada a forte são apresentados no perfil 2 (Figura 3b). O material grosso é constituído de litorelíquias de tufo alcalino, com bordas alteradas e ferruginizadas. Ocorrem raros grãos máficos como pontuações avermelhadas, alteradas (*iddsingita*). Há ocorrência de restos orgânicos de *Cyathea* parcialmente ferruginizados e melanizados (black carbon), dentro dos agregados. Há presença de feições de iluviação de M.O. capeando os minerais, além de pontuações *goethíticas* e vidro vulcânico.

No perfil 3, a microestrutura é em parte, em grau moderado pequena granular, e em parte, massiva, fragmentada, com zonas com estrutura em blocos incompleta. O esqueleto é constituído de litorelíquias com bordas alteradas, ferruginizadas (Figura 3c). Há presença de material orgânico escuro, muito fragmentado, dentro da matriz, e associado com material orgânico pouco alterado, de cor ferruginosa mais recente (*Cyathea*). Há feições de difusão de material orgânico (iluviação) na matriz, e presença de raras pelotas fecais.

A microestrutura no perfil 4 é em blocos, com pedalidade moderada a forte, parte massiva, com plasma orgânico e organo-mineral. Esqueleto é constituído de litorelíquias de tufo alcalino, com bordas alteradas e ferruginizadas (Figura 3d). Ocorrem raros grãos máficos como pontuações avermelhadas, alteradas (*iddsingita*). Há ocorrência de restos orgânicos de *Cyathea* parcialmente ferruginizados e melanizados (black carbon), dentro dos agregados. Há presença de feições de iluviação de M.O. capeando os minerais, além de pontuações *goethíticas* e vidro vulcânico.

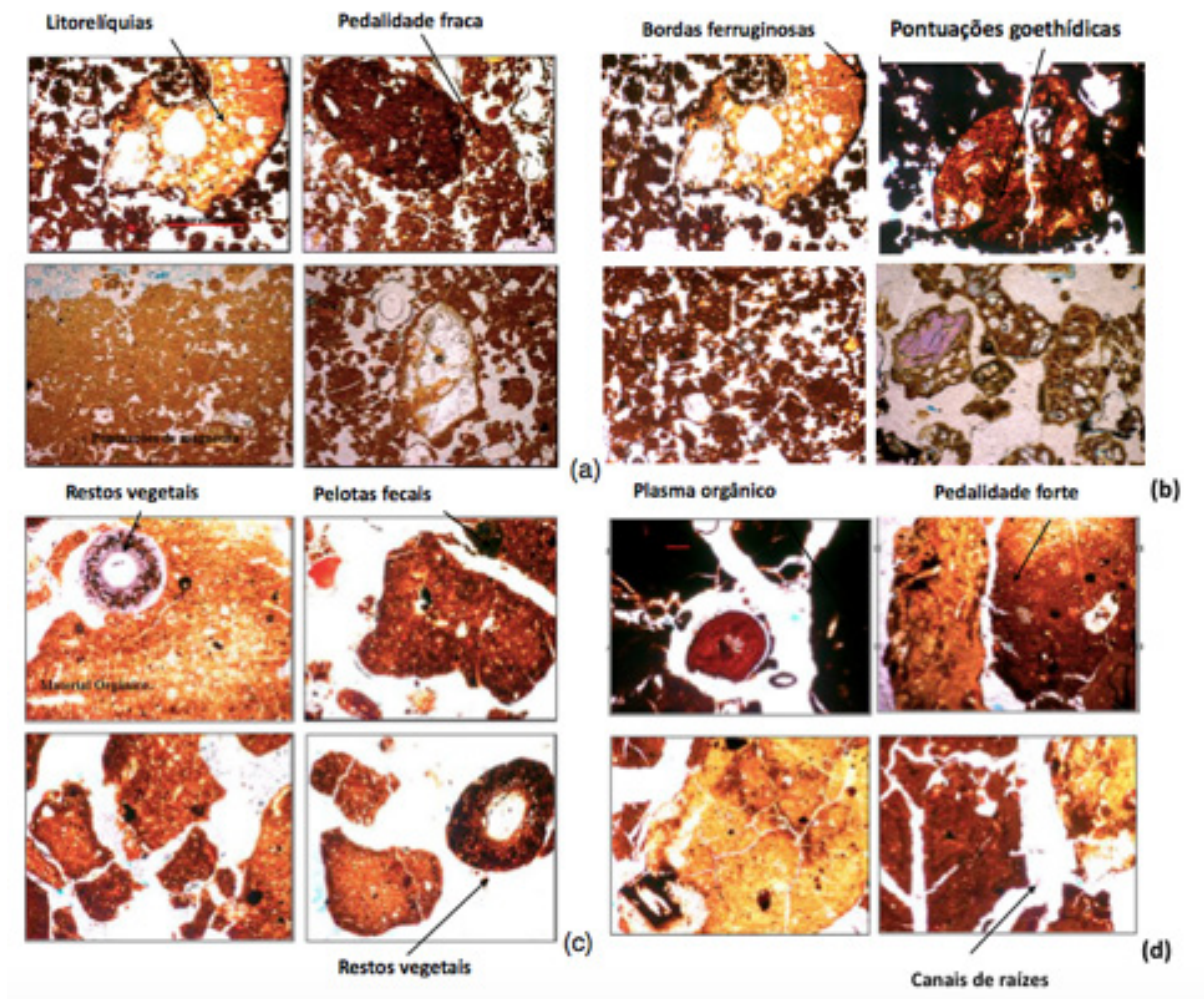


Figura 3. Fotomicrografias em luz plana dos perfis 1, 2, 3 e 4 respectivamente: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico (a), CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico (b), CAMBISSOLO HÍSTICO Distrófico (c), e CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico (d).

### 3.4. Subsídios aos processos de revegetação

Na ilha da Trindade, os maiores problemas são devidos à intensa erosão que se instalou a partir da retirada da vegetação, há alguns séculos atrás, nessas áreas de Cambissolos. Existem muitas áreas descobertas com voçorocas já em estágio avançado. Para contornar esses problemas, é necessário que se faça um manejo adequado dos solos, para que novas espécies possam revegetar essas áreas e com isso melhorar as características físicas do solo.

Compreender como são os atributos físicos e morfológicos desses solos para se ter um sucesso no processo de revegetação é tão mais importante que a fertilidade destes solos, visto que, solos da ilha não possuem problemas de fertilidade natural, pois são solos pouco intemperizados, com alto teores de nutrientes, até mesmos os disponíveis, como pode ser visto em CLEMENTE et al. (2009). Como são altamente erodidos, a matéria orgânica é importante para a recuperação e estruturação destes solos, mas que atualmente são deficientes em muitos desses ambientes, principalmente nas áreas mais secas e originadas de tufos vulcânicos como os perfis 1 e 2, onde os processos erosivos

são mais acentuados.

Observa-se que todos os perfis são de argilosos a silto-argilosos originados de escórias e tufos vulcânicos, com pedalidade moderada, com exceção do perfil 4 que possui alta pedalidade. Estes solos fracamente evoluídos, quando expostos, apresentam sérios problemas de erosão.

Tanto as análises físicas quanto a micromorfológicas nos dão a informação de como estes solos se comportam em relação a permeabilidade e capacidade de armazenamento de água, que é de suma importância no processo de revegetação, aliado a fertilidade natural e teor de matéria orgânica.

A interação da água com essas características manifesta propriedades como a máxima quantidade de água que o solo pode reter sem causar danos ao sistema (ALENCAR et al., 2009), também denominado capacidade de campo, de grande importância nos processos de armazenagem e disponibilidade de água para as plantas (ANDRADE & STONE, 2011). O termo “capacidade de campo” foi criado por VEIHMEYER & HENDRICKSON (1931), numa tentativa de oferecer maior aplicabilidade ao conceito “equivalente de umidade” como descrevem BRITO et al. (2011).

Pela análise micromorfológica foi observado que os perfis 3 e 4 apresentam uma maior macroporosidade, com fendas e canais criados pelas raízes, muita presença de material fíbrico e restos orgânicos, fazendo com que a umidade equivalente seja bem superior que os perfis 1 e 2 que possui uma matriz com poros menores, mais coesa, com canais intergranulares. Outro ponto observado, foi certa iluviação de argilas fazendo que canais fossem recapiados e com isso diminuindo os poros, dificultando a percolação de água. A textura argilosa retém maior teor de água no solo, mas além da textura, a capacidade de campo também pode ser influenciada pela estrutura do solo, teor de matéria orgânica, o que diferencia muitos os perfis estudados, sendo os perfis 3 e 4, sob floresta nebulosa de *Cyathea degaldii*, sub-bosque de *Peperomia glabella* e alguns exemplares de *Myrsine floribunda*, o que confere a estes solos uma serapilheira mais abundante e maior quantidade de matéria orgânica.

Nota-se um sistema cuja infiltração de água é bem mais favorável aos perfis 3 e 4, o que facilita os processos de revegetação, principalmente por serem áreas com maior quantidade de matéria orgânica, o que facilita a incorporação de outras espécies vegetais.

Nos perfis 1 e 2 os maiores problemas são devidos à intensa erosão que se instalou a partir da retirada da vegetação, existem muitas áreas descobertas com voçorocas já em estágio avançado. Para contornar esse problema é necessário que se faça um manejo adequado dos solos, para que novas espécies possam revegetar essas áreas e com isso melhorar as características físicas do solo. Apesar dos solos da ilha não possuírem problemas de fertilidade natural, a matéria orgânica é importante e deficiente nesses ambientes, principalmente nas áreas mais secas e originadas de tufos vulcânicos, onde os processos erosivos são acentuados. Nessas áreas sugere-se algumas práticas de conservação dos solos, a fim de recuperar os solos degradados.

### 3.4.1. Revegetação

Deve ser utilizada cobertura verde, que é a prática pela qual se cultivam determinadas plantas com a finalidade de incorporá-las ao solo, proporcionando melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e também promovendo o enriquecimento de elementos minerais durante a ciclagem da M.O. As plantas utilizadas neste tipo de adubação impedem o impacto direto das gotas de chuva sobre o solo, evitam o deslocamento ou a lixiviação de nutrientes do solo e também inibem o desenvolvimento de ervas daninhas. Para isso é necessário um estudo prévio de espécies que melhor se adaptem às condições de solos rasos, pouca MO, clima semi-árido e ventos constantes. Apesar de não ser interessante a revegetação da ilha com espécies exóticas, é importante a escolha das espécies mais aptas à revegetação, que sejam de rápido crescimento, adaptadas às condições adversas para o início da recuperação. Logo, quando a vegetação começar a se instalar, espécies nativas devem ser colocadas iniciando o processo de sucessão. As espécies exóticas podem ser retiradas posteriormente, quando a vegetação já estiver instalada. Além da grande importância da revegetação para conter os processos erosivos, a cobertura verde proporciona maior infiltração de água, aumentando a reserva de água doce. A água dos córregos da ilha vem da precipitação, principalmente nos altos picos. Neste caso, os horizontes superficiais absorvem e armazenam água da precipitação, que vai aflorar gradativamente em locais relativamente mais baixos, formando as nascentes.

Outra prática a ser utilizada é o reflorestamento. Vários são os efeitos benéficos como, filtragem de sedimentos; proteção de encostas e beiras de riachos; grande profundidade e volume de raízes favorecendo a macroporosidade do solo; a diminuição do escoamento superficial da água no solo; a criação de refúgios para fauna e, ainda, sendo fonte de energia (lenha). O reflorestamento também pode ser feito em faixas, intercalando-se com culturas de rápido turnover, favorecendo o incremento de matéria orgânica ao solo.

### 3.4.2. Controle do Escoamento Superficial da Água

Nas áreas de maior perda de solo por erosão laminar, devem ser construídos terraços, transversalmente à direção do maior declive, sendo construídos basicamente para controlar a erosão e aumentar a umidade do solo. Os objetivos dos terraços são diminuir a velocidade e volume da enxurrada, diminuir as perdas de solo e sementes, aumentar o conteúdo de água no solo, uma vez que propiciam maior infiltração de água. Podem ser construídos, também, sulcos em nível, que são o uso de pequenos canais nivelados, que têm a finalidade de diminuir o escoamento superficial, aumentando a infiltração. Os cordões (de pedra ou de vegetais) são linhas niveladas de obstáculos, com a finalidade de diminuir a velocidade do escoamento superficial. O uso do patamar (de pedra ou vegetal) forma patamares, com a finalidade de reduzir a declividade e o escoamento superficial.

## 4 | CONCLUSÕES

As áreas mais degradadas da ilha da Trindade são constituídas de Cambissolos com pedalidade de moderada a forte, porosos e fracamente evoluídos, quando expostos. É esperado pelos resultados obtidos, uma boa infiltração e retenção de água, visto textura franca-argilosa e argilosa e microestrutura analisada. São solos com muita matéria orgânica incorporada devido a vegetação pretérita, mas com camadas superficiais muito erodidas. Sugere-se trabalhar com técnicas de conservação de solos para as tentativas de controle de erosão e escoamento superficial, para posteriormente fazer o plantio de novas espécies.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, C.A.B.; CUNHA, F.F.; MARTINS, C.E.; COSER, A.C.; ROCHA, W.S.D.; ARAUJO, R.A.S. Irrigação de pastagem: atualidades e recomendações para uso e manejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Vicoso, v.38, p.98-108, 2009.
- ALVES, R. J. V. Ilha da Trindade & Arquipélago Martin Vaz – um ensaio geobotânico. Serviço de Documentação da Marinha, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 1998, 144p.
- ANDRADE, L.F.; STONE, L.F. Estimativa da umidade na capacidade de campo em solos sob Cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.15, n.2, p.111-116, 2011.
- BOCKHEIM, J. G. Soil endemism and its relation to soil formation theory. In: *Geoderma*, 129:109-124. 2005.
- BRITO, A.S.; LIBARDI, P.L.; MOTA, J.C.A.; MORAES, S.O. Estimativa da capacidade de campo pela curva de retenção e pela densidade de fluxo da água. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Vicoso, v.35, n.6, p.1939-1948, 2011.
- CASTRO, S.S. de; COOPER, M.; SANTOS, M.C.; VIDAL-TORRADO, P. Micromorfologia do solo: bases e aplicações. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M. de; LOPES, A.S.; ALVAREZ VENEGAS, V.H. (Ed.). *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.3, p.107-164.
- CLEMENTE, E. C. Ambientes terrestres da Ilha da Trindade, Atlântico Sul: caracterização do solo e do meio físico como subsídio para a criação e uma unidade de conservação. Doutorado (tese do Programa de Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa. 2006, 167p.
- CLEMENTE, E.P.; SCHAEFER, C.E.; ALBUQUERQUE FILHO, M.R.; OLIVEIRA, F.S.; ALVES, R.J.; MELO, V.F. Solos “Endêmicos” da Ilha da Trindade. In: *Ilhas Oceânicas Brasileiras – da pesquisa ao Manejo*. Brasília: MMA, SBF, p.59-82, 2006.
- CLEMENTE, E. P. SCHAEFER, C. E.; OLIVEIRA, F. S.; ALBUQUERQUE-FILHO, M. R., ALVES, R.V., SÃ, M. M. F.; MELO, V. S. Topossequência de solos na Ilha da Trindade, Atlântico Sul. *R. Bras. Ci. Solo* v. 33, p. 1357-1371, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa



de Solos. Manual métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013, 353p.

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

LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Campinas-SP: SBSCS, 3 ed., 84p., 1996.

MACHADO, M. R. O papel da avifauna na transformação geoquímica de substratos na Ilha da Trindade, Atlântico Sul. Dissertação (Mestrado em Geografia e Análise Ambiental). Universidade Federal de Minas Gerais, 2016, 92p.

MUNSELL. Soil Color Charts. Maryland: 1994.

OLIVEIRA, F. S. Fosfatização em solo e rocha em ilhas oceânicas. Mestrado (dissertação do Programa de Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, 2008, 115p.

SÁ, M. M. F. Caracterização ambiental, classificação e mapeamento dos solos da ilha da Trindade, Atlântico Sul. Mestrado (Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Viçosa, 2010, 58p.

STOOPS, G. Guidelines for the analysis and description of soil and regolith thin sections. SSSA. Madison, WI. 2003.

VIANA, J.H.M.; FERNANDES FILHO, E.I.; SCHAEFER, C.E.G.R. Efeitos de ciclos de umedecimento e secagem na reorganização da estrutura microgranular de latossolos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.28, p.11-19, 2004.

VEIMEHYER, F.J. & HENDRICKSON, A.H. The moisture equivalent as a measure of the field capacity of soils. Soil Sci., 32:181-193, 1931.