

**FLÁVIO ADRIANO MARQUES**

CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS DA ILHA DE FERNANDO DE  
NORONHA (PE)

Recife-PE

2004

**FLÁVIO ADRIANO MARQUES**

**CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS DA ILHA DE FERNANDO DE  
NORONHA (PE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo.

Orientador:

Mateus Rosas Ribeiro, PhD.

Conselheiros:

Paulo Klinger Tito Jacomine, LD.

Sheila Maria Bretas Bittar, Dra.

Recife

2004

Ficha catalográfica

Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

M357c Marques, Flávio Adriano  
Caracterização e classificação de solos da ilha de  
Fernando de Noronha / Flávio Adriano Marques – 2004.  
101f. : il.

Orientador: Mateus Rosas Ribeiro  
Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) –  
Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departa-  
mento de Agronomia.  
Inclui referências e apêndice.

CDD 631.44

1. Solo – Classificação
  2. Fernando de Noronha (PE)
  3. Cambissolo
  4. Vertissolo
  5. Neossolo
- I. Ribeiro, Mateus Rosas
  - II. Título

## FLÁVIO ADRIANO MARQUES

### CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS DE FERNANDO DE NORONHA (PE)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo.

Aprovada em 22/10/2004

Examinadores:

---

Mateus Rosas Ribeiro, PhD.

(orientador)

---

Paulo Klinger Tito Jacomine, LD.

---

José Coelho de Araújo Filho, Dr.

---

Maria da Graça de Vasconcelos Xavier Ferreira, PhD.

Esta dissertação é dedicada  
aos grandes amores  
da minha vida.

**Jullyana Ramos Ferreira Marques,**

**João Marques Neto e,**

**Euristéa Lucinda Marques.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter me dado força e perseverança para concluir este trabalho.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, pela oportunidade de concluir o Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo.

À Coordenação de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa de estudo.

Ao Governo do Estado de Pernambuco, particularmente, à Administração do Distrito Estadual de Fernando de Noronha, pelo apoio, concessão de passagens e hospedagem.

Ao professor Mateus Rosas Ribeiro, pela orientação, confiança depositada para execução deste trabalho e exemplo de pedólogo.

Ao professor José Fernando Freire, ex-coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo - PPGCS, pelo empenho e determinação prestados.

Ao professor Paulo Klinger Tito Jacomine, pelo auxílio nos trabalhos de campo, exemplo de dedicação à Ciência do Solo e ícone da pedologia.

À professora Maria da Graça de Vasconcelos Xavier Ferreira, pela iniciação científica, conselhos e auxílio na interpretação dos difratogramas, a quem tenho profundo respeito e admiração.

À Lindomário Barros de Oliveira, Mestre em Ciência do Solo e amigo, pelos muitos ensinamentos externados, conselhos e ajuda na interpretação dos difratogramas.

Ao Engenheiro Agrônomo José Fernando W. F. de Lima (Zeca) pela ajuda na coleta e preparo das amostras, disposição e amizade.

À professora Sheila Maria Bretas Bittar, pelo auxílio na identificação mineralógica das frações maiores de 2 mm.

Aos bolsistas do programa de iniciação científica, Antônio Novais T. Filho, José de Almeida L. Neto e Fábio B. Ferraz, que ajudaram bastante no preparo das amostras e nas análises de caracterização.

Aos funcionários da secretaria Maria do Socorro de Santana (Socorro) e Severino dos Ramos Bastos (Seu Noca), pelos tantos serviços prestados.

Aos funcionários responsáveis pelos laboratórios, Anacleto José da Fonseca Júnior, Enéas Luciano B. Queiroz, Ana Dolores S. de Freitas, pelo auxílio e/ou por facilitarem as análises laboratoriais.

Aos alunos do PPGCS, turmas 2002 e 2003, pelos diversos momentos de descontração, companheirismo e amizade.

Aos docentes que integram o PPGCS, pela amizade e valiosos ensinamentos transmitidos.

Ao amigo Brivaldo Gomes de Almeida, Mestre em Ciência do Solo e químico industrial, pelos conselhos e ajuda nas análises químicas.

À pesquisadora Ângela Maria M. de Freitas, fitotaxonomista, pela revisão da nomenclatura das espécies vegetais.

À Osmar Souto Baraúna e Rossini Roberto Vilaça Neves, funcionários do Instituto Tecnológico de Pernambuco - ITEP, pela produção dos difratogramas de raios X.

À Jullyana Ramos Ferreira Marques, pelo amor, compreensão e paciência.

A minha Família - João Marques Neto, Euristéa Lucinda Marques, Fábio André, Frederico Augusto e Juliana Lucinda - pelo exemplo de união, confiança, compreensão e amor.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para conclusão deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Pág.
AGRADECIMENTOS .....	ii
LISTA DE FIGURAS .....	v
LISTA DE TABELAS .....	vii
RESUMO.....	viii
1 INTRODUÇÃO .....	01
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	03
2.1 O meio físico da ilha de Fernando de Noronha .....	03
2.1.1 Localização .....	03
2.1.2 Geologia .....	03
2.1.3 Relevo .....	07
2.1.4 Clima .....	09
2.1.5 Vegetação .....	11
2.1.6 Solos .....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	16
3.1 Trabalhos de Campo .....	16
3.2 Preparo das amostras .....	17
3.3 Análises Físicas .....	17
3.4 Análises Químicas.....	19
3.5 Análises Mineralógicas e composição das frações areia, cascalho e calhaus..	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1 Classificação dos Solos.....	24
4.2 Distribuição dos Solos na Paisagem .....	24
4.3 Atributos Morfológicos .....	27
4.4 Atributos Físicos .....	40
4.5 Atributos Químicos .....	47
4.6 Atributos Mineralógicos .....	53
4.6.1 Calhau e cascalho .....	53
4.6.2 Areias .....	53
4.6.3 Silte .....	54
4.6.4 Argila .....	60
5 CONCLUSÕES .....	69
6 BIBLIOGRAFIA .....	70
ABSTRACT .....	75
APÊNDICES.....	76



## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Mapa geológico e localização dos perfis de solos no Arquipélago de Fernando de Noronha (PE). Adaptado de Almeida (1955), após simplificação de Ulbrich et al. (1994).....	04
<b>Figura 2.</b> Médias das precipitações pluviiais mensais (PPT) e das evapotranspirações potenciais mensais (ETP) do Arquipélago de Fernando de Noronha no período de 1910 a 1994 (Adaptado de Rocha, 1995).....	10
<b>Figura 3.</b> Perfil 1 – Neossolo Litólico <b>Fragmentário</b> chernossólico. ....	29
<b>Figura 4.</b> Perfil 2 – Neossolo Regolítico Psamítico <b>bioclástico – carbonático</b> ..	31
<b>Figura 5.</b> Perfil 4 – Vertissolo Cromado Órtico solódico..	33
<b>Figura 6.</b> Perfil 3 – Vertissolo Cromado Sódico gleico.....	34
<b>Figura 7.</b> Perfil 5 – Cambissolo Háplico Sódico vértico. ....	36
<b>Figura 8.</b> Perfil 6 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico. ....	38
<b>Figura 9.</b> Perfil 7 – Cambissolo Háplico Eutroférico típico.....	39
<b>Figura 10.</b> Difratoformas de raios X da fração silte (saturado com K a 25°C) do perfil 3 – Vertissolo Cromado Sódico gleico.....	55
<b>Figura 11.</b> Difratoformas de raios X da fração silte (saturado com K a 25°C) do perfil 4 – Vertissolo Cromado Órtico solódico.....	56
<b>Figura 12.</b> Difratoformas de raios X da fração silte do perfil 5 – Cambissolo Háplico Sódico vértico.....	57
<b>Figura 13.</b> Difratoformas de raios X da fração silte do perfil 6 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico.....	58
<b>Figura 14.</b> Difratoformas de raios X da fração silte do perfil 7 – Cambissolo Háplico Eutroférico típico. ....	59
<b>Figura 15.</b> Difratoformas de raios X da fração argila do perfil 3 – Vertissolo Cromado Sódico gleico. ....	63
<b>Figura 16.</b> Difratoformas de raios X da fração argila do perfil 4 – Vertissolo Cromado Órtico solódico.....	64
<b>Figura 17.</b> Difratoformas de raios X da fração argila do perfil 5 – Cambissolo Háplico Sódico vértico.....	65
<b>Figura 18.</b> Difratoformas de raios X da fração argila (saturado com Mg-glicerol) do perfil 5 – Cambissolo Háplico Sódico vértico.....	66

<b>Figura 19.</b> Difractogramas de raios X da fração argila do perfil 6 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico.....	67
<b>Figura 20.</b> Difractogramas de raios X da fração argila do perfil 7 – Cambissolo Háplico Eutroférico típico. ....	68

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
<b>Tabela 1.</b> Classificação dos solos da ilha de Fernando de Noronha (PE) segundo o SiBCS (EMBRAPA, 1999) acrescida de sugestões.....	24
<b>Tabela 2.</b> Características morfológicas de Neossolos e Vertissolos da ilha de Fernando de Noronha (PE). .....	28
<b>Tabela 3.</b> Características morfológicas de Cambissolos da ilha de Fernando de Noronha (PE). .....	35
<b>Tabela 4.</b> Análises físicas de caracterização de Neossolos da ilha de Fernando de Noronha (PE). .....	41
<b>Tabela 5.</b> Análises físicas de caracterização de Vertissolos da ilha de Fernando de Noronha (PE). .....	43
<b>Tabela 6.</b> Análises físicas de caracterização de Cambissolos da ilha de Fernando de Noronha (PE). .....	45
<b>Tabela 7.</b> Análises químicas de caracterização de Neossolos da ilha de Fernando de Noronha (PE). .....	48
<b>Tabela 8.</b> Análises químicas de caracterização de Vertissolos da ilha de Fernando de Noronha (PE). .....	50
<b>Tabela 9.</b> Análises químicas de caracterização de Cambissolos da ilha de Fernando de Noronha (PE). .....	52

## RESUMO

MARQUES, Flávio Adriano, MSc., Universidade Federal Rural de Pernambuco. Outubro de 2004. CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS DA ILHA DE FERNANDO DE NORONHA (PE). Orientador: Mateus Rosas Ribeiro. Conselheiros: Paulo Klinger Tito Jacomine e Sheila Maria Bretas Bittar.

Na ilha principal do Arquipélago de Fernando de Noronha, em virtude de características peculiares como o clima tropical com franco domínio oceânico, o relevo movimentado e o material de origem de natureza vulcânica, formam-se solos pouco desenvolvidos de especial interesse científico, particularmente, no que tange a adequação e reestruturação do atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). Deste modo, foram caracterizados morfológica, física, química e mineralogicamente, e classificados sete perfis de solos de ocorrência comum neste ambiente insular, sendo dois de Neossolos, dois de Vertissolos e três de Cambissolos, com o objetivo de contribuir para o aprimoramento do SiBCS. O perfil classificado como Neossolo Litólico apresenta contato lítico (camada R) constituído por fragmentos de rochas basálticas (ankaratritos), e está associado com área de relevo forte ondulado. O Neossolo Regolítico está relacionado aos depósitos sedimentares marinhos da baixada litorânea. Os Vertissolos desenvolveram-se nas superfícies côncavas do planalto, imperfeitamente a mal drenadas e caracterizam-se quimicamente pelas elevadas soma e saturação por bases, além dos teores crescentes de  $\text{Na}^+$  trocável em subsuperfície. Os Cambissolos Háplicos representam os solos mais desenvolvidos do Arquipélago, ocorrendo em diversos níveis topográficos e sob declividades variadas, recobrando as maiores porções do planalto central. Do ponto de vista da classificação dos solos, tanto os Vertissolos quanto os Cambissolos foram adequadamente enquadrados no SiBCS, enquanto que os Neossolos não puderam ser enquadrados, ora por apresentarem características incomuns aos solos do continente, ora pela ausência de termos mais apropriados, que melhor explicitassem suas características distintas. Sugere-se, portanto, a inclusão no SiBCS do grande grupo Neossolo Litólico Fragmentário, para abranger aqueles solos que apresentam o contato lítico não contínuo, constituído por 90% do volume da camada R por fragmentos de rocha, e do subgrupo Neossolo Regolítico Psamítico bioclástico-carbonático, para englobar solos arenosos constituídos por grãos, essencialmente, bioclástico-carbonáticos.

## 1 INTRODUÇÃO

O Arquipélago de Fernando de Noronha foi contemplado, notadamente na última década, por diversos estudos científicos nas mais variadas áreas do conhecimento. Esses esforços de pesquisadores e técnicos, majoritariamente pertencentes à instituições de pesquisa nacionais, visaram contribuir para o preenchimento de lacunas existentes sobre a natureza e entendimento das características bióticas e abióticas que integram esse ambiente insular. Deste modo, foram levados à cabo estudos pormenorizados sobre a geologia, hidrologia, geomorfologia, clima, flora e fauna do Arquipélago (Almeida, 1958; Batistella, 1993; Rocha, 1995; Silva Júnior, et al., 1999; Teixeira et al., 2003).

Entretanto, apesar desses recentes investimentos e avanços no campo científico, ainda não se possui um conhecimento satisfatório e, conseqüentemente, mais aprofundado, dos solos que compõem esta paisagem, nem se compreende o comportamento destes frente à necessidade de conservação e, ou preservação do meio físico local.

Assim sendo, e com base nessas considerações, foi realizado o levantamento detalhado de solos do Arquipélago de Fernando de Noronha, um anseio da Administração deste Distrito Estadual de Pernambuco, para nortear suas ações e respaldar suas decisões, objetivando o manejo racional desse complexo turístico-ecológico (Ribeiro et al., 2003).

O referido levantamento foi responsável pela descrição de solos com pouca evolução pedogenética, decorrentes, sobretudo, do clima tropical com estação seca definida, do relevo movimentado e do material de origem vulcânico. Foram identificados no campo, depois de mais de duas centenas de tradagens realizadas e 26 perfis descritos, solos das classes dos Neossolos, Vertissolos e Cambissolos.

Devido à particularidades geológicas e climáticas, os solos do Arquipélago despertam especial interesse científico, particularmente em relação à sua classificação, tendo em vista o desenvolvimento do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).

Por outro lado, as necessidades de preservação diante à expansão urbana e turística exigem uma maior compreensão do comportamento dos solos e, para isso, torna-se necessário um aprofundamento dos estudos além daqueles realizados nos levantamentos pedológicos.

Constitui, portanto, objetivo da presente dissertação a caracterização morfológica, física, química e mineralógica, e a classificação dos Neossolos, Vertissolos e Cambissolos, de ocorrência comum na ilha principal do Arquipélago de Fernando de Noronha. O melhor conhecimento dos solos e de suas características intrínsecas permitirão, por seu turno, o aprimoramento do SiBCS e a geração de informações indispensáveis para a exploração racional deste complexo turístico-ecológico.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 O meio físico da ilha de Fernando de Noronha**

#### **2.1.1 Localização**

O Arquipélago de Fernando de Noronha, os Rochedos de São Pedro e São Paulo, o Atol das Rocas, as ilhas de Trindade e Martim Vaz, compõem as chamadas ilhas oceânicas brasileiras (Soares, 1944 apud Batistella, 1993, p.10).

Segundo Batistella (1993, p.10), Fernando de Noronha localiza-se entre as coordenadas 3° 50' e 3° 52' de Latitude Sul, e 32°24' e 32°28' de Longitude Oeste de Greenwich. Dista 345 km do Cabo de São Roque (RN), 361 km de Natal (RN), 545 km de Recife (PE), 145 km do Atol das Rocas e 625 km dos Rochedos de São Pedro e São Paulo. Sua menor distância até a Costa Africana (Libéria) é, aproximadamente, de 2.600 km.

Fernando de Noronha é um pequeno arquipélago isolado no Atlântico Equatorial, formado por uma ilha principal e por mais de 20 ilhotas ou rochedos que ocupam uma área emersa de aproximadamente 20 km<sup>2</sup> e constituem o topo de uma montanha submarina de 60 km de diâmetro, no sentido NNE-SSW, cuja base repousa a 4.000 m de profundidade (Rocha, 1995, p.2).

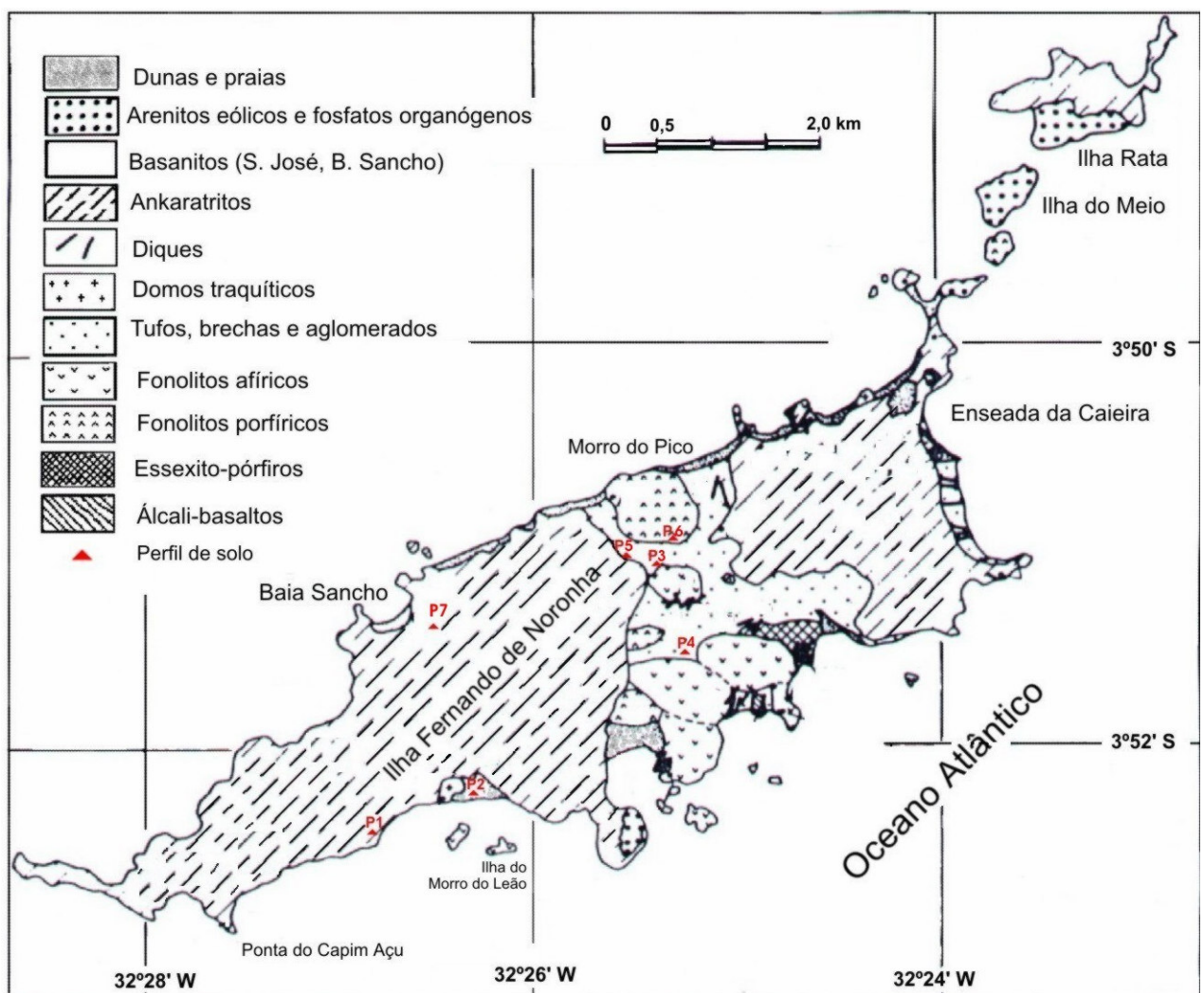
A ilha principal, que dá o nome ao Arquipélago, é a única ilha oceânica brasileira constantemente habitada há mais de 500 anos, possuindo cerca de 17,6 km<sup>2</sup> de extensão, orientada na maior dimensão (10 km) no sentido NNE-SSW e com uma largura máxima de 2,0 a 3,3 km (Figura 1). Comporta nessa área uma população “flutuante” de cerca de 2.000 indivíduos, intimamente associados ao turismo, maior fonte de renda dos ilhéus na atualidade (Batistella, 1993, p.11).

#### **2.1.2 Geologia**

Para uma melhor compreensão da gênese das ilhas vulcânicas oceânicas faz-se necessário relatar, mesmo que resumidamente, um pouco da revolucionária Teoria da Tectônica de Placas. Como já é do conhecimento das Geociências, os continentes, da última vez em que estiveram unidos, formavam um supercontinente denominado pelo cientista alemão Alfred Wegener de Pangea, onde Pan significa todo e Gea, Terra, enquanto que o único oceano recebia a denominação de Pantalassa, que em grego significa “todos os mares” (Tassinari, 2003, p.98). Com a evolução do planeta, Pangea foi fragmentada em diversas placas, as quais, graças

principalmente às correntes convectivas do manto, podem se movimentar sobre uma camada um pouco mais plástica, a Astenosfera. O deslocamento contínuo destas placas durante milhares de milhões de anos resultou na atual fisiografia dos continentes e oceanos. Particularmente, o permanente afastamento das Placas Africana e Sul-Americana deu origem ao Oceano Atlântico e a Dorsal ou Cordilheira Meso-Atlântica, uma cadeia de montanhas submersa que se estende desde o hemisfério norte até o hemisfério sul, com uma extensão de 84.000 km e uma largura da ordem de 1.000 km (Tassinari, 2003, p. 100).

De acordo com Batistella (1993, p.15) a Dorsal corresponde, portanto, às “[...] extensas e estreitas faixas do piso marinho, notoriamente mais montanhosas que a topografia circundante e que se comportam como linhas de separação de regiões diferenciadas em profundidade”.



**Figura 1.** Mapa geológico e localização dos perfis de solos no Arquipélago de Fernando de Noronha (PE). Adaptado de Almeida (1955), após simplificação de Ulbrich et al. (1994).



Damuth & Palma (1979 *apud* Batistella, (1993, p. 15) descrevem a Cordilheira Meso-Atlântica como sendo “uma intumescência larga, contínua, fraturada, que ocupa o terço central do Oceano Atlântico, que foi deslocada em vários pontos, em sua porção equatorial, por zonas de fratura com direção leste-oeste”.

No Atlântico Sul a Dorsal Meso-Atlântica possui ramificações que se projetam na direção do continente Sul-Americano (Rocha, 1995, p. 54). Um destes alinhamentos associado à atuação dos “*Hot Spots*” ou Pontos Quentes, que são atividades das plumas mantélicas capazes de romper a camada superficial rígida do planeta, fizeram surgir uma cadeia de vulcões sobre a crosta oceânica. No topo de um destes antigos vulcões emersos e presentemente extintos, a aproximadamente 4.000 m acima do fundo do oceano, formou-se o Arquipélago de Fernando de Noronha.

Para Teixeira et al. (2003), a origem do Arquipélago é creditada principalmente a atividades dos “*Hot Spots*” sob a parte oceânica da placa Sul-Americana, como descrito abaixo.

“O conjunto de ilhas oceânicas e elevações submarinas que ocorre desde o litoral do Ceará até Fernando de Noronha representa as marcas da passagem de um “*hot spot*” do passado, ativo entre 34 milhões e 1,5 milhão de anos atrás” (p. 35). “[...] remonta à trajetória de um hot spot na parte atlântica da placa Sul-Americana em sua lenta viagem para oeste, iniciada cerca de 34 milhões de anos atrás, que perdurou por pelo menos 32 milhões de anos” (p. 44).

Fernando de Noronha constitui um dos menores arquipélagos do Oceano Atlântico. No entanto, agrupa uma enorme diversidade de rochas vulcânicas, cuja composição varia de ultrabásica a intermediária. Essa larga amplitude na natureza das rochas deve-se, provavelmente, à diferenciação química do magma num certo período da sua história, o qual foi capaz de expelir materiais um pouco mais ácidos, como os fonolitos e traquitos, que aqueles básicos e ultrabásicos formadores da porção oceânica da placa Sul-Americana (Rocha, 1995, p. 52-53). O Arquipélago representa também um dos melhores exemplos de fracionamento magmático no Oceano Atlântico, chegando, numa área de 1,5 km<sup>2</sup> a possuir 14 (quatorze) tipos diferentes de rochas eruptivas (Almeida, 1958, p.1).

Segundo Almeida (1958), numa descrição generalizada, “o Arquipélago é constituído por um substrato de rochas piroclásticas, atravessadas por grande variedade de eruptivas alcalinas que, após conspícuo hiato, foram recobertas por

derrames de lavas basálticas alcalinas, de dois tipos fundamentais. Como sedimentos, ocorrem nas ilhas, áreas reduzidas de depósitos litorâneos, eólicos e marinhos, pertencentes ao ciclo atual e a outros, posteriores a quaisquer manifestações de caráter vulcânico”.

Na presente dissertação, o estudo das distintas formações geológicas que integram as paisagens de Fernando de Noronha, segue a abordagem cronológica, concebida por Almeida (1958), que identificou e mapeou as seguintes composições rochosas: Formação (Fm.) Remédios , Fm. Quixaba e Fm. São José, além das rochas sedimentares que representam não mais que 7,5% da área do Arquipélago.

A descrição dos diferentes episódios vulcânicos que se processaram com o transcorrer do tempo em Fernando de Noronha foi levada à cabo por diversos pesquisadores da geociência, destacando-se: Almeida (1958), Batistella (1993), Ulbrich et al.(1994), Rocha (1995) e Teixeira (2003). Este último descreve a evolução dos episódios vulcânicos – notadamente os que deram origem às Formações Remédios e Fm. Quixaba do Arquipélago, da seguinte forma:

“Episódios vulcânicos distintos construíram paulatinamente o arquipélago, desde as profundezas oceânicas. Contudo, as rochas emersas mais antigas foram destruídas nos eventos geológicos que se seguiram. Restaram apenas alguns materiais piroclásticos, resultantes da deposição do material lançado ao ar pelas explosões iniciais do edifício vulcânico inicial. Esses produtos piroclásticos ocupam principalmente a região central da ilha, onde se localiza a vila dos Remédios, e sua extremidade ocidental, onde se localiza a ponta da Sapata. Constituem também as falésias e os blocos rochosos das praias próximas.

Em alguns lugares esses produtos foram atravessados por rochas mais jovens, tais como massas de rocha maciça ou fragmentos de forma cilíndrica, denominados plugs, preenchendo um antigo conduto vulcânico. Constituem saliências abruptas e isoladas no terreno, por serem muito resistentes à erosão.

Outras formas rochosas também podem ser encontradas como os diques. Estes, que correspondem às últimas injeções do magma, infiltram-se em rupturas de rochas consolidadas previamente. O conjunto descrito, de rochas piroclásticas atravessadas por plugs e diques, representa o penúltimo ciclo vulcânico que está presente no arquipélago - denominado **Formação Remédios**. Suas idades estão compreendidas entre pouco mais de 12 milhões e cerca de 8 milhões de anos.

Com a edificação do vulcão acima do nível do mar, desenvolveu-se um período erosivo, com duração de 5 a 6 milhões de anos, durante o qual processos geológicos superficiais desgastaram preferencialmente as rochas piroclásticas.

Seguiu-se uma reativação vulcânica que produziu derrames que, após o resfriamento, deram origem ao chamado 'basalto'. Este novo ciclo de magma, iniciado há 3 milhões de anos, e cujo último espasmo ocorreu há cerca de 1,5 milhão de anos, recobriu a maior parte das rochas do ciclo anterior, preenchendo depressões na topografia da época. Episódios explosivos menores acompanharam esta fase vulcânica – denominada '**Formação Quixaba**'-, dando origem a novos materiais piroclásticos. Dessa forma foi construída a topografia da maior parte da ilha, como o planalto onde se localiza o povoado Quixaba, e também as ilhotas Dois Irmãos e o morro do Francês. Os derrames chegam a atingir até 40 m de espessura" (grifos nosso).

A Formação São José, composta por derrames de nefelina basanitos, recobre a ilha de São José e, parcialmente, as ilhas Cuscus e de Fora (Batistella, 1993, p. 17). Esta Formação não será tratada neste trabalho, tendo em vista sua completa ausência na ilha principal de Fernando de Noronha.

A respeito da formação, natureza e ocorrência de depósitos sedimentares da ilha principal de Fernando de Noronha, Teixeira et al. (2003 p. 54 e 64) relatam que:

"[...] Os processos de erosão eólica e marinha criaram um ambiente propício para o aparecimento de rochas sedimentares em Fernando de Noronha. Os registros sedimentares mais antigos são do período geológico, entre 1,8 milhão e 10 mil anos atrás - o Pleistoceno. Correspondem a antigos depósitos eólicos, formados por areia de praia, depositados acima da linha litorânea".

"Esses depósitos sedimentares [...] alcançam cotas atuais acima dos 50 m, além de serem formados por grãos bioclásticos, ou seja, por fragmentos resultantes da desagregação física de carapaças ou ossos de organismos marinhos".

"A natureza das areias da praia do arquipélago é bioclástica, isto é, composta de fragmentos de conchas, de ouriços, corais, algas e poucos minerais silicáticos ou metálicos ou, ainda, de raros fragmentos vulcânicos".

### **2.1.3 Relevô**

A ação intensiva e contínua de processos erosivos de natureza climática, marinha e/ou fluvial, sobre o arcabouço geológico de origem vulcânica, culminou na conformação da paisagem do Arquipélago de Fernando de Noronha (Rocha, 1995 p.34). Esses processos erosivos que atuaram, conjunta e livremente, por longo período entre os ciclos geológicos que antecederam a formação do relevo do Arquipélago, produziram um rebaixamento da ordem de 400 m da topografia primitiva (Teixeira et al. 2003 p.72). Portanto, a topografia atual de Fernando de Noronha é dominada não mais por suas formas primitivas, mas sim pelas estruturas

internas descobertas, produtos do intemperismo exacerbado, o qual alterou profundamente o corpo do aparelho vulcânico outrora existente (Almeida, 1955 p.51).

A maior das ilhas do Arquipélago, Fernando de Noronha, possui um contorno irregular com muitas reentrâncias, saliências e superfície ondulada, constituída por unidades geomórficas como: áreas de planalto, morros, encostas e abas de morro, vales, depósitos fluviais e baixada litorânea (Rocha, 1995, p.36).

Ocupando a porção central da ilha de Fernando de Noronha, dispõe-se um vasto planalto de relevo suave, com declividades entre 5 e 15%, que se ergue moderadamente em direção aos morros fonolíticos à nordeste. Esse planalto, com altitudes entre 50 e 70 m, constitui uma superfície de erosão decorrente dos processos combinados de ação fluvial e evolução dos interflúvios (Almeida, 1955, p.51). Lateralmente é interrompido por relevos forte ondulados ou por falésias, que sofrem a ação de erosão marinha.

As principais elevações situam-se na parte central e ocidental da ilha principal, correspondendo a rochas ígneas vulcânicas mais resistentes à erosão (fonolitos). Destacam-se na paisagem por sua altura os seguintes morros: do Pico (323 m), Atalaia (221 m), do Francês (198 m), Dois Abraços (191 m), Medeira (171 m), Curral (134 m), Santo Antônio (105 m) e Alto da Bandeira (160 m) (Teixeira et al. 2003 p.18).

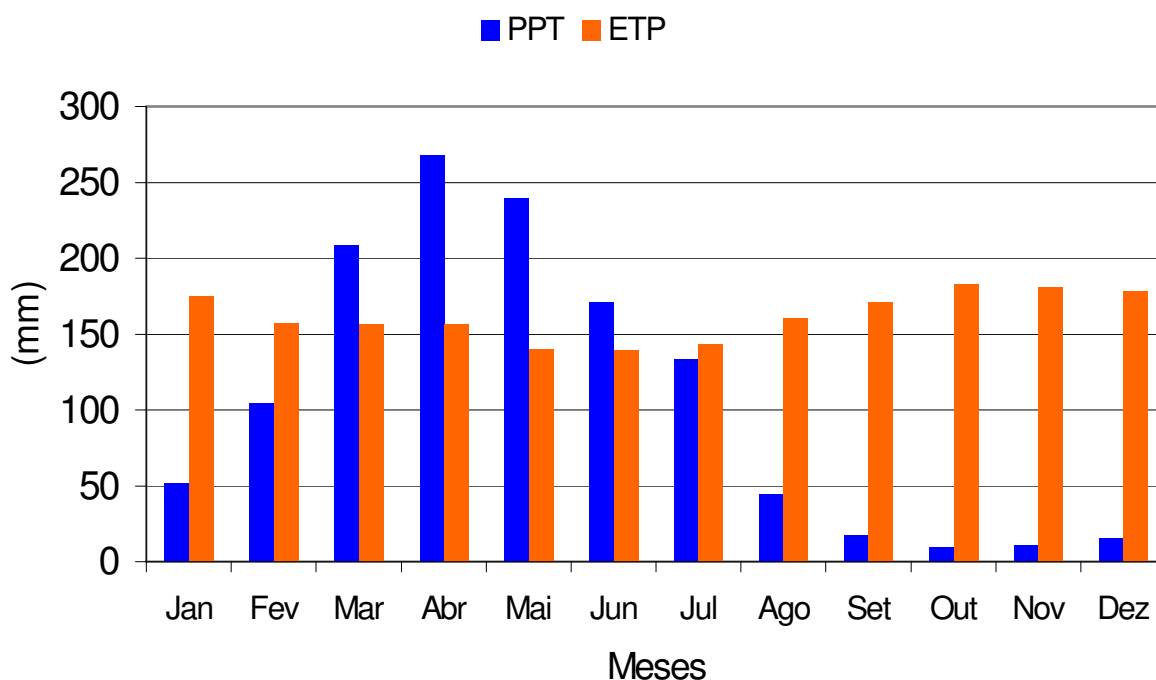
A pequena espessura e baixa permeabilidade dos solos das partes movimentadas do planalto contribuem para um elevado escoamento superficial que alimenta riachos intermitentes, com leitos pouco definidos, os quais têm seu fluxo interrompido poucos dias após a ocorrência das chuvas. Os detritos transportados por intermédio desses riachos acumulam-se próximo da desembocadura, formando depósitos fluviais. Contudo, os aluviões são de pequenas extensões, merecendo destaque apenas aqueles formados pelo riacho Atalaia, com área total de aproximadamente cinco hectares (Almeida, 1955 p.56).

Na faixa litorânea há situações bastante distintas do encontro da terra com o mar, desde um relevo escarpado e rochoso até praias constituídas por materiais psamíticos ou psefíticos. Ressalta-se, ainda, a presença de campos de dunas antigas, parcialmente cobertas pela vegetação, dispostas ao longo do setor nordeste da ilha principal.

#### **2.1.4 Clima**

O Arquipélago de Fernando de Noronha possui um clima tropical com franco domínio oceânico caracterizado, principalmente, pela pequena variação da temperatura média anual e na repartição uniforme da umidade relativa do ar durante o ano. Segundo Batistella (1993, p.13) a temperatura média anual situa-se em torno de 25°C, com as máximas não ultrapassando os 31°C e as mínimas superiores a 18°C. Valores similares para esse fator climático foram também descritos por Rocha (1995) e Teixeira et al. (2003), sendo observado por este último uma amplitude térmica anual de 4°C. A média anual da umidade relativa do ar é de 80%, com mínima no mês de setembro, chegando a 76%, e máxima em abril alcançando 84,5% (Rocha, 1995, p. 21).

O clima do Arquipélago, segundo a Classificação de Köppen enquadra-se no tipo Aw', que guarda semelhanças àquele do Agreste Nordestino, sobretudo pelas estações secas e chuvosas bem definidas e acentuada irregularidade na precipitação pluvial entre os anos (Teixeira et al. 2003 p. 18). A precipitação pluvial média anual, resultante de um período de observações de 85 anos (1910-1994) é de 1.274,6 mm (Rocha, 1995, p. 14). O período chuvoso, que abrange cerca de 88% do volume das precipitações anuais, se estende de fevereiro à julho, enquanto que a estação seca compreende os meses de agosto à janeiro. Abril e outubro são, respectivamente, os meses mais e menos chuvosos de Fernando de Noronha (Rocha, 1995, p. 15). As médias mensais da evapotranspiração potencial calculadas por Rocha (1995, p. 27) suplantam a precipitação pluvial em 2/3 dos meses do ano, sendo exceção o quadrimestre compreendido entre março e junho (Figura 2). Ainda conforme Rocha (1995, p. 27), a média anual da evapotranspiração potencial alcança um valor de 1.941,7 mm.



**Figura 2.** Médias das precipitações pluviais mensais (PPT) e das evapotranspirações potenciais mensais (ETP) do Arquipélago de Fernando de Noronha no período de 1910 a 1994 (Adaptado de Rocha, 1995).

Além desses fatores climáticos, há também a constante atuação dos ventos alísios de sul e sudeste, que atingem a fachada barlavento, provocando conseqüências visíveis sobre o meio, especialmente sobre a vegetação (Batistella, 1993, p. 14). Isto deve-se, de acordo com Rocha (1995, p. 20), ao fato de que “a ilha de Fernando de Noronha está situada dentro da faixa de calmaria tropical, com pressão abaixo de 1.013 mb, para onde convergem os ventos alísios”. As massas de ar equatoriais-marítimas são as responsáveis pelas variações meteorológicas que se processam durante o ano, em toda a área (Rocha, 1995, p. 20). Entre julho e agosto, a maior intensidade dos ventos ajuda a amenizar as altas temperaturas. Entretanto, de janeiro a março, a sensação térmica é aumentada pela fraca ventilação (Teixeira et al., 2003 p.18).

### 2.1.5 Vegetação

De modo geral, os ecossistemas insulares são caracterizados por uma pobreza florística natural decorrente, em sua maioria, da localização, que se traduz pela distância aos continentes, atuação desfavorável de correntes marítimas e eólicas, reduzidas áreas territoriais emersas, relativa uniformidade geomórfica e por último, porém não menos importante, pelo clima predominante na região (Batistella, 1993, p. 21). Com o Arquipélago de Fernando de Noronha não foi diferente, tendo em vista que a vegetação para se estabelecer neste ambiente insular precisou primeiramente superar todas as condições adversas impostas pelo meio, particularmente, o clima tropical com um período seco prolongado, a ação freqüente de ventos alísios, o efeito nocivo do aerossol marinho, além de um substrato edáfico pouco desenvolvido com muitos impedimentos às raízes.

De acordo com Rocha (1995, p. 43), predomina no arquipélago uma vegetação sub-xerófila semelhante àquela dominante no Agreste Nordestino, caracterizada pela perda completa das folhas no período seco. Esse tipo de vegetação, composto por formações arbóreas e arbustivas, foi denominado por Teixeira et al. (2003 p. 78) como sendo uma Mata Estacional Decidual ou Mata Seca, pois caracteriza-se pela mudança de aparência nas diferentes estações climáticas (estacional) com a queda de suas folhas no período seco (decidual).

De acordo com Batistella (1993, p. 21), ocorrem no arquipélago aproximadamente 455 espécies de vegetais superiores, distribuídos entre 79 famílias. Por outro lado, Teixeira et al. (2003, p. 81) descrevem a existência de uma diversidade de indivíduos botânicos bem menor. Para esses últimos, a flora que cobre o arquipélago é composta por cerca de 250 a 300 espécies, pertencentes a 54 famílias, introduzidas de forma intencional ou não. daquelas espécies introduzidas propositadamente, a maioria é utilizada atualmente pelos ilhéus para fins agrícolas ou ornamentais.

Vale ressaltar ainda que, a vegetação primária do arquipélago foi bastante modificada pelo homem durante os mais de 500 anos de ocupação, por meio da retirada indiscriminada de madeira, do desmatamento para uso agrícola e da pecuária e das queimadas (Rocha, 1995, p. 43).

Conforme descreve Teixeira et al. (2003, p. 81), “na ilha principal, encontram-se áreas mais preservadas no morro da Quixaba e no portal da Sapata, onde pode ser observada a Mata Estacional Decidual. Seus indivíduos arbóreos apresentam altura média em torno de 12 m e têm a gameleira (*Ficus noronhae* Oliver) como espécie emergente, sobrepujando a copa das outras árvores”.

Nas áreas intensamente povoadas predominam, as custas da mata original, os pequenos campos agrícolas, as pastagens e plantas invasoras. Como resultado evidente do desequilíbrio ambiental imposto ao arquipélago, há a proliferação exacerbada por toda a ilha principal das jitiranas, plantas de hábito volúvel ou trepador pertencentes principalmente a vários gêneros de Cucurbitaceae, Convolvulaceae e Fabaceae (Batistella, 1993, p. 22).

A predominância de estruturas arbóreas de maior porte ocorre no planalto da Quixaba, planície do Boldró e margens dos riachos Mulungu, Maceió e Boldró. Entre as espécies arbóreas nativas destacam-se o mulungu (*Erythrina aurantiaca* Ridl.), a burra leiteira (*Sapium sceleratum* Ridl.) e o pau-d’arco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sandwith). São encontradas ainda nas áreas preservadas: *Spondias* sp (cajazeira), *Sideroxylum obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn subsp *obtusifolium* (quixabeira) e *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (leucena ou liaça).

Dentre as espécies arbustivas e subarbustivas são expressivas as presenças de jité (*Capparis frondosa* Jacq), pinhão (*Jatropha* sp) e feijão-bravo (*Capparis flexuosa* (L.) L.) (Teixeira et al., 2003 p. 81).

Já na face exposta aos ventos, a vegetação é predominantemente arbustiva, sendo, em alguns trechos, constituída essencialmente por gramíneas.

### **2.1.6 Solos**

Os solos são produtos da ação conjunta dos fatores de formação – material de origem, relevo, clima, organismos e tempo que, por sua vez, determinam os processos gerais de formação – adições, perdas, translocações e transformações – representados por um contínuo na paisagem e delimitados, principalmente, pelo embasamento rochoso e, ou, corpos d’água (Curi et al., 1993, p.74; EMBRAPA, 1999, p.5; Oliveira, 2001, p.3).



O Arquipélago de Fernando de Noronha apresenta condições bastante distintas daquelas encontradas no continente para formação dos solos, devido à peculiaridades como o material de origem de natureza vulcânica, o relevo movimentado, o clima tropical com estação seca bem definida, além da intensa e constante influência do oceano Atlântico (Mantovani et al., 1991).

Almeida (1958) foi, provavelmente, o primeiro pesquisador a se referir aos solos do Arquipélago, mesmo que de modo generalizado, na sua obra que aborda detalhadamente a geologia de Fernando de Noronha. Ele relata a espessura dos regolitos que cobrem determinadas estruturas geológicas e faz menção a ausência completa de rochas quartzosas como descrito a seguir:

“Nos locais de relevo suave do planalto da Quixaba, Três Paus e no que se estende sobre os tufos na região central da ilha, os efeitos químicos da meteorização conduzem a regolitos profundos[...]. Os fonolitos cobrem-se com solos rasos, de cor creme clara, pedregosos, enquanto que nas áreas ankaratríticas se mostram mantos mais espessos, de cor marrom, com dois ou três metros de profundidade, sobretudo espessos e uniformes no topo amigdaloidal dos derrames. Não existe rochas quartzosas, e esses regolitos são ricos em produtos caoliníticos, de pequena permeabilidade e muito fina granulação, favorecendo o escoamento superficial em detrimento da infiltração (p.52-53)”.

Jacomine et al. realizaram em 1969 o estudo dos solos de Fernando de Noronha, ficando constatada sua elevada fertilidade natural por meio das análises físicas e químicas completas de nove perfis de solos, e a dominância de Cambissolos na porção central da ilha principal (Jacomine et al., 1969).

Em 1972, o hoje extinto Instituto de Pesquisa Agropecuária do Nordeste – IPEANE, realizou em Fernando de Noronha, a análise de 72 amostras de fertilidade do solo e de granulometria, retiradas em diversos locais da ilha principal na profundidade de 0-20 cm. Os resultados das análises indicaram a elevada fertilidade natural desses solos, decorrente dos altos teores de Fósforo, Potássio e cátions divalentes (Cálcio e Magnésio), e teores mínimos de Alumínio (Nascimento, 2002, p.24). Esse mesmo quadro da fertilidade pujante dos solos do arquipélago foi corroborado por Teixeira et al. (2003, p.24).

Trabalhos pedológicos e cartográficos realizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, por intermédio do antigo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do solo – SNLCS, atualmente, Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS, culminaram em 1981, com a publicação do mapa de

solos do Brasil, utilizando-se uma escala de 1:5.000.000 (EMBRAPA, 1981). Entretanto, baseados no relatório de solos do Arquipélago de 1969, foi publicado exclusivamente para Fernando de Noronha, um mapa na escala de 1:100.000. Mesmo assim, as informações contidas nesta carta são ainda bastante generalizadas e, conseqüentemente, insuficientes para utilização em âmbito local. Esse levantamento foi responsável pela identificação dos seguinte solos: Solos Litólicos distróficos, indistintamente com argila de atividade alta (Ta) e baixa (Tb); Areias Quartzosas marinhas, indistintamente distróficas ou eutróficas; Cambissolo distrófico e eutrófico com argila de atividade alta (Ta) e baixa (Tb) e; Solos salinos – Solonchak (Rocha, 1995 p.47).

Mantovani et al. (1992) estudando os principais tipos de solos de ocorrência comum em Fernando de Noronha, relataram a presença de pelo menos nove diferentes associações de solos, todas, com teores elevados de cálcio. As associações de solos descritas foram as seguintes:

- “Associação de Cambissolos, Ta e Tb, eutrófico, textura argilosa e média argilosa; fase relevo ondulado a montanhoso; lavas ankaratríticas;
- Associação de Cambissolos, Ta e Tb, eutrófico, textura argilosa; fase relevo plano a suave ondulado a montanhoso; lavas ankaratríticas;
- Associação de Solos Litólicos e Cambissolos rasos, Ta, eutrófico, textura média e argilosa; fase relevo ondulado a forte ondulado; rochas ankaratríticas;
- Associação de Solos Litólicos e Cambissolos rasos, Ta, eutrófico, textura média e argilosa e siltosa; fase relevo ondulado a forte ondulado; lavas ankaratríticas;
- Solos Litólicos, Ta, eutróficos, textura siltosa, fase traquito;
- Associação de Solos Litólicos, eutrófico e distrófico, médio argiloso e argiloso; fase fonolito;
- Associação de Solos Litólicos e Cambissolos rasos, Ta, eutrófico, vértico, argiloso; fase relevo plano; lavas e tufos ankaratríticos;
- Associação de Areias Calcárias marinhas, eutróficas;
- Solo salino indiscriminado”.

Ao contrário do que se poderia, de início, imaginar, a grande diversidade de tipos de rochas vulcânicas existentes na ilha principal de Fernando de Noronha, não implicou, necessariamente, numa também elevada variedade das classes de solos (Batistella, 1993, p.18) .

Recentemente, no levantamento pedológico detalhado da ilha principal do arquipélago executado por Ribeiro et al. (2003), foram identificadas, após realização de tradagens e descrição de 26 perfis, solos pouco evoluídos pertencentes às classes dos Cambissolos, Vertissolos e Neossolos. Os Cambissolos descritos

formam-se próximos dos divisores de água, em diversas posições do relevo; os Vertissolos estão associados com áreas abaciadas, deprimidas, imperfeitamente drenadas e os Neossolos relacionam-se com as posições de encosta, com relevo forte ondulado ou com áreas de sedimentos quaternários, próximas do mar.

Segundo Marques et al.(2003) a diversidade e o posicionamento dos Cambissolos da ilha de Fernando de Noronha estão diretamente relacionados com as variações do material parental e do relevo. Assim, os Cambissolos derivados de rochas básicas, apresentam propriedades morfológicas, físicas e químicas favoráveis à utilização agrícola. Por outro lado, àqueles formados a partir do intemperismo dos fonolitos são, via de regra, pobres quimicamente, inclusive com teores crescentes de alumínio em profundidade. Os Vertissolos conforme o mesmo autor, localizam-se nas áreas deprimidas, imperfeitamente a mal drenadas da superfície do planalto central, as quais recebem contribuição hídrica das áreas adjacentes. São produtos da ação da pedogênese sobre os tufos, apresentando textura muito argilosa, superfícies de fricção, cores acinzentadas e, na estação seca, rachaduras ao longo do perfil.

De acordo com o levantamento pedológico realizado por Ribeiro et al. (2003), “os Neossolos Regolíticos da ilha principal de Fernando de Noronha estão relacionados com a dunas e praias formadas por materiais provenientes dos arenitos com cimento carbonático (Arenito Caracas) ou de sedimentos arenosos marinhos, transportados pelo vento. Apresentam textura arenosa, com seqüência de horizontes A – C, estrutura em grãos simples e outras características morfológicas típicas de Neossolos Quartzarênicos, dos quais se diferenciam pela ausência de quartzo na fração areia e no cascalho”.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Trabalhos de Campo**

Os trabalhos de campo consistiram numa série de cinco visitas programadas ao Arquipélago, onde foram selecionados e descritos os perfis de solo, e coletadas as amostras deformadas e indeformadas para este estudo. A escolha dos sete perfis que integram este trabalho baseou-se no levantamento detalhado de solos desse Distrito Estadual Pernambucano, que culminou ao término de suas atividades com mais de duas centenas de tradagens realizadas e 26 (vinte e seis) perfis das classes dos Cambissolos, Vertissolos e Neossolos descritos. Deste modo, os critérios de seleção foram nesta ordem:

1. Perfis com problemas para o enquadramento adequado ao SiBCS;
2. Representatividade da classe de solos na área de estudo;
3. Materiais de origem distintos e;
4. Posicionamento dos solos no relevo.

A localização cada um dos perfis consta na Figura 1.

Nas áreas de preservação da flora foram descritos e coletados amostras de quatro perfis, cuja vegetação local variou de gramínea, situação dos Neossolos Litólico e Regolítico (Praia do Leão), até complexos arbóreo-arbustivos, como foi o caso dos perfis 6 (Morro do Pico) e 4, Cambissolo Distrófico e Vertissolo solódico, respectivamente. Os demais perfis estudados localizam-se ora sob campos agricultáveis (perfis 3 – Vertissolo gleico, e 7 – Cambissolo Eutroférico) na ocasião cultivados com milho, feijão e mandioca, ora sendo utilizados para pastagem nativa (perfil 5 – Cambissolo vértico).

As descrições dos perfis e a coleta das amostras por horizonte realizaram-se conforme as recomendações do Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo (Lemos & Santos, 2002). Foram coletadas amostras deformadas de todos os horizontes dos perfis e, amostras indeformadas de horizontes selecionados, as quais foram utilizadas para as determinações físicas, químicas e mineralógicas.

### 3.2 Preparo das amostras

As amostras coletadas durante a etapa de campo foram enviadas para o galpão da área de solos do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Daí, foram secas ao ar, pesadas, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2 mm, para obtenção da TFSA (Terra Fina Seca ao Ar), seguindo posteriormente para os laboratórios, onde se processaram as respectivas determinações analíticas.

As partículas maiores que 2 mm, cascalhos (2 - 20 mm) e calhaus (20 - 200 mm), foram colocadas em recipientes com água, sendo adicionado, aproximadamente, 10 mL de NaOH 1 mol L<sup>-1</sup>, agitando várias vezes durante o dia com o auxílio de um bastão e permanecendo por uma noite nesta solução. Após isso, estas partículas foram lavadas prolongadamente com água corrente visando a remoção completa das frações menores que 2 mm. Depois foram secas em estufa, pesadas e calculadas suas percentagens em relação ao peso total da respectiva amostra. Esse material tratado foi então ensacado, devidamente identificado e enviado para a análise mineralógica.

### 3.3 Análises Físicas

As análises físicas foram realizadas no Laboratório de Física do Solo da UFRPE. Os métodos utilizados foram aqueles preconizados pela EMBRAPA (1997), e incluem as determinações de granulometria, argila dispersa em água, densidade do solo e das partículas, atributos de umidade e condutividade hidráulica saturada, conforme discriminação abaixo:

#### a) Granulometria

A análise granulométrica foi realizada pelo método do densímetro, utilizando-se para a dispersão física um agitador mecânico do tipo *Soil Test* com agitação ora de 10, ora de 15 minutos para solos com textura arenosa ou mais fina, respectivamente. Como dispersante químico utilizou-se 25 mL de solução de hexametáfosfato de sódio 0,35 mol L<sup>-1</sup> + carbonato de sódio 0,08 mol L<sup>-1</sup>.

A fração-argila foi determinada diretamente utilizando-se o densímetro de Boyoucos. As frações areia grossa e fina foram obtidas por tamisação e pesadas. A fração-silte foi obtida por diferença.

## b) Argila Dispersa em Água

Determinada também pelo método do densímetro, contudo sem a utilização de dispersante químico.

## c) Densidade do Solo (Ds)

Foram utilizados os seguintes métodos: da proveta com volume interno de 100 mL para aqueles solos de textura areia e areia franca; do anel volumétrico de Kopeck (250 cm<sup>3</sup>) e do torrão impermeabilizado com parafina, quando a utilização destes dois primeiros mostrou-se ineficiente ou muito laboriosa.

## d) Densidade das Partículas (Dp)

A densidade média das partículas foi determinada pelo método do balão volumétrico, utilizando-se o álcool etílico como líquido penetrante.

## e) Condutividade hidráulica saturada

A condutividade hidráulica saturada dos solos foi determinada em amostras deformadas (TFSA), utilizando-se cilindro de plástico com 23 cm de altura e 2,5 cm de diâmetro, com permeâmetro de carga constante.

## f) Atributos Hídricos

O conteúdo de umidade, em amostras deformadas, foi determinado nas tensões fixas de 1.500 KPa, referente ao ponto de murcha permanente (PMP) e, 33 ou 10 KPa, para os horizontes com textura argilosa ou arenosa, respectivamente, assumindo estes últimos potenciais como correspondentes a capacidade de campo (CC). A água disponível (AD) corresponde por sua vez ao conteúdo de água entre estes dois limites.

A partir dos resultados obtidos das análises laboratoriais supracitadas foram calculados:

### Grau de Flocculação (GF)

Relação entre a argila naturalmente dispersa e a argila total, obtida após dispersão, calculada conforme a expressão:

$$\mathbf{GF = 100 (argila\ total - argila\ dispersa\ em\ água)/argila\ total}$$

### Relação Silte/Argila

Razão entre os valores de argila total e do silte obtidos na análise granulométrica.

### Porosidade Total (PT)

O volume de poros totais do solo foi calculado por meio das densidades, do solo e das partículas, empregando-se a expressão abaixo:

$$PT = 100(1 - Ds/Dp)$$

## **3.4 Análises Químicas**

As análises químicas foram realizadas de acordo com as recomendações da EMBRAPA (1997), nos laboratórios de química, fertilidade e microbiologia do solo da UFRPE. Constaram das seguintes determinações:

a) pH em H<sub>2</sub>O e KCl 1 mol L<sup>-1</sup>

Os valores de pH, aferidos em H<sub>2</sub>O e KCl 1 mol L<sup>-1</sup>, foram determinados em uma suspensão solo:líquido na proporção de 1:2,5 em potenciômetro com eletrodo combinado.

b) Alumínio Trocável

Extração com solução KCl 1 mol L<sup>-1</sup>, na proporção solo:solução de 1:10, e determinação volumétrica com solução de NaOH 0,025 mol L<sup>-1</sup> na presença do indicador azul de bromotimol.

c) Acidez Potencial (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>)

Extração com acetato de cálcio tamponado a pH 7,0 e determinado volumetricamente com solução de NaOH 0,0606 mol L<sup>-1</sup>, na presença de fenolftaleína como indicador.

d) Cálcio e Magnésio Trocáveis

Cálcio e magnésio foram extraídos com solução de KCl 1 mol L<sup>-1</sup>, na proporção solo:solução de 1:10, e determinados conjuntamente por complexometria, utilizando-se o EDTA (ácido etilenodiaminotetracético) 0,0125 mol L<sup>-1</sup>, como solução titulante.

e) Sódio e Potássio Trocáveis

Sódio e potássio foram extraídos por meio da extração com Mehlich 1 (HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup>+ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 mol L<sup>-1</sup>), na proporção solo:solução de 1:10 e determinados por fotometria de chama.

f) Fósforo extraível em Mehlich 1

O fósforo foi extraído com solução de Mehlich 1 (HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup>+ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 mol L<sup>-1</sup>) e determinado por colorimetria após formação de complexo molíbdico em meio redutor.

g) Carbono Orgânico

O teor de carbono orgânico foi determinado por meio da oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) 0,4 mol L<sup>-1</sup> em meio sulfúrico e titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1 mol L<sup>-1</sup>.

h) Nitrogênio Total

Foi determinado, após destilação em meio ácido, segundo técnica de Kjeldahl, em auto-analisador modelo Kjeltec 1030 da Tecato.

i) Equivalente de Carbonato de Cálcio

Determinou-se com base no ataque da amostra com uma solução de HCl 0,5 mol L<sup>-1</sup> e na titulação do excesso de ácido com solução de NaOH 0,25 mol L<sup>-1</sup>, em presença de fenolftaleína como indicador.

A partir dos resultados analíticos de algumas dessas determinações foram calculados:

Hidrogênio trocável

Foi calculado pela diferença entre os valores obtidos da acidez trocável e potencial.

Soma de Bases Trocáveis (Valor S)

Foi calculada por meio da expressão:

$$S = ( Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+} )$$



### Capacidade de Troca de Cátion (CTC)

Calculou-se segundo a expressão:

$$\text{CTC} = [ \text{S} + (\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}) ]$$

### Percentagem de Saturação por Bases (Valor V)

Calculada conforme a expressão:

$$\text{V}(\%) = 100 \text{ S/CTC}$$

### Percentagem de Sódio Trocável (PST)

Calculada pela expressão:

$$\text{PST}(\%) = 100 \text{ Na}^+ / \text{CTC}$$

### Percentagem de saturação por alumínio (m%)

Calculado por meio da expressão:

$$\text{m}(\%) = 100 \text{ Al}^{3+} / (\text{S} + \text{Al}^{3+})$$

### Relação C/N

Calculada em função dos valores obtidos da percentagem de carbono orgânico e nitrogênio total.

## **3.5 Análise mineralógica e composição das frações areia, cascalho e calhaus**

A composição das frações maiores de 2 mm, cascalho (2 – 20 mm) e calhaus (20 – 200 mm), anteriormente separadas e tratadas com NaOH 1 mol L<sup>-1</sup> (vide preparo de amostras), foi identificada de acordo com o Guia Para Determinação de Minerais (Leinz & Campos, 1979).

As frações Areia Grossa (2 – 0,2 mm) e Areia Fina (0,2 – 0,05 mm) separadas na análise granulométrica foram caracterizadas mineralogicamente de forma semiquantitativa por intermédio de exame em lupa binocular, emprego de microtestes químicos (ácido clorídico 1:1, e peróxido de hidrogênio 1:1, ambos a frio), além do auxílio de imã de bolso, conforme EMBRAPA (1997).

A análise qualitativa das frações silte e argila, foram realizadas por meio da Difractometria de raios X, conforme recomendações apresentadas por Jackson (1975) e Whittig & Allardice (1986). No laboratório de Mineralogia da UFRPE, a TFSA recebeu um tratamento prévio visando a remoção de cimentantes químicos. Para tal, foram utilizados acetato de sódio  $1 \text{ mol L}^{-1}$  a pH 5,0; peróxido de hidrogênio 30% e ditionito-citrato-bicarbonato (DCB) para eliminar, nesta ordem, carbonatos e cátions divalentes, matéria orgânica e óxidos de ferro livre (Jackson, 1975). Executada a eliminação dos agentes cimentantes, as frações mais finas da TFSA foram separadas das demais por peneiramento úmido e entre si por decantação. Após essa separação, foram preparadas três lâminas orientadas para cada subfração, sendo duas saturadas por potássio e uma saturada por magnésio. Das amostras saturadas por potássio, uma foi irradiada a temperatura ambiente e a outra após aquecimento a  $550^{\circ}\text{C}$  por duas horas. A amostra saturada com Mg foi solvatada com glicerol e irradiada a temperatura ambiente.

Os difratogramas foram obtidos no Laboratório de Ensaio e Análise Inorgânica (LEAI) do Instituto Tecnológico de Pernambuco (ITEP), empregando-se difractômetro Rigaku, operando a uma tensão de 40 kv, com corrente de 20 mA, radiação de  $\text{CuK}\alpha$  e filtro de Ni e uma velocidade de registro de  $10 \text{ mm min}^{-1}$ . A amplitude de varredura foi de  $2$  a  $40^{\circ}$  ( $2\theta$ ).

Os critérios empregados para interpretação dos difratogramas e na identificação dos minerais constituintes das frações silte e argila foram: espaçamento interplanar (d), forma, largura e intensidade dos picos e comportamento frente aos tratamentos, conforme apresentado por Grim (1965), Jackson (1975), Dixon & Weed (1977), Brown & Brindley (1980), Whittig & Allardice (1986) e Moore & Reynolds (1989), resumidos a seguir:

Minerais do grupo da caulinita foram identificados pela presença dos picos 0,724 e 0,357 nm nas amostras saturadas com K e irradiadas sem aquecimento, que permanecem inalterados nas saturadas com Mg-glicerol, mas colapsam após aquecimento da amostra saturada por K a  $550^{\circ}\text{C}$ .

Mica (ilita) foi identificada pelos picos de 1,000 e 0,333 nm e quartzo pela presença dos picos de 0,334 e 0,426 nm, ambos constantes nos três tratamentos.

Esmectitas foram identificadas pelo pico de 1,230 na amostra saturada com K e que deslocou-se para a região de 1,740 - 1,840 nm quando da saturação com Mg-glicerol e sofrendo colapso para a região de 1,000 nm, após aquecimento da amostra saturada com K.

A ausência de “background” na região antecedente a 1,000 nm na amostra saturada com K e irradiada a temperatura ambiente, que contrai após aquecimento e sofre expansão após solvatação, indica a presença de interestratificados irregulares, com pelo menos uma fase expansiva.

Gibbsita e goethita foram reconhecidos pelos picos de 0,485 e 0,415 nm, respectivamente, nas amostras saturadas com K sem aquecimento e nas solvatadas com Mg-glicerol, mas que colapsam após aquecimento das amostras saturadas com K a 550°C.

Anatásio, ilmenita e magnetita/maghemita foram identificados, respectivamente, pelos picos de 0,351; 0,275 e 0,295 nm constantes nos três tratamentos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Classificação dos Solos

Os solos estudados foram caracterizados por meio dos seus respectivos atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos, e classificados de acordo com o SiBCS (EMBRAPA, 1999).

De uma maneira geral, os solos da ilha de Fernando de Noronha foram adequadamente classificados pelo SiBCS, com exceção daqueles pertencentes à classe dos Neossolos (perfis 1 e 2) que apresentaram características pouco comuns como o material parental de natureza bioclástica-carbonática ou o contato lítico (R) a menos de 50 cm de profundidade, consolidado, mas, não contínuo, constituído por fragmentos de rocha ocupando mais de 90% do volume do solo.

Diante das dificuldades de enquadramento dos Neossolos de ocorrência comum no Arquipélago, em virtude da ausência de termos mais apropriados a essas propriedades excepcionais, sugere-se a criação de novas classes, no 3º e 4º níveis hierárquicos, correspondentes, nesta ordem, aos grandes grupos e subgrupos.

Assim, a classificação dos solos estudados, inclusive com as sugestões de reestruturação do SiBCS (EMBRAPA, 1999), é apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Classificação dos solos da ilha de Fernando de Noronha(PE) segundo o SiBCS (EMBRAPA, 1999) acrescida de sugestões.

Nº do Perfil	Classificação dos solos
01	Neossolo Litólico <b>Fragmentário</b> chernossólico textura argilosa
02	Neossolo Regolítico Psamítico <b>bioclástico-carbonático</b> A moderado
03	Vertissolo Cromado Sódico gleico A moderado textura muito argilosa
04	Vertissolo Cromado Órtico solódico A moderado textura muito argilosa
05	Cambissolo Háplico Sódico vértico A moderado textura muito argilosa
06	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico A moderado álico textura média
07	Cambissolo Háplico Eutroférico típico A moderado textura muito argilosa

### 4.2 Distribuição dos Solos na Paisagem

Os Neossolos, Vertissolos e Cambissolos estudados na ilha principal do Arquipélago de Fernando de Noronha estão intimamente relacionados com a

paisagem, refletindo nas suas características uma influência marcante da geologia e do relevo. Os solos estão entre os recursos naturais de maior importância da ilha, com os indivíduos mais desenvolvidos normalmente ocupando as posições mais preservadas do planalto (Cambissolos) e os menos intemperizados relacionados com as posições rebaixadas (Vertissolos) ou de encostas (Cambissolos e Neossolos Litólicos), ou ainda, são decorrentes de um material de origem recente (Neossolos Regolíticos).

Desse modo, o perfil 1, Neossolo Litólico, representa os solos relacionados com as posições de encosta do planalto, com relevo fortemente ondulado e declividades entre 25 e 45%, desenvolvido sobre rochas vulcânicas basálticas (Figura 1).

Os Neossolos Regolíticos têm sua ocorrência relacionada com os depósitos sedimentares arenosos marinhos recentes da baixada litorânea, de natureza calcária, em fase de relevo suave ondulado, com altitude em torno de 5 m.

Os Vertissolos, por sua vez, estão correlacionados com as superfícies abaciadas, côncavas, imperfeitamente a mal drenadas do planalto, que recebem uma considerável contribuição hídrica lateral interna das áreas circunvizinhas mais elevadas.

No planalto central da ilha principal, com altitude entre 50 e 75 m, próximos aos divisores d'água, ou ainda, no terço inferior dos morros fonolíticos, em níveis topográficos e declividades variadas, estão os solos mais desenvolvidos do arquipélago, os Cambissolos Háplicos. Esses solos reúnem as melhores características físicas e químicas desejáveis para implementação de projetos de reflorestamento ou de utilização agrícola, em virtude da topografia menos movimentada onde se desenvolvem, além de recobrirem as maiores extensões da superfície da ilha de Fernando de Noronha. Neste contexto ocorrem três solos distintos:

i. Os Cambissolos Háplicos Sódicos vérticos, que são solos imperfeitamente drenados com duplo material de origem, resultantes do capeamento do substrato rochoso (tufos) pelo derrame basáltico. Esses solos estão relacionados com os trechos ligeiramente rebaixados do planalto, no terço médio de encosta muito suave, com declividade entre 2,5 e 5,0%, ocupando posição intermediária entre os Cambissolos Háplicos Eutroféricos e os Vertissolos.

ii. Em posições mais elevadas em relação aos outros Cambissolos da ilha, numa altitude por volta de 85 m, ocorrendo no terço inferior da encosta do sopé do morro do Pico, com declividades de 12 a 20%, e derivados da meteorização de fonolitos, que são tipos petrológicos vulcânicos um pouco mais ácidos, estão paradoxalmente, solos bem drenados, profundos a muito profundos, classificados como Cambissolos Háplicos Tb Distróficos.

iii. Nas posições mais planas e mais preservadas do planalto relacionadas com relevo plano a suave ondulado, e níveis topográficos entre 65 e 75 m, ocorrem os Cambissolos Háplicos Eutroféricos. A atuação dos processos pedogenéticos sobre o manto de alteração das rochas básicas (ankaratritos), permitiu o desenvolvimento de solos profundos a muito profundos, moderadamente drenados, com propriedades físicas, químicas e mineralógicas marcantes, herdadas da rocha matriz .

No que tange ao desenvolvimento pedogenético, pode-se conceber que, de modo geral, os solos do arquipélago guardam estreita relação com o tipo petrológico que os formam, particularmente com sua estrutura, com o clima e com a classe de relevo onde ocorrem, que condicionam a drenagem e a erosão (Ribeiro et al., 2003). A própria trajetória histórica da conformação da paisagem local deste conjunto insular indica a existência de uma erosão diferencial entre as rochas vulcânicas com diferentes percentuais de  $\text{SiO}_2$ , responsável pelo rebaixamento da topografia primitiva do arquipélago na ordem de 0,06 a 0,08 mm/ano, mas com a preservação dos morros fonolíticos (Teixeira et al., 2003, p.72). Relevo plano a suave ondulado associado aos materiais de origem rochosos de composição básica ou ultrabásica (nefelinitos, ankaratritos e basanitos), favorecem os processos de evolução dos solos, os quais são os mais profundos e evoluídos deste ambiente insular. Em contraposição, ocupando geralmente posições mais elevadas na paisagem, os fonolitos, traquitos, essexitos e alcali-basaltos, que são tipos rochosos com teores maiores de sílica ( $\text{SiO}_2$ ) e, por conseguinte, mais resistentes à intemperização, tendem a reduzir em diferentes graus a ação dos processos formadores do solo.

### 4.3 Atributos Morfológicos

As principais características morfológicas dos Neossolos e Vertissolos encontram-se resumidas na Tabela 2 e ilustradas nas figuras 3, 4, 5 e 6.

Os Neossolos estudados possuem características morfológicas bastante discrepantes devido, mormente, aos distintos materiais de origem que os formam. O perfil 1, classificado como Neossolo Litólico Fragmentário chernossólico, é derivado de rochas ígneas vulcânicas básicas (ankaratrios) pertencentes à Formação Quixaba, enquanto que o perfil 2, Neossolo Regolítico Psamítico bioclástico-carbonático, corresponde ao produto da atuação dos processos pedogenéticos sobre sedimentos psamíticos carbonáticos de natureza marinha.

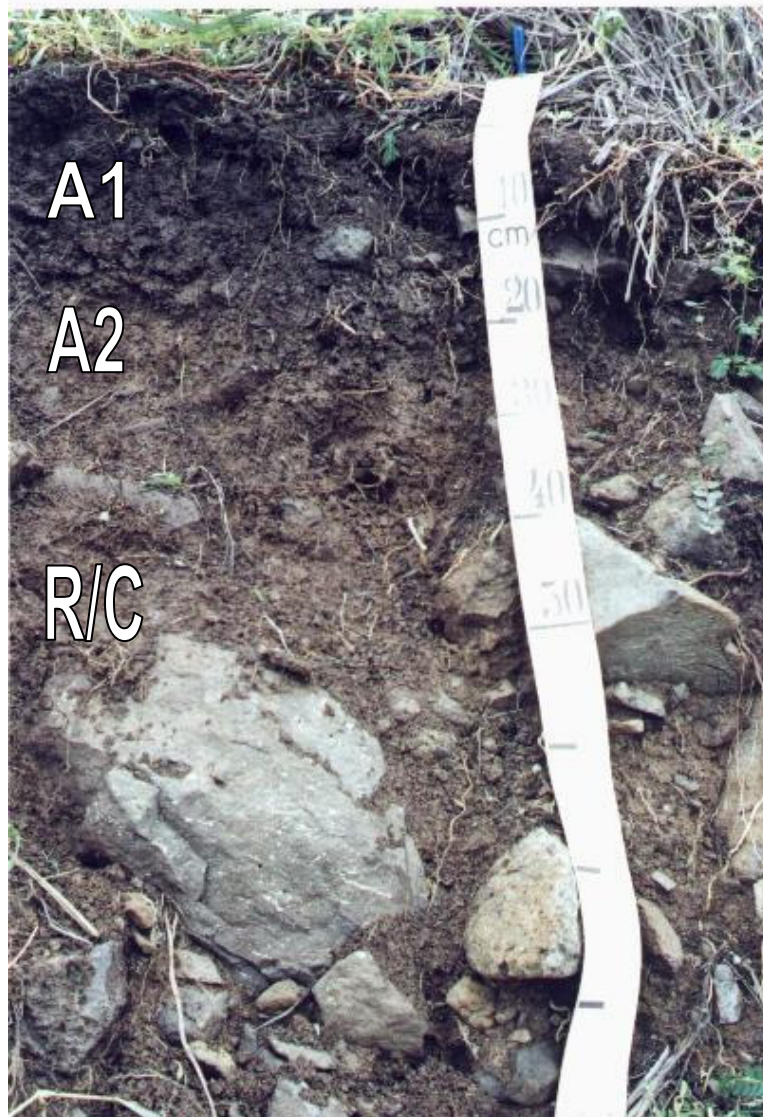
O Neossolo Litólico, relacionado com posições de encosta com relevo forte ondulado, corresponde a um solo mineral raso que apresenta contato lítico (camada R) a menos de 50 cm de profundidade e seqüência de horizontes A1 – A2– R/C, com horizonte A chernozêmico com 30 cm de espessura, de cor bruno-escuro (7,5YR 3/2) e textura argilosa. O contato lítico nesses solos, de ocorrência disseminada no arquipélago, não é caracterizado por uma rocha contínua, mas sim por fragmentos de rocha do tamanho de matacões e calhaus, que reunidos, perfazem mais de 90% do volume da camada, cujos interstícios estão preenchidos por materiais integrantes dos horizontes superficiais ou por materiais saprolíticos (Cr) (Ribeiro et al., 2003) (Figura 3).

Os Neossolos Litólicos com este tipo de substrato (R) fragmentado têm um comportamento bastante diferente dos Neossolos Litólicos que transitam diretamente para um substrato de rocha sã e contínua, já que permitem a penetração das raízes e a infiltração de água, sendo portanto, responsáveis pela exuberância da vegetação, mesmo nas encostas de relevo mais acidentado. Por essa razão, esta característica deveria ser levada em consideração para separação dos Neossolos Litólicos em algum nível taxonômico.

**Tabela 2.** Características morfológicas de Neossolos e Vertissolos da ilha de Fernando de Noronha (PE).

Horizonte	Espessura (cm)	Cor; textura; estrutura; poros; consistência (seco, úmido e molhado) e transição
<b>Perfil 1 – Neossolo Litólico Fragmentário chernossólico</b>		
A1	0-15	bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmido); argila; moderada pequena a média granular e blocos subangulares; muitos poros; friável, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.
A2	15-30	bruno-escuro (7,5YR 3/4, úmido); argila; moderada pequena a média blocos subangulares; poros comuns; firme, plástica e pegajosa; transição abrupta e plana.
R/C	-	matações de basalto em mistura com pequena quantidade de material de solo pouco intemperizado (C).
<b>Perfil 2 – Neossolo Regolítico Psamítico bioclástico-carbonático</b>		
Ak	0-20	bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido); areia; grãos simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana.
Ckn1	20-50	bruno-claro acinzentado (10YR 6/3, úmido); areia; grãos simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição difusa e plana.
Ckn2	50-150+	bruno-claro acinzentado (10YR 6/3, úmido); areia; grãos simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa.
<b>Perfil 3 – Vertissolo Cromado Sódico gleico</b>		
Apn	0-14	bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmido), bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, seco); argila; moderada pequena e média granular; muitos poros; dura e muito dura, firme e muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição clara e plana.
Acn	14-32	bruno (10YR 5/3, úmido), mosqueado abundante pequeno a médio distinto bruno-forte (7,5YR 4/6, úmido); muito argilosa; fraca média blocos angulares; poucos poros; extremamente dura, muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição clara e plana.
Cvn	32-53	bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido), mosqueado pouco, pequeno e distinto bruno-forte (7,5YR 5/8, úmido); muito argilosa; forte muito grande prismática; superfícies de fricção comuns e moderadas; poucos poros; extremamente dura, extremamente firme, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.
Cvng1	53-95	bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido), mosqueado comum, médio e distinto bruno-acinzentado (2,5Y 5/2, úmido); muito argilosa; forte muito grande prismática; superfícies de fricção comuns e fortes; poucos poros; extremamente firme, muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.
Cvng2	95-155	bruno-oliváceo-claro (2,5Y 5/4, úmido), mosqueado comum, médio e distinto bruno-acinzentado (2,5Y 5/2, úmido); muito argilosa; forte muito grande prismática; superfícies de fricção comuns e fortes; poucos poros; extremamente dura, extremamente firme, muito plástica e muito pegajosa.
<b>Perfil 4 – Vertissolo Cromado Órtico solódico</b>		
Ap	0-15	bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido), mosqueado comum, pequeno e proeminente cinzento muito escuro (5YR 3/1) e pouco, pequeno e proeminente vermelho-amarelado (5YR 5/8); argila; fraca média a grande blocos subangulares; pouco poros; extremamente dura, extremamente firme, muito plástica e muito pegajosa; transição clara e ondulada (10-30cm).
Cvn1	15-40	bruno-claro acinzentado (10YR 6/3, úmido), mosqueado abundante, pequeno e distinto bruno forte (7,5YR 5/6) e comum, pequeno e proeminente vermelho-amarelado (5YR 5/8); muito argilosa; pouco poros; extremamente dura, extremamente firme, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.
Cvn2	40-95	bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, úmido), mosqueado abundante, pequeno e distinto bruno forte (7,5YR 5/6) e pouco, pequeno e proeminente vermelho-amarelado (5YR 5/8); muito argilosa; superfícies de fricção comuns e moderadas; poucos poros; extremamente firme, muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.
Cvn3	95-150+	bruno-claro acinzentado (10YR 6/3, úmido), mosqueado pouco, médio e distinto bruno (7,5YR 5/4); muito argilosa; superfícies de fricção abundantes e fortes; pouco poros; extremamente firme, muito plástica e muito pegajosa.



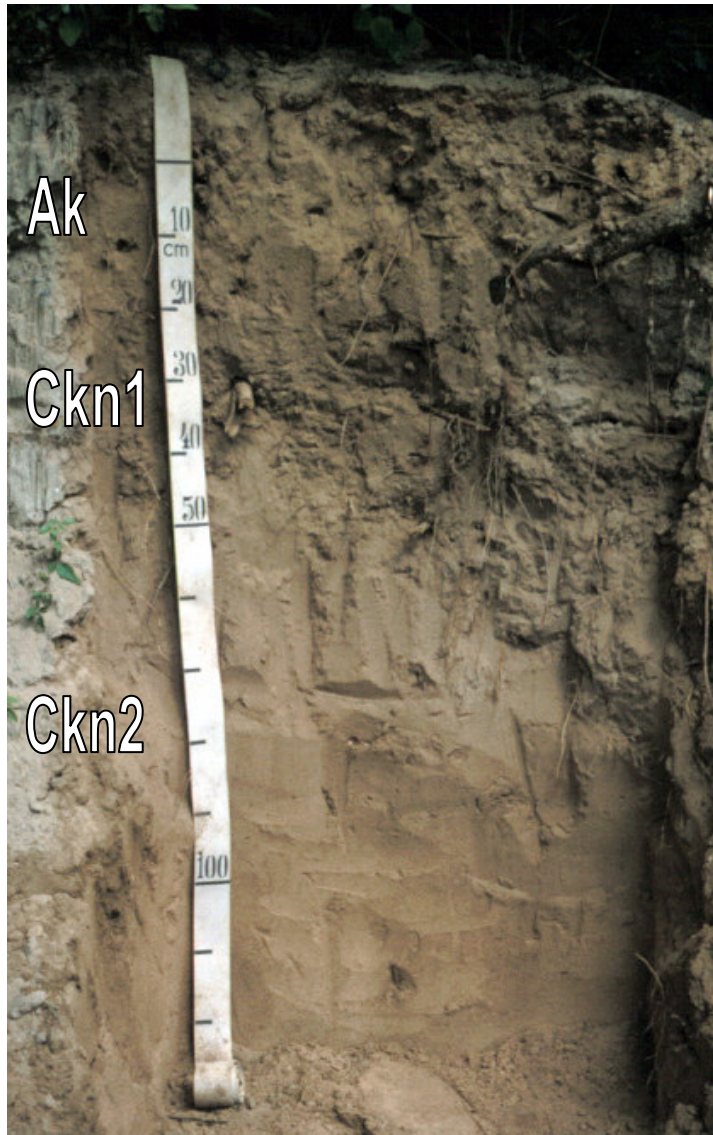


**Figura 3.** Perfil 1 – Neossolo Litólico **Fragmentário** chernossólico.

Não obstante, foi verificado também em Fernando de Noronha a ocorrência de solos que apresentam o horizonte superficial A assente diretamente sobre um saprolito de rocha branda ou parcialmente intemperizada (Cr), com contato lítico a profundidades maiores de 50 cm, excedendo a profundidade admitida para os Neossolos Litólicos (Ribeiro et al., 2003). Tais solos, conforme o texto atual do SiBCS (EMBRAPA, 1999) seriam enquadrados na subordem dos Neossolos Regolíticos, cujos indivíduos reconhecidos apresentam, geralmente, um grau de desenvolvimento ligeiramente mais avançado, com atributos morfológicos diferentes e seqüência de horizontes A – C – R. A ocorrência de Neossolos com seqüência de horizontes A – Cr – R, com contato lítico a uma profundidade maior que 50 cm, levanta a discussão sobre a necessidade da criação de uma nova subordem nos Neossolos.

O Neossolo Regolítico (Figura 4), desenvolvido em áreas quaternárias próximas do mar, é profundo e excessivamente drenado com seqüência de horizontes do tipo Ak – Ckn1 – Ckn2. Apresenta textura uniforme e arenosa em todo o perfil, cujas partículas integrantes são constituídas, em sua maior parte, por grãos psamíticos bioclásticos. Estes grãos são, de acordo com Teixeira et al. (2003) fragmentos de corais, conchas, foraminíferos e ouriços, além de poucos minerais silicatados ou metálicos e raros fragmentos de rochas (Teixeira et al., 2003). Nesses solos formam-se horizontes superficiais do tipo A fraco, caracterizado pela estrutura em grãos simples, sem pegajosidade, nem plasticidade e cor clara, variando entre bruno-amarelado escuro (10YR 4/4) no horizonte superficial, até bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3) nas camadas subsuperficiais.

O fato da fração areia destes solos ser constituída, essencialmente, por grãos bioclásticos carbonáticos decorre do processo de formação das zonas costeiras, as quais guardam uma estreita relação com os movimentos de transgressão e regressão do mar em tempos pretéritos e, conseqüentemente, com a deposição destes sedimentos calcários sobre continentes e arquipélagos vulcânicos (Gomes, 2004, p.5).



**Figura 4.** Perfil 2 – Neosolo Regolítico Psamítico **bioclástico-carbonático**.

Giannini et al. (2003, p.286) relatam que cerca de 20% das costas litorâneas do planeta, inclusive trechos do litoral do Nordeste brasileiro, são formados por sedimentos pobres em quartzo e ricos em minerais de origem albioquímica e autóctone, de composição química carbonática, em que podem estar presentes sulfatos, fostatos, nitratos e sais halóides. O mesmo autor reforça que os depósitos sedimentares carbonáticos formam-se, preferencialmente, em regiões de baixa latitude, sob clima quente e seco, sem, contudo, ter a participação predominante de materiais silicáticos.

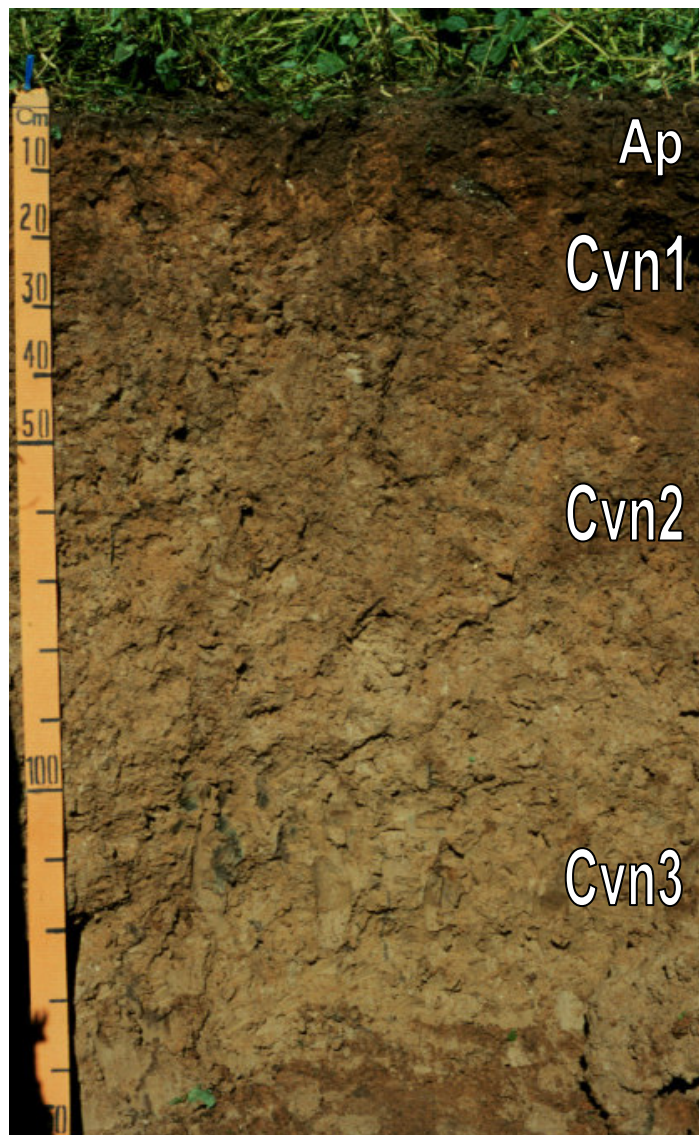
O Arquipélago reúne todas essas condições particulares, além de contabilizar o aporte de vasas de foraminíferos, organismos comuns nas águas quentes marinhas capazes de concentrarem carbonatos.

Neossolos formados de depósitos sedimentares calcários marinhos, como os desenvolvidos em Fernando de Noronha, apresentaram dificuldades para seu adequado posicionamento no SiBCS (EMBRAPA, 1999), já que possuem características excepcionais. Conseqüentemente para esses solos, o SiBCS não previu um termo que poderia ser convenientemente empregado no 4<sup>o</sup> nível hierárquico (subgrupo). Diante do exposto, aconselha-se neste trabalho a criação do subgrupo bioclástico-carbonático, dentro do grande grupo dos Neossolos Regolíticos Psamíticos. O termo carbonático se justifica pelos expressivos teores de carbonato de cálcio em todo o perfil (Tabela 7). No que tange ao vocábulo bioclástico, este refere-se àquele material derivado de estruturas de suporte ou proteção de animais ou plantas, inteiras ou fragmentadas (Gary et al., 1973 p.73).

A ocorrência desses tipos de solos não é, provavelmente, uma exclusividade de Fernando de Noronha, tendo em vista que alguns leitos de rios, os quais drenam formações rochosas carbonáticas no continente, serem constituídos predominantemente de bioclastos, resultantes do transporte mecânico de cápsulas carbonáticas, como aqueles da região de Bonito-MS (Giannini, 2003, p.288).

Os Vertissolos Cromados (Figuras 5 e 6) estudados têm em comum o fato de serem imperfeitamente a mal drenados, podendo sofrer alagamento superficial no período das chuvas. São solos profundos (150 cm), de consistência molhada e úmida, respectivamente, muito plástica, muito pegajosa e extremamente firme. Além disso, apresentam mosqueado pouco, comum a abundante, pequeno a médio e distinto, entre vermelho-amarelado (5YR 5/8) e bruno-acinzentado (2,5Y 5/2). Os horizontes vérticos desses perfis apresentam feições típicas, como superfícies de

fricção (slickensides) comuns a abundantes, moderadas a fortes, acrescidas da textura muito argilosa. O Vertissolo Cromado Órtico solódico (perfil 4)(Figura 5) tem seqüência de horizontes do tipo Ap – Cvn1 – Cvn2 – Cvn3. Enquanto o Vertissolo Cromado Sódico gleico (perfil 3)(Figura 6), com estrutura forte muito grande prismática e indícios de gleização a 53 cm de profundidade, possui a seguinte seqüência: Apn – ACn – Cvn - Cvng1 - Cvng2.



**Figura 5.** Perfil 4 – Vertissolo Cromado Órtico solódico.



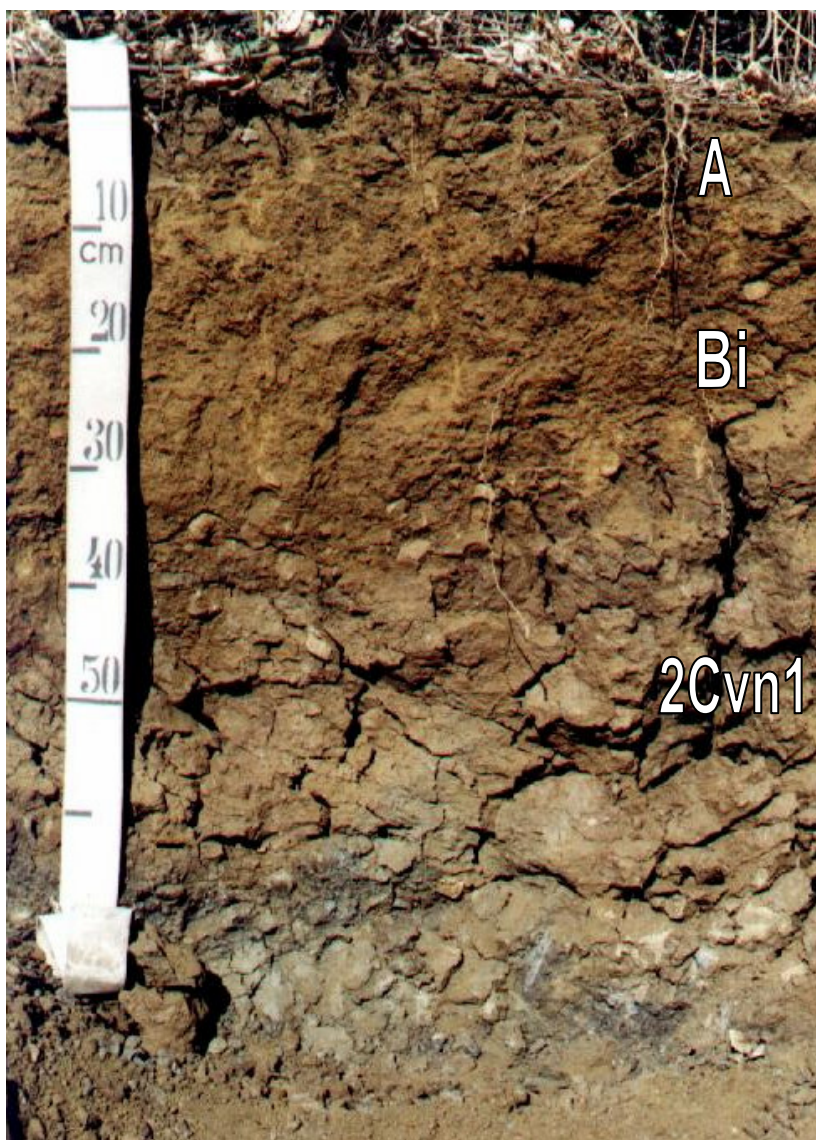
**Figura 6.** Perfil 3 – Vertissolo Cromado Sódico gleico.

As propriedades morfológicas dos Cambissolos Háplicos, por sua vez, são bastante heterogêneas, conseqüência, principalmente, da herança dos distintos materiais rochosos vulcânicos que contribuíram para o seu material de origem. Suas principais características morfológicas encontram-se resumidas na Tabela 3 e ilustradas nas Figuras 7, 8 e 9.

Deste modo o Cambissolo vértico (perfil 5) apresenta seqüência de horizontes do tipo A – Bi – 2Cvn1 – 2Cvn2, é profundo com descontinuidade litológica a cerca de 40 cm da superfície. A parte superior desses solos apresenta horizontes argilosos e permeáveis derivados, possivelmente, de materiais basálticos, que transitam ondulada e abruptamente, para horizontes subsuperficiais vérticos (2Cvn1 – 2Cvn2) muito argilosos e impermeáveis, produtos da decomposição dos tufos (Figura 7).

**Tabela 3.** Características morfológicas de Cambissolos da ilha de Fernando de Noronha (PE).

Horizonte	Espessura (cm)	Cor; textura; estrutura; poros; consistência (seco, úmido e molhado) e transição
<b>Perfil 5 – Cambissolo Háptico Sódico vértico</b>		
A	0-11	bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido); argila; fraca pequena a média granular e blocos subangulares; muitos poros; dura, firme, plástica e pegajosa; transição abrupta e plana.
Bi	11-43	bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido); muito argilosa; moderada muito pequena a pequena blocos subangulares; muitos poros; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição abrupta e ondulada (25-35 cm).
2Cvn1	43-68	bruno-amarelado (10YR 6/6, úmido); muito argilosa; forte grande e muito grande prismática, composta de forte média a grande blocos angulares; superfícies de fricção abundantes e moderadas; poucos poros; extremamente dura, muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição abrupta e ondulada (20-45 cm).
2Cvn2	68-95	bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, úmido); muito argilosa; forte grande e muito grande prismática, composta de forte média a grande blocos angulares; superfícies de fricção abundantes e moderadas; poucos poros; extremamente dura, extremamente firme, muito plástica e muito pegajosa; transição clara e plana.
<b>Perfil 6 – Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico</b>		
A	0-15	bruno-escuro (10YR 3/3, úmido) e bruno (10YR 5/3, seco); argila; forte pequena granular; muitos poros; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana
BA	15-40	bruno-forte (7,5YR 5/8, úmido); franco-argilosa com cascalho; fraca pequena blocos subangulares, com aspecto maciço poroso pouco coeso; muitos poros; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
Bin1	40-90	amarelo-avermelhado (7,5YR 6/8, úmido); franco-argilosa com cascalho; fraca pequena blocos subangulares, com aspecto maciço poroso pouco coeso; muitos poros; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.
Bin2	90-130	bruno-amarelado (10YR 5/8, úmido); franco-argilosa; maciça porosa pouco coesa; muitos poros; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
B/C	130-195+	bruno-forte (7,5YR 5/8, úmido), mosqueado comum, pequeno e distinto bruno muito claro acinzentado (10YR 7/4); franco-argilosa; maciça porosa pouco coesa; muitos poros; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.
<b>Perfil 7 – Cambissolo Háptico Eutroférico típico</b>		
Ap	0-21	bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmido) e bruno-escuro (7,5YR 4/3, seco); muito argilosa; moderada pequena a média granular e fraca pequena blocos subangulares; muitos poros; muito dura, friável, muito plástica e pegajosa; transição clara e plana.
BA	21-46	bruno-escuro (10YR 3/4, úmido); muito argilosa; fraca pequena a média blocos subangulares; poros comuns; muito dura, friável, muito plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
Bi	46-82	bruno (7,5YR 4/4, úmido); argila; moderada pequena a média blocos subangulares; muitos poros; friável, muito plástica e pegajosa; transição clara e ondulada (26-42cm).
B/C	82-130	bruno (7,5YR 4/4, úmido) mosqueado comum, médio a grande e proeminente preto (N 2/0); franco-argilosa; fraca pequena a média blocos subangulares; poros comuns; firme, plástica e pegajosa; transição gradual e plana (26-42cm).
Cn1	130-200	bruno (7,5YR 4/4, úmido) mosqueado comum, médio a grande e proeminente preto (N 2/0) e pouco, pequeno e distinto bruno claro (7,5YR 6/4); franco-argilosa; fraca pequena a média blocos subangulares; poros comuns; firme, plástica e pegajosa; transição clara e plana.

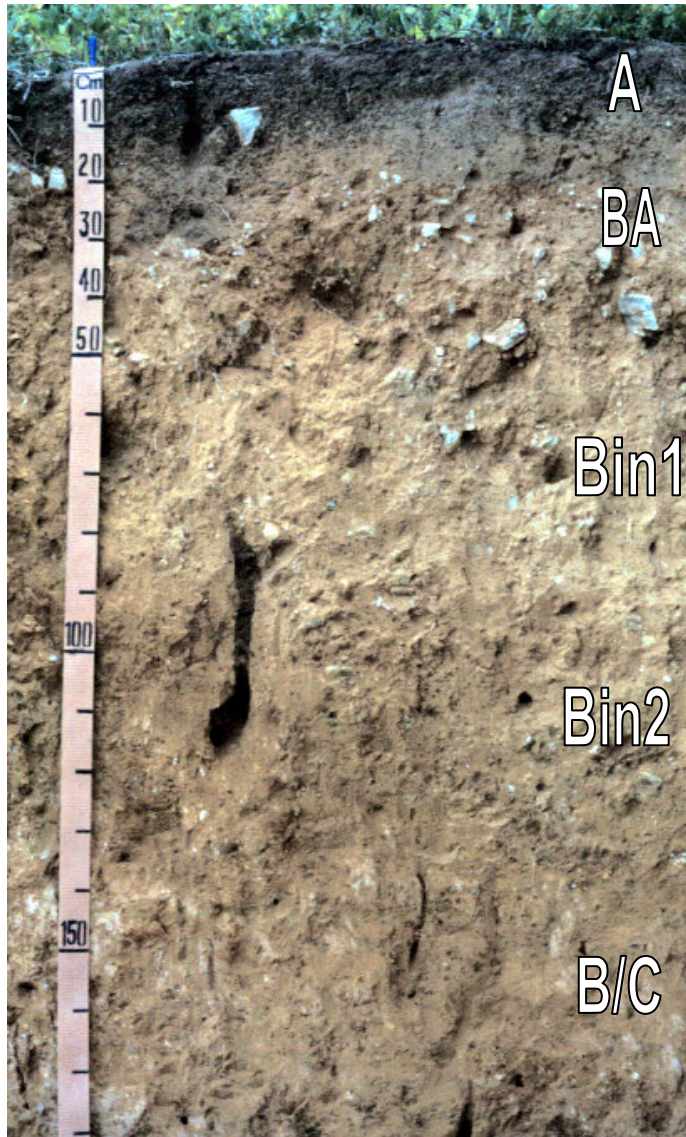


**Figura 7.** Perfil 5 – Cambissolo Háplico Sódico vértico.

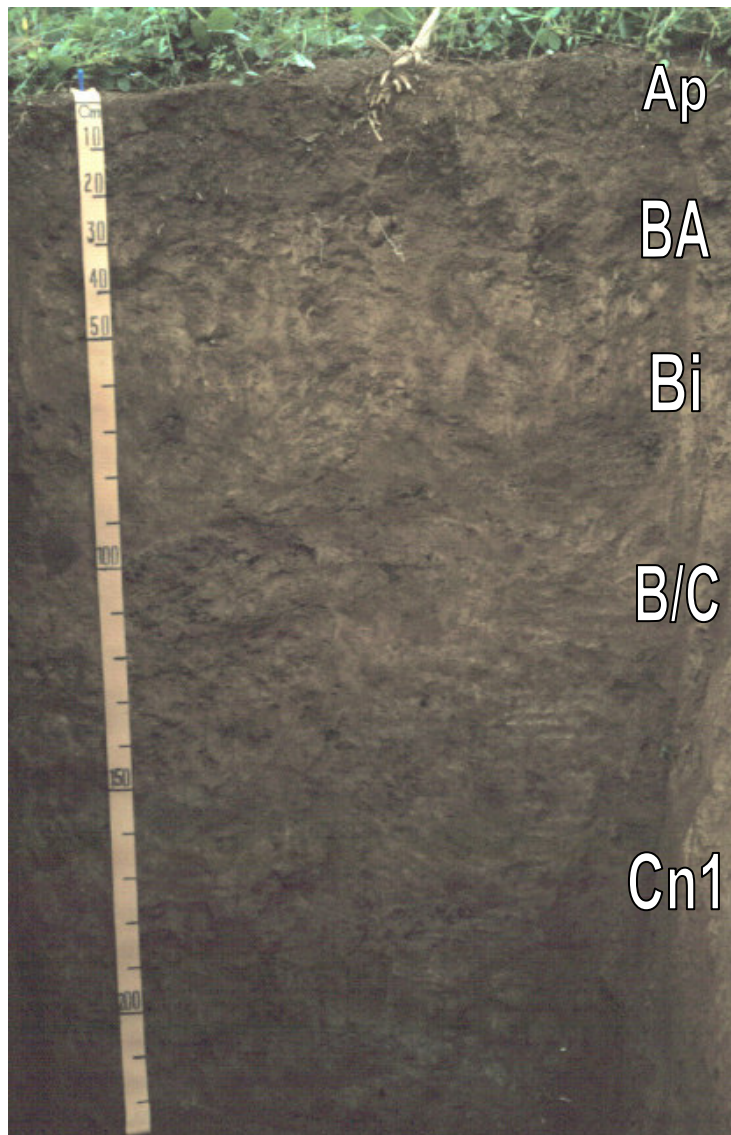


O Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (perfil 6), derivado da intemperização dos fonolitos, apresenta perfil profundo a muito profundo na dependência da posição na encosta, sendo pedregoso e rochoso ao longo de todo o perfil, principalmente nos horizontes superficiais. Apresenta seqüência do tipo A – BA – Bin1 – Bin2 – B/C, cores vivas, nos matizes 7,5YR e 10YR, com valores e cromas iguais ou superiores a cinco, e consistência úmida muito friável nos horizontes inferiores, inclusive no B incipiente (Figura 8).

O perfil 7, Cambissolo Háplico Eutroférico típico, é resultante da ação da pedogênese sobre rochas basálticas, abrange solos argilosos a muito argilosos profundos a muito profundos, não rochosos, nem pedregosos, porém, de cores mais escuras com valor e croma igual ou inferior a quatro, consistência úmida friável a firme, e seqüência de horizontes: Ap – BA – Bi – B/C – Cn1 (Figura 9).



**Figura 8.** Perfil 6 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico.



**Figura 9.** Perfil 7 – Cambissolo Háplico Eutroférico típico.

#### 4.4 Atributos Físicos

Os solos da ilha de Fernando de Noronha, particularmente os Neossolos e Vertissolos, possuem características físicas muito peculiares, guardando estreita e nítida correspondência com os atributos morfológicos anteriormente citados

O Neossolo Litólico descrito possui uma relação silte/argila alta, superior a 0,73, que aliada a grande quantidade de calhaus e cascalhos presentes no volume do solo, corrobora seu incipiente grau de desenvolvimento pedogenético (Tabela 4). Adicionalmente, esse Neossolo apresenta textura argilosa no horizonte A e elevados teores de argila dispersa em água. A alta dispersão e, por conseguinte, o baixo grau de floculação neste solo deve-se, provavelmente, a elevada atividade das argilas, somadas aos elevados teores de magnésio existentes no complexo sortivo. Valores de dispersão de argila similares foram constatados por Miranda & Ferreira (1999) num solo com horizonte A chernozêmico desenvolvido na Zona da Mata Norte de Pernambuco, sob características climáticas aproximadas.

O Neossolo Regolítico apresenta textura areia em todo o perfil, predominantemente constituída pela fração areia grossa (2,0 - 0,2 mm). Em decorrência, a condutividade hidráulica saturada apresenta valores altos, por volta de  $40 \text{ cm h}^{-1}$ , condizentes com a drenagem excessiva descrita no campo. Com a redução gradual dos teores de matéria orgânica em profundidade ocorre um ligeiro decréscimo nos teores de água na capacidade de campo. Inversamente, decorre um aumento natural nos valores de densidade do solo, em virtude da maior compressão sofridas pelas camadas inferiores. A densidade média das partículas é superior a  $2,65 \text{ t m}^{-3}$  e a forte efervescência da amostra ao ácido clorídrico 10% a frio, indicam a parca presença de minerais silicáticos no solo, por um lado, e apontam a composição essencialmente carbonática, por outro. Ademais, apresentam densidade média das partículas próximos aos da calcita, com valores entre  $2,76$  e  $2,90 \text{ t m}^{-3}$  (Tabela 4).

**Tabela 4.** Análises físicas de caracterização de Neossolos da ilha de Fernando de Noronha (PE)

Horizontes		Frações da amostra total			Composição Granulométrica				Argila dispersa em água	Grau de floculação	Silte Argila	Densidade		Porosidade	Atributos hídricos <sup>(1)</sup>			Condutividade Hidráulica Saturada
Símbolo	Profundidade	Calhaus > 20 mm	Cascalhos 20 – 2,0 mm	TFSA < 2,0 mm	Areia Grossa 2,0 – 0,2 mm	Areia Fina 0,2–0,05 mm	Silte 0,05–0,002 mm	Argila < 0,002 mm				Solo	Partículas		CC	PMP	Água Disponível	
cm		%			g kg <sup>-1</sup>				%	t m <sup>-3</sup>		%			cm h <sup>-1</sup>			
<b>Perfil 1 – Neossolo Litólico Fragmentário chernossólico</b>																		
A1	0-15	7	7	86	132	63	371	434	316	27	0,86	1,00	2,66	63	16,7	12,1	4,6	0,000
A2	15-30	0	7	93	203	47	316	434	363	16	0,73	1,05	2,60	60	15,5	11,9	3,6	-
<b>Perfil 2 – Neossolo Regolítico Psamítico bioclástico-carbonático</b>																		
Ak	0-20	0	0	100	571	295	47	87	37	58	0,54	1,44	2,76	48	14,8	4,7	10,1	39,567
Ckn1	20-50	0	0	100	684	243	29	44	13	71	0,64	1,61	2,87	44	12,3	1,2	11,1	70,548
Ckn2	50-150	0	0	100	612	309	33	46	6	86	0,73	1,60	2,90	45	11,9	2,6	9,3	40,153

<sup>(1)</sup>. Umidade na base gravimétrica. Capacidade de Campo medida nas tensões de 10 KPa e 33 KPa, respectivamente, para solos de textura arenosa e média ou mais fina. Ponto de Murcha Permanente medido na tensão de 1.500 KPa.

As propriedades físicas dos dois Vertissolos (Perfis 3 e 4) são bastante desfavoráveis à utilização agrônômica ou geotécnica, tendo em vista a textura muito argilosa e os fenômenos de expansão e contração da massa do solo. A relação silte/argila é baixa nesses solos, ficando entre 0,15 e 0,28 no Vertissolo Cromado Órtico solódico (perfil 4) e 0,26 e 0,56 no Vertissolo Cromado sódico gleico (perfil 3), em ambos os casos creditados aos elevados teores de argila. A elevada dispersão natural das argilas deve contribuir para uma alta densidade do solo, e a diminuição dos valores de condutividade hidráulica saturada, que se anulam em subsuperfície, ou aproximam-se disso nos horizontes superficiais (Tabela 5). Segundo Lyra (1993, p.92), a ocorrência de elevados teores de argila dispersa em água é uma característica comum a muitos Vertissolos, e contribui para aumentar seu grau de limitação de natureza física. Corrêa et al.(2003), por seu turno, também constataram em Vertissolos da região de Sousa-PB um baixo grau de floculação, o qual foi atribuído aos teores consideráveis de  $Mg^{2+}$  e  $Na^+$  trocáveis e, a presença de argilominerais expansíveis. Os valores de retenção de água observados nas tensões correspondentes à capacidade de campo e ao ponto de murcha permanente foram muito elevados alcançando seus máximos, 54,6% e 31,8%, respectivamente, no horizonte Cvng2, do Vertissolo solódico. Esse fato explica-se pela textura muito argilosa e pela presença de consideráveis quantidades de argilominerais do tipo 2:1, como do grupo das esmectitas e interestratificados irregulares com fase expansiva. Os teores de água disponível, por sua vez, variaram entre 6,6 e 14,4% no Vertissolo solódico, e entre 6,9% e 8,9% no Vertissolo gleico, indicando que os solos apresentam uma disponibilidade de água moderada. Lyra (1993, p.100) estudando sete Vertissolos com textura variando de argilosa até muito argilosa da região do Baixo Médio São Francisco no Estado da Bahia, encontrou valores de água disponível semelhantes. No que concerne às práticas conservacionistas, Oliveira (2001, p.385-386) destaca que as características vérticas representam uma séria restrição ao desenvolvimento de vegetais arbóreos, devido ao enraizamento pouco profundo, com baixo ancoramento e pouca eficiência na absorção de nutrientes. Ademais, requerem considerável força de tração para as operações de preparo do solo, que são temporariamente limitadas pela estreita faixa ótima de umidade. Como alternativas para o cultivo, o mesmo autor aponta para culturas de ciclo curto com grande proliferação de raízes e naturalmente adaptadas, como algumas gramíneas.

**Tabela 5.** Análises físicas de caracterização de Vertissolos da ilha de Fernando de Noronha (PE)

Horizontes		Frações da amostra total			Composição Granulométrica				Argila dispersa em água	Grau de floculação	Silte Argila	Densidade		Porosidade	Atributos hídricos <sup>(2)</sup>			Condutividade Hidráulica Saturada
Símbolo	Profundidade	Calhaus > 20 mm	Cascalhos 20 – 2,0 mm	TFSA <2,0 mm	Areia Grossa 2 – 0,2 mm	Areia Fina 0,2 – 0,05 mm	Silte 0,005- 0,002 mm	Argila <0,002 mm				Solo	Partículas		CC	PMP	Água Disponível	
	cm	%			g kg <sup>-1</sup>				%			t m <sup>-3</sup>		%			cm h <sup>-1</sup>	
<b>Perfil 3 – Vertissolo Cromado Sódico gleico</b>																		
Apn	0-14	-	-	81	124	126	270	480	380	21	0,56	1,08	2,66	59	34,9	24,2	6,9	0,830
ACn	14-32	-	-	69	88	84	188	640	580	9	0,29	1,44	2,67	46	38,6	25,6	7,9	0,000
Cnv	32-53	-	-	86	51	68	181	700	650	7	0,26	1,28	2,47	48	43,5	27,7	8,2	0,000
Cnvg1	53-95	-	-	81	44	60	186	710	670	6	0,26	1,29	2,56	50	48,0	28,8	8,8	0,000
Cnvg2	95-155	-	-	95	25	43	292	640	610	5	0,46	1,24	2,56	51	54,4	31,8	8,9	0,000
<b>Perfil 4 – Vertissolo Cromado Órtico solódico</b>																		
Ap	0-15	0	1	99	86	136	170	608	474	22	0,28	1,46	2,63	44	29,8	23,2	6,6	0,865
Cvn1	15-40	0	0	100	30	119	113	738	608	18	0,15	1,57	2,62	40	36,7	27,9	8,8	0,000
Cvn2	40-95	0	0	100	36	87	126	751	614	18	0,17	1,70	2,61	35	38,7	27,1	11,6	0,000
Cvn3	95-150+	0	0	100	28	115	113	745	604	19	0,15	1,78	2,62	32	43,6	29,2	14,4	0,000

<sup>(2)</sup> Umidade na base gravimétrica. Admitindo-se a Capacidade de Campo e Ponto de Murcha Permanente correspondentes às tensões de 33 KPa e 1.500 KPa, respectivamente.

As propriedades físicas do perfil 5 (Cambissolo vértico) refletem a participação de mais de um material de origem, onde os horizontes superficiais derivados de rochas basálticas apresentam uma textura variando de argilosa a muito argilosa e são bons condutores de água, enquanto os horizontes vérticos, formados a partir dos tufo, possuem textura muito argilosa e são pouco permeáveis. Não obstante, verificam-se nos horizontes vérticos uma maior retenção de água (Tabela 6), o que guarda correspondência com a quantidade e tipos de argila predominantes, bem como com o teor de sódio trocável. Tem como principal limitação ao uso, a baixa permeabilidade dos horizontes vérticos em subsuperfície, que constitui uma barreira física à percolação de água, formando lençol suspenso, de existência temporária, no período de maior concentração das chuvas.

Apresenta uma baixa relação silte/argila, devido a textura argilosa ou muito argilosa do solo. A elevada densidade das partículas, alcançando  $3,03 \text{ t m}^{-3}$ , expressa a natureza mineralógica do solo, onde as areias são dominadas por agregados/concreções ferruginosas e manganosas, além de fragmentos de rochas em vários estágios de intemperização, e as frações silte e argila, compostas por óxidos de ferro e titânio.

O Cambissolo Distrófico (perfil 6) apresenta fragmentos de rochas angulosos e subangulosos, parcialmente alterados, do tamanho de calhaus e cascalhos no permeio da massa do solo, iniciados a partir do seu horizonte superficial. Esses fragmentos são decorrentes do colúvio das áreas adjacentes mais elevadas muito importante na formação destes solos, e contribuem para valores de terra fina entre 81% e 95% no perfil. Almeida (1958, p.54) salienta como freqüentes as quedas de blocos de rochas fraturadas na região do Morro do Pico, inclusive, reforça que algumas alcançam o peso de 100 t. O mesmo autor atribui essa movimentação do material à meteorização mecânica dos fonolitos, que se reflete na marcante pedregosidade e rochosidade, superficial e ao longo do perfil.



**Tabela 6.** Análises físicas de caracterização de Cambissolos da ilha de Fernando de Noronha (PE)

Horizontes		Frações da amostra total			Composição Granulométrica				Argila dispersa em água	Grau de flocculação	Silte Argila	Densidade		Porosidade	Atributos hídricos <sup>(3)</sup>			Condutividade Hidráulica Saturada
Símbolo	Profundidade	Calhaus > 20 mm	Cascalhos 20 – 2,0 mm	TFSA < 2,0 mm	Areia Grossa 2,0-0,2 mm	Areia Fina 0,2 – 0,05 mm	Silte 0,05 – 0,002 mm	Argila < 0,002 mm				Solo	Partículas		CC	PMP	Água Disponível	
cm		%			g kg <sup>-1</sup>				%	t m <sup>-3</sup>		%			cm h <sup>-1</sup>			
<b>Perfil 5 – Cambissolo Háplico Sódico vértico</b>																		
A	0-11	-	-	86	195	62	235	508	450	11	0,46	1,25	2,86	56	31,1	24,2	6,9	11,050
Bi	11-43	-	-	80	148	35	93	724	370	49	0,13	1,30	3,03	57	27,8	22,7	5,1	15,360
2Cvn1	43-68	-	-	81	61	20	182	737	650	12	0,25	-	2,82	-	70,4	50,4	20,0	0,000
2Cvn2	68-95	-	-	60	102	21	238	639	600	6	0,37	-	2,86	-	74,8	57,3	17,5	0,000
<b>Perfil 6 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico</b>																		
A	0-15	4	1	95	144	108	283	465	273	41	0,77	0,84	2,42	65	44,0	25,7	18,3	2,222
BA	15-40	6	9	85	176	155	286	383	95	75	0,85	0,89	2,44	64	46,6	25,8	20,8	0,918
Bin1	40-90	6	13	81	237	144	338	281	138	51	1,30	0,88	2,36	63	44,2	25,1	19,1	0,612
Bin2	90-130	2	7	91	253	131	287	329	135	59	0,99	0,96	2,42	60	41,1	21,7	19,4	0,799
<b>Perfil 7 – Cambissolo Háplico Eutroférico típico</b>																		
Ap	0-21	0	0	100	62	75	207	656	329	50	0,32	1,02	2,99	66	28,4	21,5	6,9	1,678
BA	21-46	0	0	100	51	75	181	693	265	62	0,26	1,12	2,94	62	27,5	21,0	6,5	0,665
Bi	46-82	0	0	100	31	92	229	648	32	95	0,35	1,13	2,91	61	31,7	23,6	8,1	0,971
B/C	82-130	0	1	99	137	164	330	369	55	85	0,89	1,05	2,86	63	36,5	23,3	13,2	0,855
Cn1	130-200	0	0	100	71	181	348	400	67	83	0,87	1,05	2,79	62	38,7	24,1	14,6	0,702

<sup>(3)</sup> Umidade na base gravimétrica. Admitindo-se a Capacidade de Campo e Ponto de Murcha Permanente correspondentes às tensões de 33 KPa e 1.500 KPa, respectivamente.

A textura ao longo do perfil varia desde argila no horizonte superficial até franco-argilosa nos demais horizontes. Possui uma distribuição granulométrica uniforme, caracterizada pelo aumento dos valores de silte e decréscimo no conteúdo de argila em profundidade, constituindo exceção na fração argila o horizonte Bin2. Os baixos valores de densidade de partículas, situados entre 2,32 e 2,44 t m<sup>-3</sup>, devem-se a constituição mineralógica e a condição de formação do material de origem deste solo (fonolito). Pelos dados apresentados por Almeida (1958), as rochas fonolíticas do Morro do Pico apresentam, mesmo quando são, densidades semelhantes as que foram observadas para os solos delas derivadas. Particularmente neste perfil, a baixa densidade das partículas conjugada à uma alta porosidade total, chegando a 65% no horizonte superficial, contribuíram diretamente na redução da densidade do solo, inferior em todos os horizontes a 1 t m<sup>-3</sup>. Os valores de água disponível, por sua vez, são elevados em todos os horizontes, ficando situados entre 18,3 e 20,8%. A alta relação silte/argila alcançando 1,30 no horizonte Bin1, associada a existência de calhaus e cascalhos nos horizontes superficiais e subsuperficiais, apontam para graus pouco avançados de intemperismo químico desse solo.

O Cambissolo eutroférico (perfil 7) diferentemente, não apresenta fragmentos de rochas alterados no permeio do solo, o que sugere uma intemperização mais efetiva dos ankaratritos. Possui textura muito argilosa nos primeiros 82 cm, que decresce em profundidade, para franco-argilosa nos horizontes subjacentes. A relação silte/argila é baixa, situa-se entre 0,26 e 0,35 nos horizontes superiores, porém quase que triplica com a proximidade do embasamento rochoso. Valores altos de densidade das partículas, de até 2,99 t m<sup>-3</sup>, são decorrentes, como revelado pela análise mineralógica, dos agregados/concreções ferruginosas, manganosas e argilosas constituintes das areias, conjugado com a presença de fragmentos de rocha e minerais ferromagnesianos, e aos teores de óxidos de ferro e titânio integrantes das frações argila e silte, o que é compatível com a natureza da rocha do embasamento.

O grau de flocculação deste perfil apresenta percentuais mais baixos para os horizontes muito argilosos e valores elevados para aqueles de textura franco-argilosa e argila, com exceção do horizonte Bi. Esses resultados guardam semelhanças com

àqueles constatados por Araújo Filho (1992) em Cambissolos de textura argilosa e muito argilosa do Baixio de Irecê-BA.

#### **4.5 Atributos Químicos**

Os principais atributos químicos dos solos da ilha de Fernando de Noronha são apresentados nas tabelas de 7 a 9.

O Neossolo Litólico (perfil 1) possui uma reação praticamente neutra, onde os valores de pH em água são bem superiores àqueles verificados em KCl, indicando o domínio de cargas negativas no complexo de troca (Pavan & Miyazawa, 1997). Em consonância com as argilas Ta, apresenta altas soma e saturação por bases (Valor V), com predominância dos cátions magnésio e cálcio, satisfazendo os requisitos de um horizonte A chernozêmico (Tabela 7). Os elevados teores de Mg, superiores inclusive aos de Ca, derivam, sobretudo, do intemperismo dos ankaratritos, aliado, provavelmente, à influência marinha em épocas pretéritas (Almeida, 1958; Oliveira, 2003). Os teores de carbono orgânico são altos, da ordem de  $34,6 \text{ g kg}^{-1}$ , e os níveis de fósforo extraível são bastante elevados, com valores entre  $1.654$  e  $2.434 \text{ mg kg}^{-1}$ . Elevados teores de P extraíveis em Mehlich-1 levantam hipóteses quanto a origem do mesmo. Uma delas, prende-se na contribuição de dejetos de aves marinhas, em razão da quantidade de matéria orgânica presente e do fato do perfil estar localizado no terço inferior de uma encosta voltada para o mar. Adicionalmente, pode ter havido a superestimação dos valores a partir da remoção indevida de fósforo não lábil ligado ao cálcio (P-Ca), comum em solos poucos intemperizados, ricos em cálcio trocável e com reação alcalina (Novais & Smyth, 1999).

Apesar dos altos valores do fósforo e da saturação por bases, o perfil 2 (Neossolo Regolítico) é pobre quimicamente, com baixos valores de CTC e diminuta quantidade de carbono orgânico, em consequência da sua textura arenosa. Apresenta reação fortemente alcalina, corroborada pelos expressivos teores de carbonato de cálcio em todos os horizontes/camadas, situados entre  $719$  e  $754 \text{ g kg}^{-1}$  (Tabela 7).

**Tabela 7.** Análises químicas de caracterização de Neossolos da ilha de Fernando de Noronha (PE).

Hor.	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo						CTC	Valor V	m	PST	Eq.	C	N	C/N	P	Pasta Saturada			
	Água	KCl	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>										H <sup>+</sup>	CaCO <sub>3</sub>	org.	total
			_____ cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> _____									_____ g kg <sup>-1</sup> _____			mg kg <sup>-1</sup> _____			dS m <sup>-1</sup> 25°C _____			
<b>Perfil 1 – Neossolo Litólico Fragmentário chernossólico</b>																					
A1	7,1	5,7	19,6	37,9	1,17	2,04	60,7	0,0	1,1	61,8	98	0	3	52	37,78	3,34	11	1805	8,0	1,36	78
A2	7,5	5,4	17,6	45,5	1,17	2,73	67,0	0,0	0,8	67,8	99	0	4	60	9,37	1,07	9	2680	7,0	-	68
<b>Perfil 2 – Neossolo Regolítico Psamítico bioclastico-carbonático-</b>																					
Ak	8,6	7,9	4,2	1,1	0,21	0,17	5,8	0,0	0,0	5,8	100	0	3	754	7,83	0,70	11	32	8,0	0,36	33
Ckn1	8,7	8,3	2,2	0,7	0,01	0,18	3,1	0,0	0,0	3,1	100	0	6	719	3,14	0,23	14	50	8,0	0,29	26
Ckn2	8,9	8,4	1,9	0,6	0,02	0,25	2,8	0,0	0,0	2,8	100	0	9	742	2,32	0,39	6	44	8,3	0,35	24

Os Vertissolos Cromados do topo do planalto (perfis 3 e 4) da ilha de Fernando de Noronha caracterizam-se pelas elevadas soma e saturação por bases, além de apreciáveis teores de sódio nos horizontes inferiores, o que se deve, provavelmente, ao intemperismo dos tufos, constituídos por feldspatos e piroxênios sódicos e às condições de drenagem impedida.

Desta maneira, o Vertissolo solódico (perfil 4) apresenta percentagens de sódio trocável entre 6% e 15%, a partir dos 15 cm da superfície, enquanto o Vertissolo gleico (perfil 3), com drenagem mais restrita que a do primeiro, detém o caráter sódico em todos os horizontes. Os teores de C orgânico são moderados em superfície e decrescem naturalmente em profundidade (Tabela 8). Já os teores de fósforo são altos, situando-se entre 52 e 218 mg kg<sup>-1</sup> no perfil 4 (Vertissolo solódico) e, 212 a 356 mg kg<sup>-1</sup> no perfil 3 (Vertissolo gleico). As elevadas CTCs desses solos são condizentes com a composição mineralógica das frações silte e argila, composta por minerais expansivos.

**Tabela 8.** Análises químicas de caracterização de Vertissolos da ilha de Fernando de Noronha (PE).

Hor.	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo						CTC	Valor	m	PST	Eq.	C	N	C/N	P	Pasta Saturada				
	Água	KCl	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>										H <sup>+</sup>	V	CaCO <sub>3</sub>	org.	total
			cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>								%		g kg <sup>-1</sup>			mg kg <sup>-1</sup>		dS m <sup>-1</sup> 25°C		%		
<b>Perfil 3 – Vertissolo Cromado Sódico gleico</b>																						
Apn	6,9	5,7	8,3	4,5	0,31	3,83	17,0	0,0	5,3	22,3	76	0	17	18	21,19	1,77	12	270	8,3	1,8	-	
ACn	7,9	6,7	6,5	6,0	0,09	7,29	19,8	0,0	1,4	21,2	94	0	34	38	6,42	0,56	11	212	8,4	3,9	-	
Cvn	8,2	6,9	6,2	6,4	0,12	7,67	20,4	0,0	0,3	20,8	98	0	37	25	3,84	0,34	11	258	8,3	3,9	-	
Cvng1	8,8	7,4	7,2	6,3	0,39	8,30	22,2	0,0	0,0	22,2	100	0	37	33	3,63	0,34	11	356	8,7	2,3	-	
Cvng2	8,9	7,5	7,1	6,2	0,68	7,31	21,3	0,0	0,0	21,3	100	0	34	37	4,70	0,34	14	252	9,0	1,5	-	
<b>Perfil 4 – Vertissolo Cromado Órtico solódico</b>																						
Ap	6,3	4,9	10,2	7,4	0,21	0,77	18,6	0,0	2,3	20,8	89	0	4	13	13,94	1,51	9	218	7,3	0,24	63	
Cvn1	6,5	4,2	8,9	13,2	0,51	2,03	24,6	0,1	1,6	26,3	94	0	8	19	4,64	1,57	3	107	6,9	0,20	88	
Cvn2	5,5	3,6	6,7	13,3	0,36	3,45	23,7	0,3	1,3	25,4	94	1	14	13	4,16	0,54	8	78	6,3	0,53	108	
Cvn3	4,8	3,3	5,2	15,1	0,33	2,85	23,5	0,6	1,1	25,2	93	2	11	9	3,36	0,60	6	52	5,7	2,41	138	

O perfil 5, Cambissolo Háplico Sódico vértico, possui uma CTC extraordinária, alcançando  $95,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  no horizonte 2Cvn1, com predominância dos cátions  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , devendo estar diretamente relacionada com a composição esmectítica das argilas. Os valores de fósforo também são muito elevados, contudo de distribuição anômala, variando de 38 a  $1.203 \text{ mg kg}^{-1}$  (Tabela 9). Nos horizontes vérticos, possivelmente derivados dos tufos, os teores de sódio são altos, da ordem de  $14,59 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  e contribuem para uma PST superior a 15%, que define o caráter sódico. Ademais, sua descontinuidade litológica é indicada através dos resultados do ataque sulfúrico, que apresenta o caráter férrico para os horizontes superiores e mesoférrico nos vérticos.

Quimicamente o perfil 6, Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, é caracterizado pela baixa fertilidade natural, com pequenos valores para a soma e saturação por bases e altos teores de alumínio em subsuperfície, conferindo o caráter álico ao horizonte Bin2. Os teores de carbono orgânico são altos nos primeiros 90 cm e decrescem regularmente com a profundidade. Já os níveis de fósforo apresentam um comportamento anômalo, representado pela transição brusca entre os dois primeiros horizontes e os subjacentes.

O perfil 7, classificado como Cambissolo Háplico Eutroférrico típico, é dos solos estudados, aquele que reúne a maior potencialidade agrícola, em razão principalmente, dos elevados teores de cálcio e magnésio, da alta saturação por bases e da ausência de alumínio trocável. Os teores elevados de fósforo desse solo decrescem, gradativamente, em profundidade, entretanto permanecem altos nos horizontes subsuperficiais superando os  $240 \text{ mg kg}^{-1}$ . A CTC, com exceção do horizonte superficial de acumulação de matéria orgânica, aumenta com o aprofundamento do perfil, o que é condizente com a maior expressão dos interestratificados irregulares da fração argila. Por fim, os teores de óxido de ferro do ataque sulfúrico situados entre 215 e  $245 \text{ g kg}^{-1}$ , revelam o caráter férrico desse solo, herdado do material de origem de rochas básicas.

**Tabela 9.** Análises químicas de caracterização de Cambissolos da ilha de Fernando de Noronha (PE).

Hor.	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo						CTC	Valor V	m	PST	Eq. CaCO <sub>3</sub>	C org.	N total	C/N	P	Pasta Saturada				
	Água	KCl	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>										H <sup>+</sup>	pH	C.E.	θ	
			cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>								%		g kg <sup>-1</sup>		mg kg <sup>-1</sup>		dS m <sup>-1</sup> 25°C		%			
<b>Perfil 5 – Cambissolo Háplico Sódico vértico</b>																						
A	5,8	4,8	17,8	5,0	0,72	0,45	23,9	0,1	9,8	33,9	71	1	1	19	18,18	1,60	11	332	6,5	0,30	-	
Bi	6,3	4,7	9,8	6,0	0,14	0,93	16,9	0,0	7,3	24,2	70	0	4	16	4,96	0,47	11	306	6,9	0,27	-	
2Cvn1	6,4	4,7	56,1	28,6	0,05	7,12	92,0	0,0	3,5	95,5	96	0	8	29	3,55	0,35	10	38	6,9	0,71	-	
2Cvn2	6,3	4,7	22,4	14,8	0,05	14,59	51,8	0,0	1,4	53,2	97	0	27	48	2,88	0,24	12	1203	7,3	2,25	-	
<b>Perfil 6 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico</b>																						
A	5,4	4,3	4,2	4,2	0,83	0,39	9,6	0,3	5,8	15,7	61	3	2	4	46,27	3,68	13	910	6,4	0,20	64	
BA	4,9	4,0	0,7	1,5	0,11	0,22	2,6	1,9	4,1	8,6	30	43	3	0	24,06	2,13	11	1010	5,8	0,11	66	
Bin1	4,6	4,1	0,6	0,3	0,16	0,72	1,8	3,2	1,8	6,8	27	63	11	4	16,51	0,96	17	33	5,7	0,14	63	
Bin2	4,6	3,9	0,5	0,4	0,05	0,56	1,5	4,6	2,1	8,3	19	75	7	4	7,22	0,44	16	47	5,4	0,10	59	
<b>Perfil 7 – Cambissolo Háplico Eutroférico típico</b>																						
Ap	7,2	5,4	11,5	5,4	1,23	0,40	18,5	0,0	2,5	21,0	88	0	2	18	18,64	1,49	12,	370	7,5	0,17	51	
BA	6,7	5,4	8,6	4,5	0,70	0,27	14,0	0,0	1,9	15,9	88	0	2	18	5,80	0,83	7	377	7,3	0,09	54	
Bi	6,8	5,3	9,4	4,1	0,72	0,45	14,6	0,0	1,9	16,5	88	0	3	18	3,90	0,27	14	322	7,1	0,06	64	
B/C	6,8	5,2	9,0	6,1	0,64	0,91	16,6	0,0	2,1	18,7	89	0	5	19	3,34	0,19	18	240	6,7	0,12	70	
Cn1	6,7	5,1	10,4	9,4	0,45	1,61	21,8	0,0	0,0	21,8	100	0	7	20	3,68	0,37	10	264	6,7	0,28	80	



## **4.6 Atributos Mineralógicos**

### **4.6.1 Calhau e cascalho**

As frações calhau e cascalho são constituídas, essencialmente, por fragmentos de rochas em variados graus de alteração (Apêndices 1 a 7). Esses fragmentos são predominantemente angulosos a sub-angulosos, e raramente sub-arredondados a arredondados, como nos horizontes Bin1 e Bin2 do perfil 6, Cambissolo Distrófico.

### **4.6.2 Areias**

As frações areia grossa e fina do Neossolo Litólico (perfil 1) e do Cambissolo Distrófico (perfil 6), são formadas, predominantemente, por fragmentos de rochas vulcânicas parcialmente alteradas, além de feldspatos, minerais opacos (magnetita e hematita), anfibólios/piroxênios, olivina, apatita, titanita e agregados/concreções ferruginosas e manganosas. Os fragmentos apresentam-se angulosos no perfil 1 e subarredondados a arredondados no perfil 6. Grãos subarredondados e arredondados das areias do perfil 6 (Cambissolo Distrófico) estão relacionados com processos de esfoliação esferoidal, e provavelmente em menor proporção, pelo transporte de material das áreas circunvizinhas mais altas do morro do Pico.

Já no Neossolo Regolítico (perfil 2), os grânulos de areia são compostos por bioclásticos, ou seja, fragmentos de conchas de gastrópodes e bivalves, corais, foraminíferos e algas carbonáticas, em geral subarredondados, sugerindo que esses sedimentos sofreram abrasão marinha e foram transportados, mesmo que a curtas distâncias. Em menor quantidade há fragmentos de rochas vulcânicas subarredondados a arredondados, além de traços de feldspatos/feldspatóides, anfibólios/piroxênios, olivina, biotita, apatita e agregados carbonáticos.

O Cambissolo Eutroférico (perfil 7) contém agregados/concreções ferruginosas e manganosas, em geral subarredondados a arredondados; fragmentos de rochas vulcânicas e pequenas quantidades de magnetita, maghemita, piroxênios/anfibólios e feldspatos/feldspatóides.

Nos demais perfis são observados concreções manganosas, ferruginosas e argilo-ferruginosas, subarredondados a arredondados; feldspatos, esses particularmente nos Vertissolos, fragmentos de rochas em vários níveis de alteração e traços de piroxênios/anfibólios, clorita, minerais opacos e biotita. No que pertine a

mineralogia qualitativa e semi-quantitativa das areias do perfil 5, Cambissolo vértico, essa variou gradativamente em profundidade, apesar da descontinuidade litológica.

#### **4.6.3 Silte**

O Vertissolo gleico (perfil 3) apresenta uma mineralogia uniforme nos horizontes Cvng2, Cvn e Apn, composta por caulinita, mica, feldspato, quartzo, piroxênio, hematita e ilmenita (Figura 10). Apesar de não haver registros de quartzo nas rochas do Arquipélago, seus picos característicos foram também observados neste perfil, o que leva a crer que o mesmo tenha sido trazido do continente em algum período durante os cerca de 500 anos de colonização de Fernando de Noronha. Outra hipótese possível, é a importação de materiais através de processos eólicos (Sígolo, 2003, p.250).

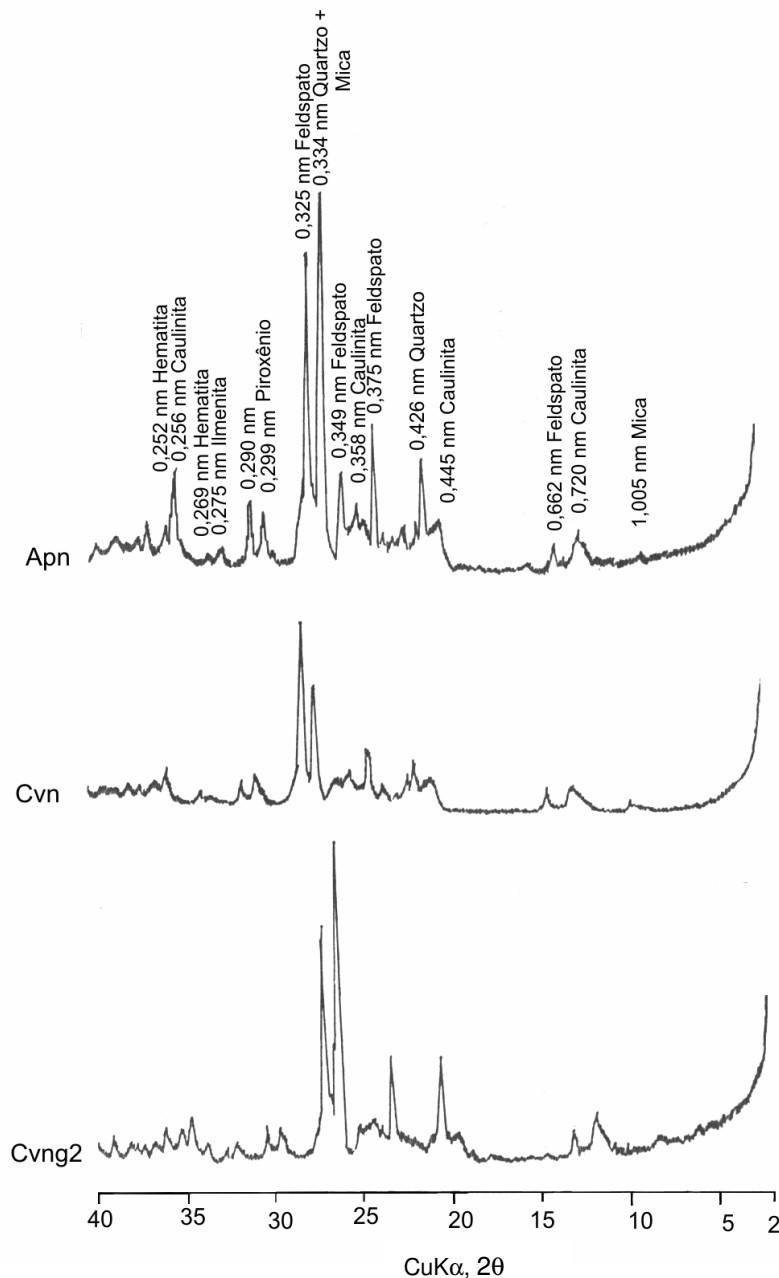
A mineralogia da fração silte do Vertissolo solódico (perfil 4) é relativamente uniforme, indicando a homogeneidade do material de origem. Os horizontes Cvn1 e Ap apresentam caulinita, mica, piroxênios, hematita e ilmenita como minerais dominantes (Figura 11). A presença do quartzo nesse perfil deve-se, possivelmente, as mesmas considerações referidas para o Vertissolo gleico.

O Cambissolo vértico (perfil 5) apresenta na camada Cr/R picos de esmectita e interestratificados irregulares, hematita, anatásio, apatita e feldspato (Figura 12). O horizonte 2Cnv2 apresenta mineralogia similar, com exceção dos feldspatos e do acréscimo do piroxênio. A existência de apatita na fração silte por um lado, e a diminuta quantidade de matéria orgânica nesse solo por outro, apontam para uma origem mineral do fósforo extraível detectado nas análises químicas.

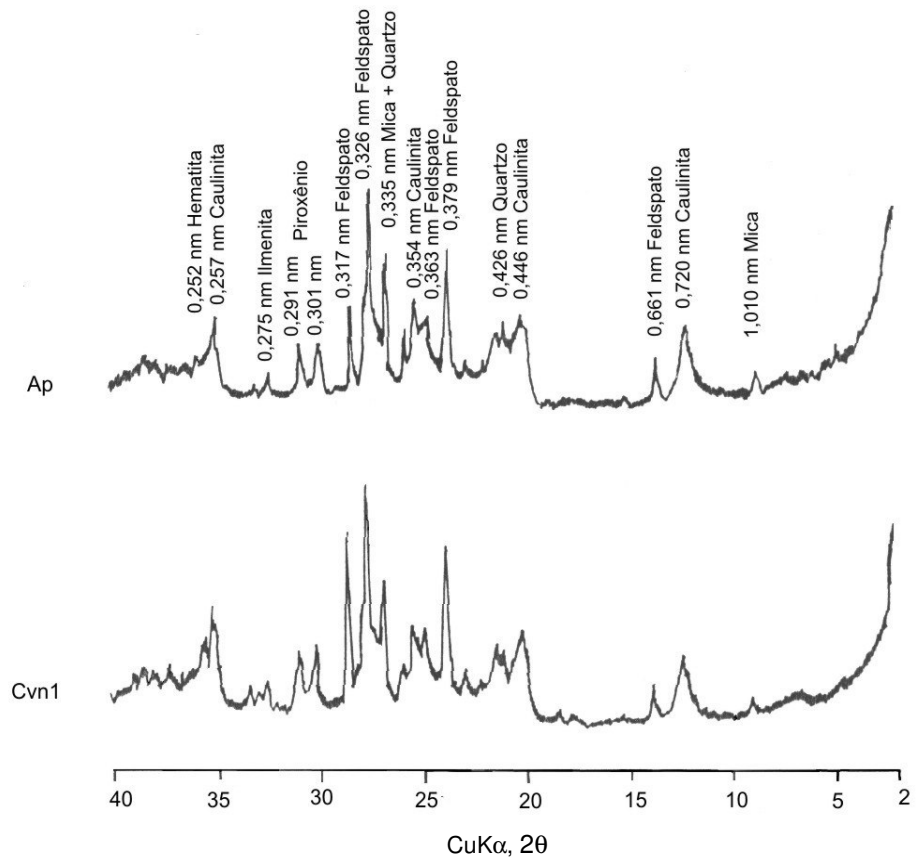
Na fração silte do horizonte Bi do Cambissolo Distrófico (perfil 6), foram identificadas gibbsita, caulinita, interestratificados irregulares e magnetita/maghemita como os principais componentes minerais (Figura 13). Comparando os horizontes do perfil, parece haver mais gibbsita no Bi do que no A, em virtude da intensidade dos picos. Adicionalmente, no horizonte A identificou-se picos de caulinita, gibbsita, feldspato, magnetita/maghemita e mica. A caulinita e a gibbsita encontradas na fração silte podem corresponder a pseudomorfos de outros minerais, principalmente feldspatos/feldspatóides, como foi observado por Pinto (1971) para solos desenvolvidos de gnaiss na região de Viçosa-MG.

O horizonte Cn1 do Cambissolo Eutroférico (perfil 7) apresenta magnetita/maghemita, interestratificados irregulares e mica como os principais minerais

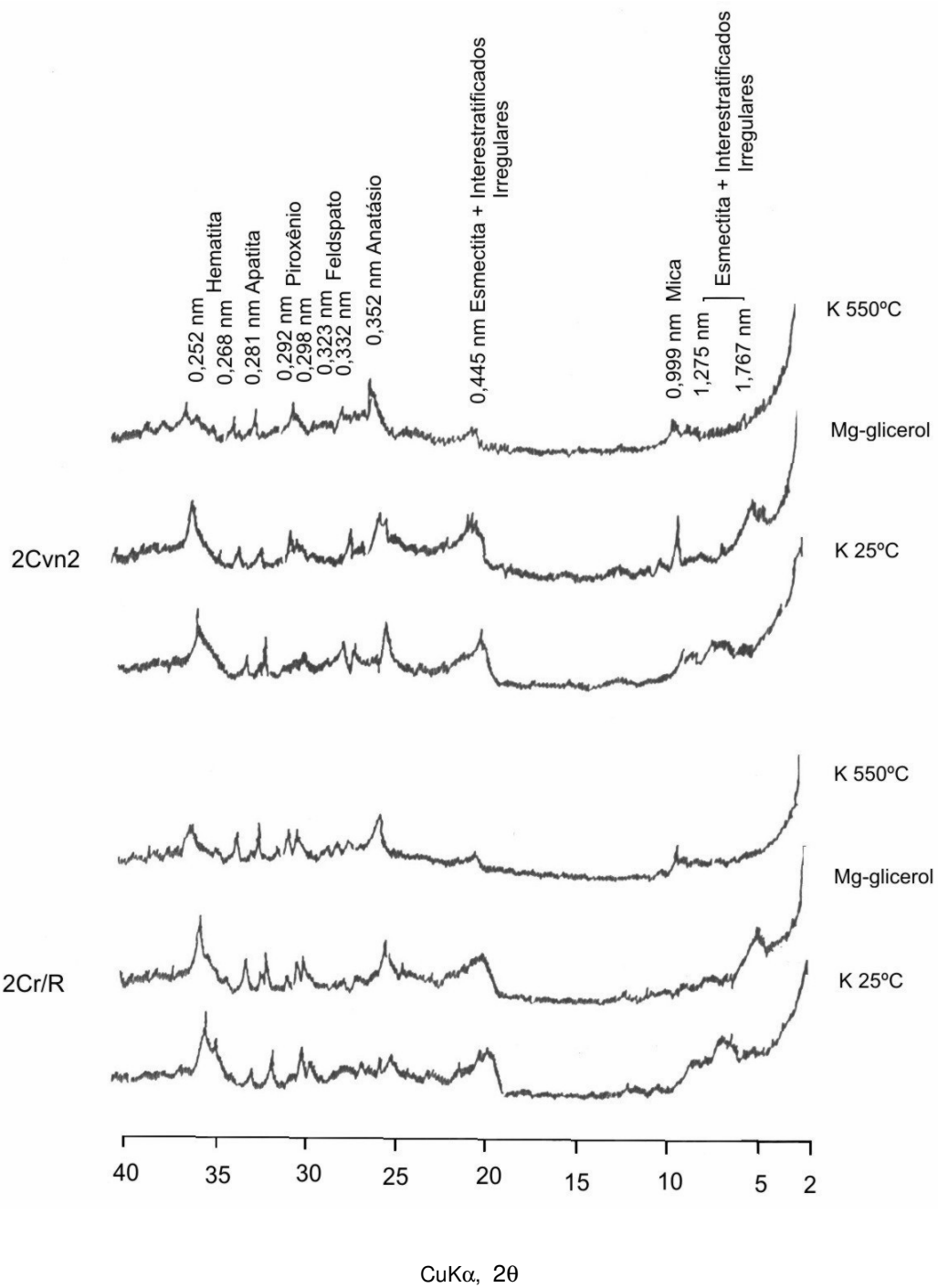
(Figura 14). Já no horizonte Bi encontram-se magnetita/maghemita, mica, caulinita e hematita. Por fim, o horizonte superficial é formado por magnetita/maghemita, hematita, mica, ilmenita, caulinita e feldspato, não sendo evidente a presença de minerais interestratificados.



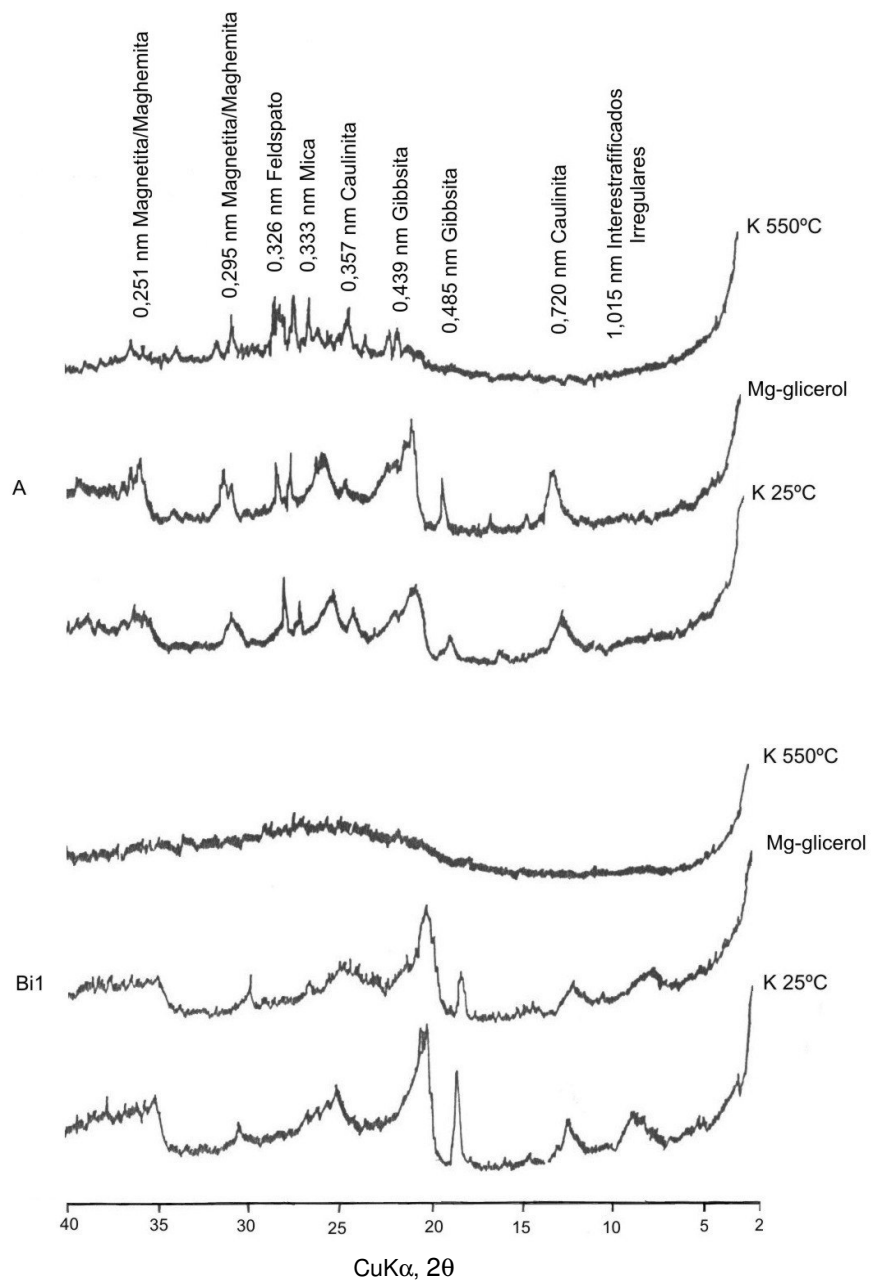
**Figura 10.** Difratogramas de raios X da fração silte (saturado com K a 25°C) do perfil 3 – Vertissolo Cromado Sódico gleico.



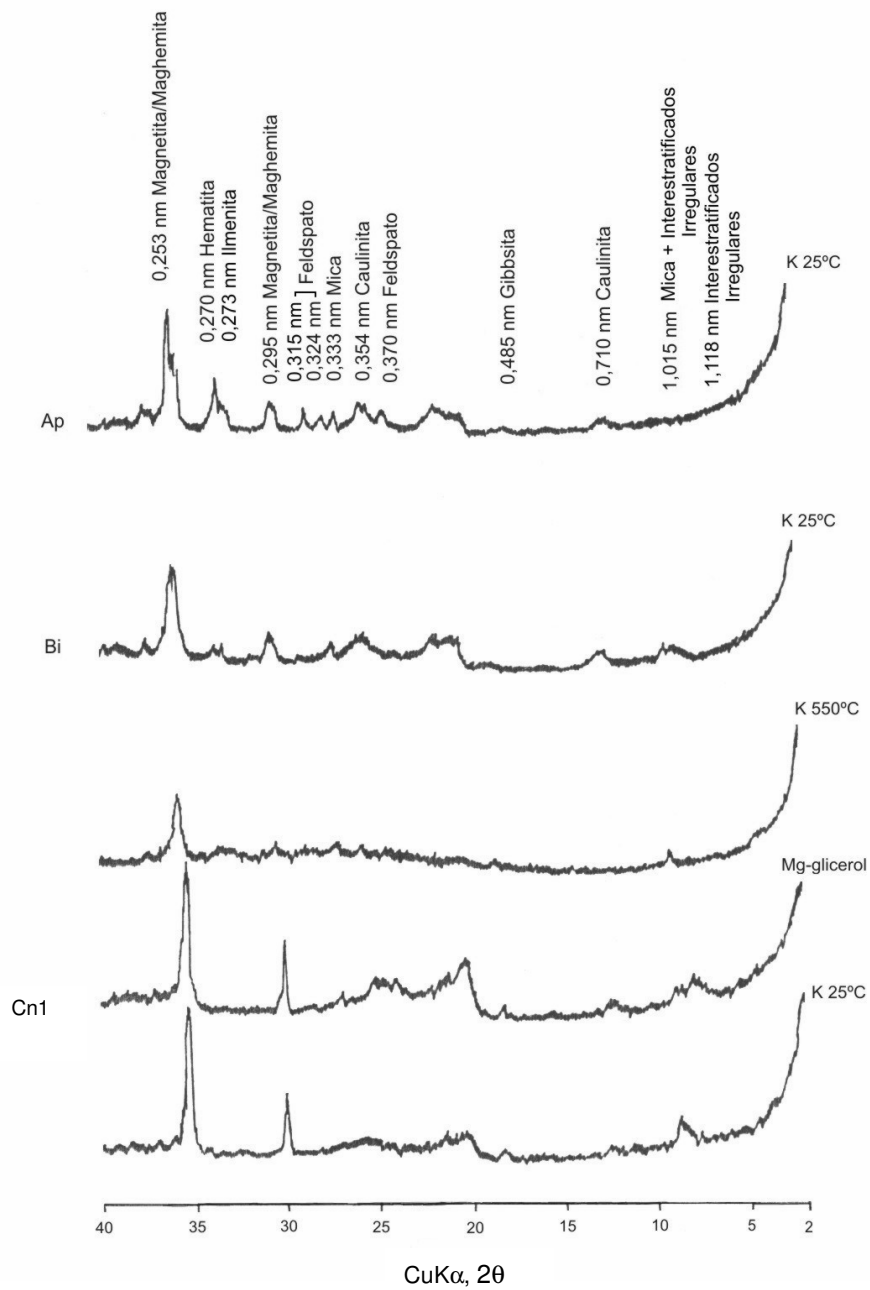
**Figura 11.** Difratogramas de raios X da fração silte (saturado com K a 25°C) do perfil 4 - Vertissolo Cromado Órtico solódico.



**Figura 12.** Difratogramas de raios X da fração silte do perfil 5 – Cambissolo Háplico Sódico vértico.



**Figura 13.** Difratoograma de raios X da fração silte do perfil 6 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico.



**Figura 14.** Difractogramas de raios X da fração silte do perfil 7 – Cambissolo Háplico Eutroférico típico.

#### 4.6.4 Argila

Minerais do grupo das caulinitas são os principais constituintes no horizonte B/C do Cambissolo Háplico Tb Distrófico (perfil 6), enquanto que os interestratificados irregulares, goethita, magnetita/maghemita encontram-se presentes em menores proporções (Figura 19). Nos horizontes A e Bin1 do referido perfil, além dos minerais já citados, identificou-se a presença de gibbsita. A maior intensidade do pico de 0,485 nm da gibbsita no horizonte Bin1 sugere sua maior participação, o que deve ser responsável pelos baixos valores dos índices  $K_i$  e  $K_r$ , e é condizente com os resultados obtidos pelo ataque sulfúrico (Apêndice 6) e com os teores mais elevados de Al trocável. Foi observado que a mineralogia qualitativa das frações silte e argila deste Cambissolo Distrófico é relativamente semelhante. Isto decorre, provavelmente, da uniformidade mineralógica do perfil, em particular das referidas frações, ou em consequência de ligeiro aporte de material siltoso na fração argila, já que as partículas apresentam uma baixa densidade, e o método de separação das frações adotado, baseado na Lei de Stokes, assume a densidade das partículas como igual a  $2,65 \text{ tm}^{-3}$ .

No que se refere ao horizonte Cn1 do Cambissolo Eutroférico (perfil 7), predominam os argilominerais caulinita e interestratificados irregulares (Figura 20). O anatásio foi também identificado nos difratogramas após destruição da caulinita por aquecimento. Os componentes mineralógicos dos horizontes Ap e Bi são semelhantes entre si, e com o horizonte subjacente Cn1, contudo apresentam menores participações dos interestratificados irregulares. A Goethita persistiu na amostra mesmo após a extração dos óxidos através do método do ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB), podendo ser observada em todos os horizontes analisados. Isto se deve a remoção incompleta dos óxidos de Fe pelo método do DCB neste solo de caráter férrico quer por falhas no procedimento que podem ser creditadas, por exemplo, a baixa qualidade dos reagentes utilizados ou devido a elevada substituição de Fe por Al na estrutura cristalina da goethita (Jeanroy et al., 1991; Möller & Lourenço, 1994; Inda Júnior & Kämpf, 2003).

A formação de picos mais intensos na região de 2,0 nm no horizonte Cvn1 do Vertissolo solódico (perfil 4), após a solvatação com glicerol, sugere uma maior participação de esmectitas e interestratificados irregulares com fase expansiva neste horizonte do que no horizonte Ap, no qual os picos são pouco evidentes (Figura 16). Adicionalmente, observa-se que os picos que identificam a mica são mais



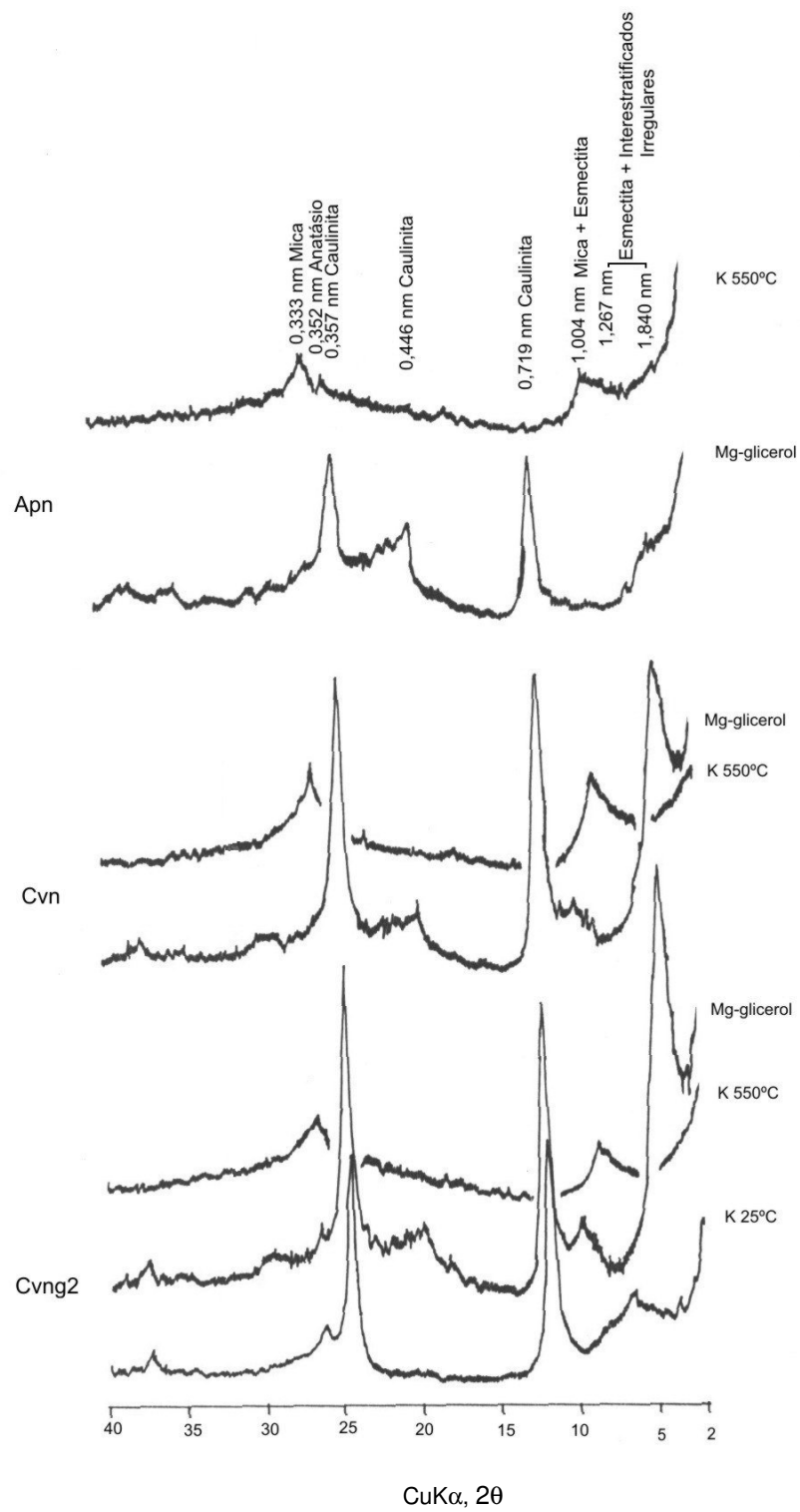
expressivos, sugerindo que os teores deste mineral sejam mais elevados neste horizonte, quando comparados com o Ap. O horizonte Ap, por sua vez, apresenta a caulinita como o argilomineral majoritário, acompanhada, pelos interestratificados irregulares, mica e feldspatos. De modo similar, o horizonte Cvn1 também apresenta caulinita como mineral dominante, seguida pelos interestratificados irregulares, mica e feldspatos.

A camada Cr/R do Cambissolo vértico (perfil 5) apresenta esmectita e interestratificados irregulares como principais minerais, como pode ser observado nas Figuras 17 e 18. Caulinita, feldspato e mica estão presentes, porém em proporções bem menores. A presença de anatásio é evidente após o aquecimento da amostra à 550°C e, conseqüentemente, destruição da caulinita. Também nesse solo, a goethita permaneceu na amostra mesmo após pré-tratamento com o DCB, indicando problemas na efetiva dissolução dos óxidos, quer sejam por falhas no procedimento de extração, quer por trata-se de goethita com elevada substituição isomórfica de Fe por Al (Jeanroy et al., 1991; Möller & Lourenço, 1994; Inda Júnior & Kämpf, 2003). No horizonte 2Cvn2, esmectita e interestratificados são os principais componentes mineralógicos, como evidenciado pelo pico de maior expressão na amostra saturada com Mg-glicerol. A distância interplanar passa de 1,299 nm na amostra saturada com K e irradiada sem aquecimento, para 1,840 nm na amostra solvatada com Mg-glicerol. Picos de mica e piroxênio aparecem em menores proporções. Da caulinita apenas o pico de 2ª ordem de 0,354 nm é evidente. O predomínio de esmectitas nos horizontes vérticos deste solo confere ao mesmo elevados valores de CTC e retenção de umidade. No horizonte A, caulinita é o mineral dominante, em contraposição, os picos de esmectita não são mais evidentes. Não obstante, a presença de picos na região de 1,299 nm na amostra saturada com K e a ausência de “background” após solvatação com glicerol, indicam a presença de interestratificados irregulares com fase expansiva. No referido horizonte superficial, mica, anatásio e goethita também estão presentes, contudo em menores proporções.

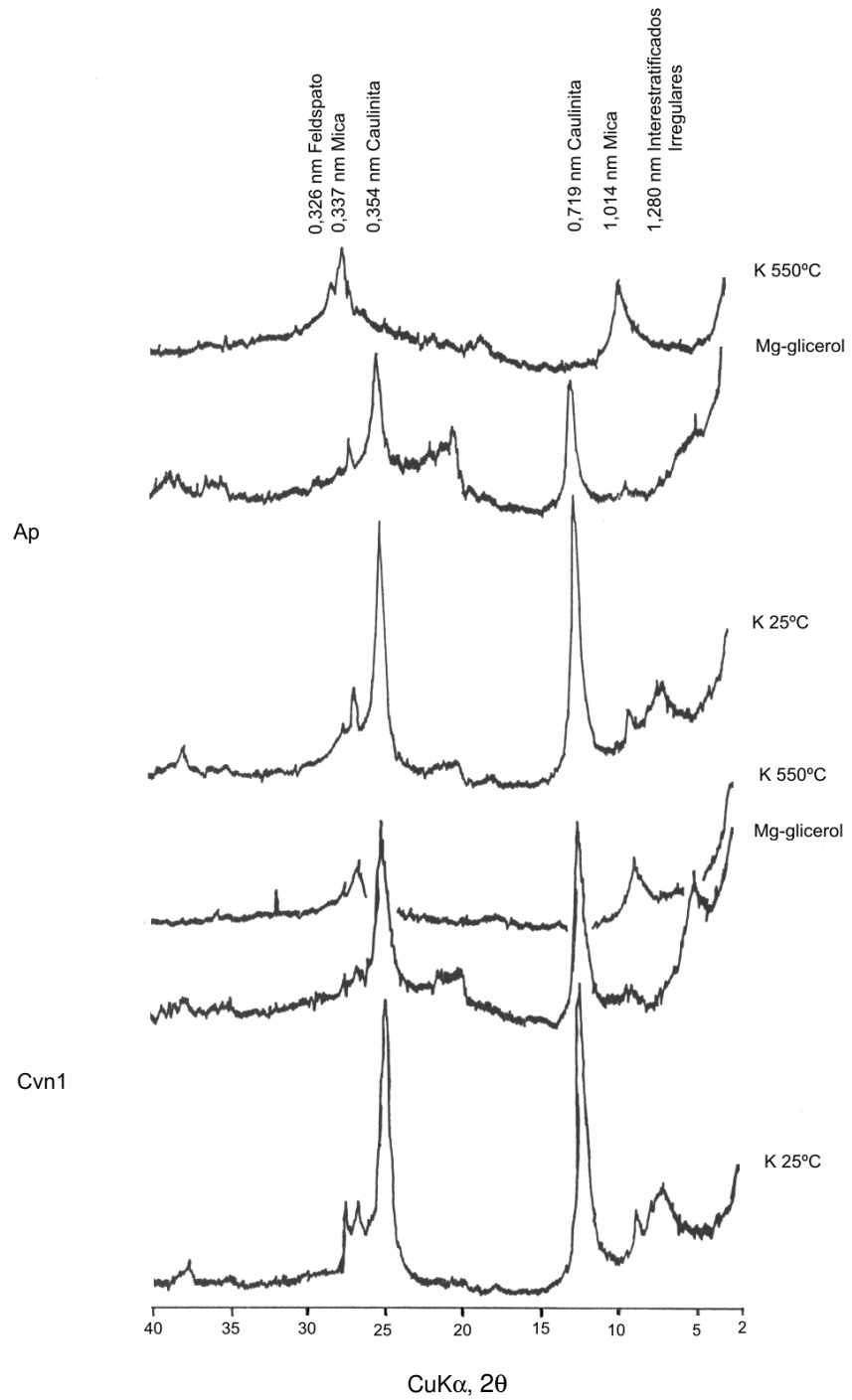
No Vertissolo gleico (perfil 3) os picos de esmectita são bem intensos no Cvgn2 e Cvn, mas diminuem de expressão em direção a superfície, já não formando picos nítidos no horizonte Apn, onde é observada apenas a ausência de “background” na região antecedente a 1,65 nm, após solvatação (Figura 15).

A maior participação de esmectita na fração argila do perfil 3 em relação ao Vertissolo solódico (perfil 4) deve-se, ao menos em parte, a drenagem mais restrita

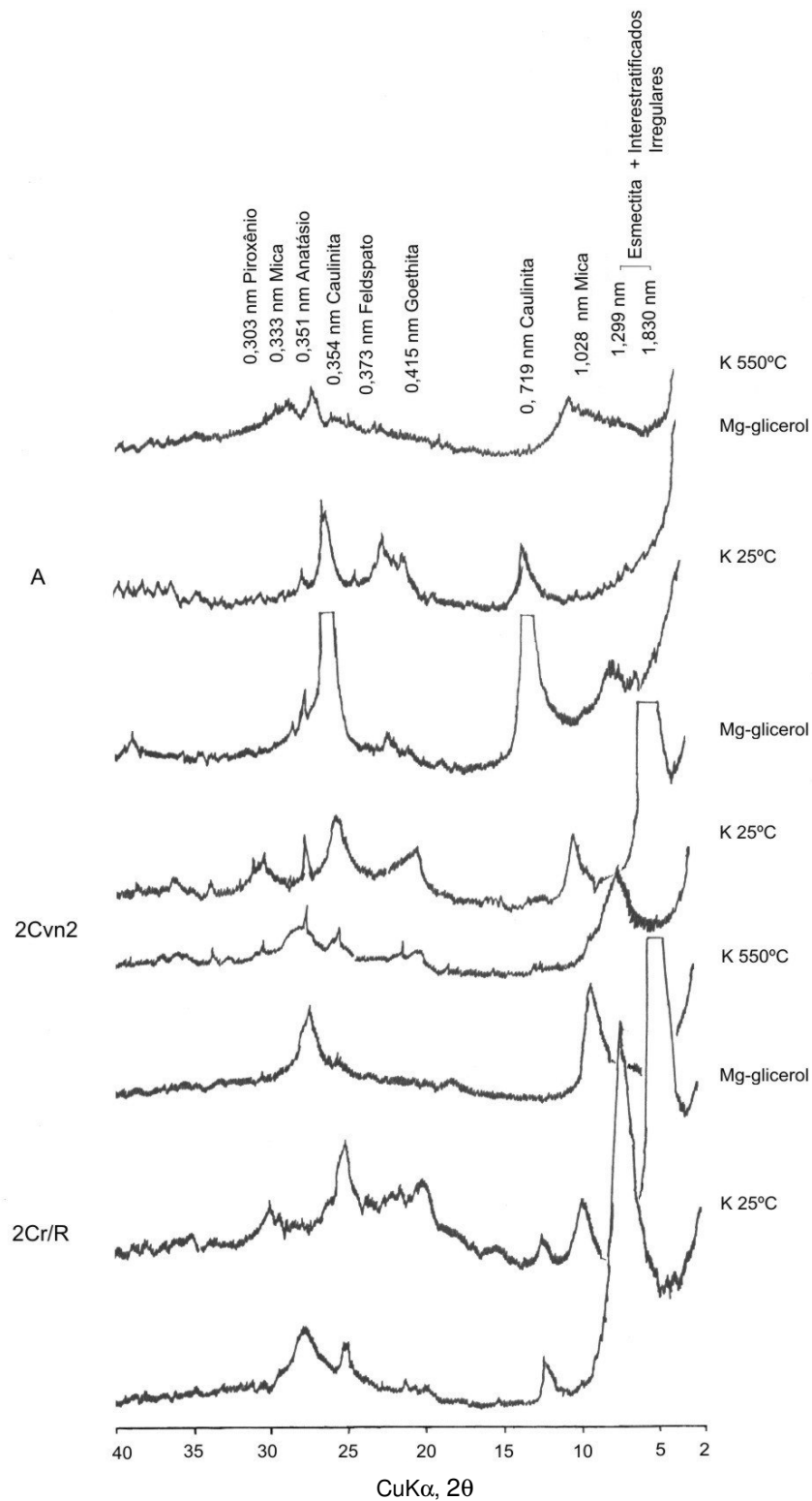
do primeiro, que situa-se numa área mais deprimida. Esta condição de má drenagem favorece o acúmulo de cátions básicos e sílica no sistema, contribuindo para a neoformação de esmectitas (Borchardt, 1977).



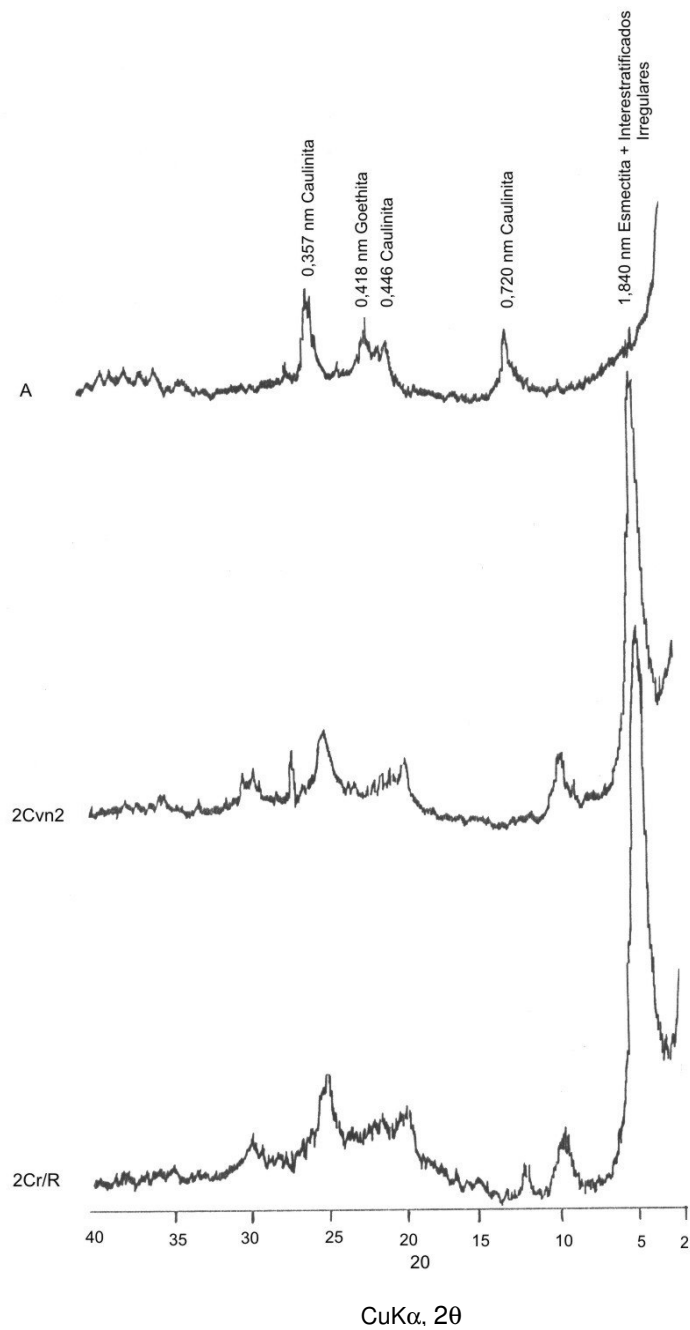
**Figura 15.** Difrátogramas de raios X da fração argila do perfil 3 – Vertissolo Cromado Sódico gleico.



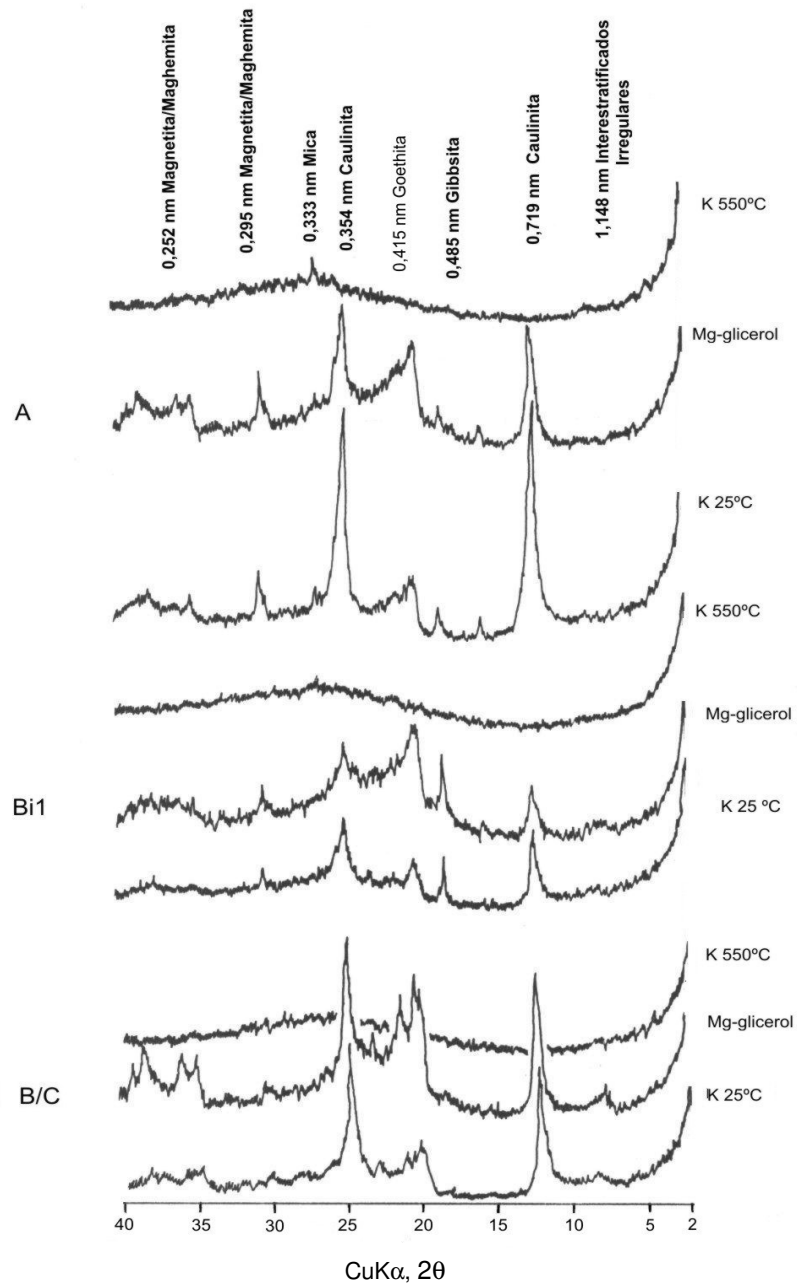
**Figura 16.** Difractogramas de raios X da fração argila do perfil 4 – Vertissolo Cromado Órtico sólido.



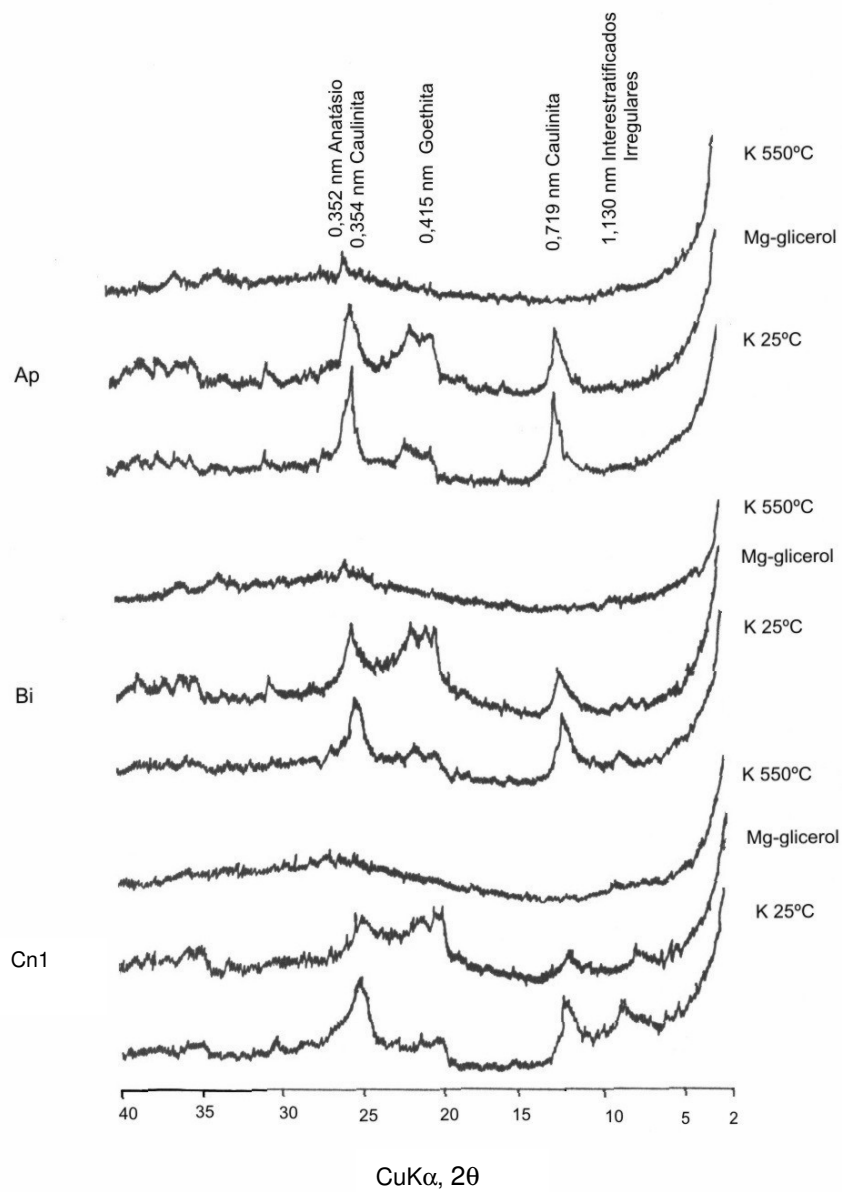
**Figura 17.** Difratoigramas de raios X da fração argila do perfil 5 – Cambissolo Háplico Sódico vértico.



**Figura 18.** Difratoformas de raios X da fração argila (saturado com Mg-glicerol) do perfil 5 – Cambissolo Háplico Sódico vértico.



**Figura 19.** Difrátogramas de raios X da fração argila do perfil 6 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico.



**Figura 20.** Difrátogramas de raios X da fração argila do perfil 7 – Cambissolo Háplico Eutroférico típico.



## 5 CONCLUSÕES

1. A relação solo-paisagem na ilha de Fernando de Noronha está intimamente relacionada com a geologia e a geomorfologia. Os solos mais desenvolvidos ocupam as posições mais preservadas do planalto e os menos intemperizados as posições rebaixadas ou de encostas, ou ainda, correlacionam-se com um material de origem recente.
2. Os Cambissolos e Vertissolos da ilha de Fernando de Noronha foram adequadamente classificados pelo SiBCS, porém os Neossolos Litólicos e os Neossolos Regolíticos não puderam ser enquadrados no SiBCS.
3. Diante das dificuldades de enquadramento dos Neossolos de ocorrência comum no Arquipélago, sugere-se a inclusão no SiBCS das seguintes classes:
  - a. O grande grupo Neossolo Litólico Fragmentário, para abranger aqueles Neossolos que apresentam contato lítico constituído por fragmentos de rocha, perfazendo mais de 90% do volume da camada R.
  - b. O subgrupo Neossolo Regolítico Psamítico carbonático-bioclástico, para englobar solos arenosos constituídos, essencialmente, por depósitos bioclásticos-carbonáticos, sejam esses de origem marinha ou não.
4. Neossolos, após inserção das sugestões de reestruturação, foram classificados como:
  - a. Perfil 1: Neossolo Litólico **Fragmentário** chernossólico, textura argilosa, fase relevo forte ondulado, substrato basalto.
  - b. Perfil 2: Neossolo Regolítico Psamítico **carbonático-bioclástico** típico, A moderado, fase relevo suave ondulado.
5. Os solos da ilha de Fernando de Noronha apresentam teores elevados a muito elevados de fósforo extraível em Mehlich 1. Esses valores, contudo, são bastante irregulares, tanto entre perfis, como entre horizontes nos perfis, o que sugere a existência de mais de uma fonte para este elemento.

## 6 BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, F. F. M. **Geologia e petrologia do Arquipélago de Fernando de Noronha**. 1958. 181 p. Departamento Nacional da Produção Mineral, Rio de Janeiro. (Monografia XIII).

\_\_\_\_\_. **Carta Geológica do Brasil: Arquipélago de Fernando de Noronha: DNPM/Divisão de Geologia e Mineralogia, 1955. Mapa color. 32,06 cm x 89,90 cm Escala 1:15.000.**

ARAÚJO FILHO, J. C. **Infiltração e disponibilidade hídrica em Cambissolos do Baixo de Irecê – Bahia** 1992. 224 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

BATISTELLA, M. **Cartografia Ecológica do Arquipélago de Fernando de Noronha**. São Paulo, 1993. 236 f. Dissertação (Mestrado Instituto de Biociências) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

BORCHARDT, G. A. Montmorillonite and other smectite minerals In: DIXON, J. B.; WEED, S. B. **Minerals in soil environments**. 2. ed. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America, 1977, chapter 9, p. 293-321.

BROWN, G.; BRINDLEY, G.W. **X-ray Diffraction Procedures for clay mineral Identification** In: BRINDLEY, G.W; BROWN, G. London: Mineralogical Society, 1980 chapter 5, p. 305-360.

CORRÊA, M. M.; KER, J. C.; MENDONÇA, E. S.; RUIZ, H.A.; BASTOS, R. S. Atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos da região das várzeas de Souza (PB) **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa v. 27, p. 311-324. 2003.

CURI, N.; LARACH, J. O. I., KÄMPF, N.; MONIZ, A. C.; FONTES, L. E. F. **Vocabulário de Ciência do Solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. 90 p.

DIXON, J. B.; WEED, S. B. **Minerals in soil environments**. 2. ed. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America, 1977. 1244 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Mapa de Solos do Brasil** Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLCS:1981, Mapa color., 93,50 cm x 121,40 cm Escala 1:5.000.000.

\_\_\_\_\_. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

\_\_\_\_\_. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília:EMBRAPA-SPI, 1999. 412 p.

GARY, M.; McAFEE Jr., R.; WOLF, C. L. **Glossary of Geology**. Washington: American Geological Institute, 1973. 805 p.

GIANNINI, P.C.F. Depósitos e Rochas Sedimentares In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de; FAIRCHILD, T.R. ; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003, Cap. 14, p. 285-304.

GOMES, A. E. P. Antigas praias do Brasil. **Jornal do Comércio**, Recife, 27 fev. 2004. Ciência/ Meio Ambiente p. 5.

GRIM, R. E. **Clay mineralogy**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1968. 596 p.

INDA JÚNIOR; A. V. & KÄMPF; N. Avaliação de procedimentos de extração dos óxidos de ferro pedogênicos com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa v. 27, p. 1139-1147. 2003

JACOMINE, P. K. T. et al. **Relatório dos solos da Ilha de Fernando de Noronha** Escola Superior de Agricultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1969, 41 p. (não publicado).

JACSKON, M. L. **Soil chemical analysis: advance Course**. 29. ed. Madison, 1975. 895 p.

JEANROY, E.; RAJOT, J.L.; PILION, P.; HERBILON, A.J. Differential dissolution of hematite and goethite in dithionite and its implications on soils yellowing. **Geoderma**, v. 50, p. 79-94. 1991.

LEINZ, V.; CAMPOS, J.E.S. **Guia para determinação de minerais**. 8 ed. São Paulo: Nacional, 1979. 149 p.

LEMOS, R. C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. Ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 83 p.

LYRA, M. C. C. P. **Caracterização de Vertissolos em projetos de irrigação na região do baixo médio São Francisco**. 1993. 227 f Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

MANTOVANI, L. E.; FRITZONS, E.; BATISTELLA, M. Solos do Arquipélago de Fernando de Noronha In: XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, **Anais**. Porto Alegre: SBCS, 1991. p. 263.

MARQUES, F. A.; RIBEIRO, M. R.; BITTAR, S. M. B.; LIMA NETO, J. A.; JACOMINE, P.K.T. Caracterização e classificação de Cambissolos e Vertissolos do Arquipélago de Fernando de Noronha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003. **Anais**. Ribeirão Preto: SBCS, 2003. CD-ROM

MIRANDA; C. S. S. & FERREIRA; M. G. V. X. Caracterização de solos com A chernozêmico na Zona da Mata norte do Estado de Pernambuco **Revista Brasileira de Ciência do Solo** Viçosa v. 23, p. 107-120. 1999.

MÖLLER, M.R.F.; LOURENÇO, M.R.C. **Manual de métodos de laboratório para determinações mineralógicas da fração argila**. I – pré-tratamentos. Belém: FCAP, 1994. 40 p. (Informe Didático, 12).

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

NASCIMENTO, C. W. A. Fertilidade dos Solos da Ilha Grande de Fernando de Noronha In:XXV REUNIÃO DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, IX REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, VII SIMPÓSIO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO E IV REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO. Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: SBCS, UFRRJ, EMBRAPA e SBM 2002. p. 24.

NOVAIS, R. F. & SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, DPS, 1999. 399 p.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia Aplicada**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 414 p.

OLIVEIRA, L. B. de; RIBEIRO, M. R.; FERRAZ, F. B. & JACOMINE, P. K. T. Classificação de solos planossólicos do Sertão do Araripe(PE). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa v.27, p. 685-693, 2003.

PAVAN; M. A. & MIYAZAWA; M. **Lições de fertilidade do solo: pH** Circular, 93, Londrina: IAPAR, 47 p. 1997.

PINTO, O. C. B. **Formation of a kaolinite from a biotite feldspar gneiss in four strongly weathered soil profiles from Minas Gerais, Brazil**. 1971. 133 f. West Lafayette, Purdue University, (Dissertação de Mestrado).

RIBEIRO, M.R.; MARQUES, F.A.; BITTAR, S.M.B.; FERRAZ, F.B.; JACOMINE, P.K.T. & LIMA, J.F.W.F. Caracterização e classificação de Neossolos do Arquipélago de Fernando de Noronha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003. **Anais**. Ribeirão Preto: SBCS, 2003. CD-ROM

ROCHA, W.J.S. da **Características Hidrogeológicas e Hidroquímicas da Ilha de Fernando de Noronha**. 1995. 382 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

SÍGOLO J. B. Processos eólicos In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de; FAIRCHILD, T.R. ; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: 2003, Cap.12, p. 248-249.

SILVA JUNIOR, J. M. da; SILVA, F. J. de L.; PEREIRA, J. A. Descrição dos aspectos abióticos do Arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil. In: Congresso Nordestino de Ecologia, 7., Ilheus, 1997. **Anais**. Ilhéus: Editus, 1999. p. 353.

TASSINARI, C.C.G. Tectônica Global In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de; FAIRCHILD, T.R. ; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003, Cap. 6, p. 97-112.

TEIXEIRA, W.; CORDANI, U.G.; MENOR, E. de A.; TEIXEIRA, M. G.; LINSKER, R. **Arquipélago de Fernando de Noronha o paraíso do vulcão**. São Paulo: Terra Virgem, 2003. 168 p.

ULBRICH, M. N. C.; MARÍNGOL, V.; E. RUBERTI The geochemistry of alkaline volcanic-subvolcanic rocks from the Brazilian Fernando de Noronha Archipelago, southern Atlantic Ocean **Geochim. Brasil**, São Paulo v.8, p. 21-39. 1994.

WHITTIG, L. D.; ALLARDICE, W.R. X-Ray Diffraction Techniques In: American Society of Agronomy – Soil Science Society of American Madison, Wisconsin, USA. **Methods of Soil Analysis**, part I. Physical and Mineralogical Methods-Agronomy Monograph nº9, 1986, Chapter 12, p. 331-359.

## ABSTRACT

In the main island of Fernando de Noronha Archipelago, the dry tropical climate with oceanic influence and the recent parent material of volcanic origin, are responsible for the small weathering of soils with high scientific importance for the development of the Brazilian System of Soil Classification (SiBCS). Seven representative soil profiles, involving two Neosols (Entisols), two Vertisols, and three Cambisols were morphologically, physically, chemically and mineralogically characterized and classified aiming to contribute to the improvement of the SiBCS. The Lithic Neosol show lithic contact (R) formed by coarse fragments of basaltic rocks (ankaratries) and is related with strongly rolling topography. The Regolithic Neosol is related with marine sedimentary deposits of the coastal areas. Vertisols were developed on the island central plateau, related with slightly depressed areas and have poor drainage and high levels of sum of bases and base saturation, with increasing values of exchangeable sodium in subsurface horizons. The Haplic Cambisols are the most developed soils of the archipelago, related with several topographic levels and variable slopes in great part of the island central high plain. The studied Vertisols and Cambisols were easily classified in the Brazilian System while Neosols were not due to the presence of specific properties that were not common in the continent, and by that reason not predictable in the System structure. This work suggested the inclusion of a new great group **Fragmentary** Lithic Neosol, to include soils with Lithic contact formed by rock fragments instead of a continuous rock layer, and the subgroup **Bioclastic-carbonatic** Psamitic Regolithic Neosol in order to include sandy soils developed from marine sandstones and eolic sediments formed by carcaceous materials from reefs, algae and sea animals.

## **APÊNDICE 1**

**Descrição morfológica, análises físicas e químicas e composição das frações >0,05 mm do Neossolo Litólico Fragmentário chernossólico - perfil 1.**



## PERFIL 1

Classificação – Neossolo Litólico Fragmentário chernossólico, textura argilosa, fase relevo forte ondulado, substrato basalto.

Localização – Encosta do trecho entre a praia do Leão e Capim Açú, nas coordenadas UTM de 561.713 mE e 9.572.049 mN.

Situação e declividade – Terço inferior de encosta fortemente ondulada, voltada para o mar de fora, com declividades entre 25 e 45%.

Altitude – 5 m

Formação geológica e litologia – Rochas eruptivas efusivas da formação Quixaba. Rochas basálticas alcalinas (ankaratritos).

Material originário – Saprolito da rocha da embasamento

Pedregosidade – Muito pedregoso.

Rochosidade – Extremamente rochoso.

Relevo local – Forte ondulado.

Relevo regional – Forte ondulado, com trechos ondulados.

Erosão – Laminar ligeira a moderada.

Drenagem – Bem drenado.

Vegetação primária – Vegetação de gramíneas

Uso atual – Área de preservação

Clima Aw' classificação de Köppen

Descrito e coletado por – M. R. Ribeiro; J. F. W. F. Lima; F. A. Marques.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A1: 0 – 15 cm; bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmido) e bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, seco); argila; moderada pequena a média granular e blocos subangulares; muito poros; friável, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana

A2: 15 – 30 cm; bruno-escuro (7,5YR 3/4, úmido); argila; moderada pequena a média blocos subangulares; poros comuns; firme, plástica e pegajosa; transição abrupta e plana.

R/C: matacões de basalto em mistura com pequena quantidade de material de solo pouco intemperizado (C).

Raízes: Muitas nos horizontes A1 e A2

Observações:

1. Presença de calhaus e matacões ao longo do perfil.
2. Perfil descrito úmido.

## COMPOSIÇÃO DAS FRAÇÕES > 0,05 mm

Horizonte A1

**Calhaus:** 100% de fragmentos de rocha vulcânica, angulosos e, parcialmente, alterados.

**Cascalho:** 99% de fragmentos de rochas vulcânicas e 1% de: agregados/concreções manganosas e ferrosas.

**Areia grossa:** 75% de fragmentos de rochas vulcânicas angulosos; 20% de caustobiólitos (carvão, galhos, raízes); 4% de: minerais opacos: magnetita, hematita, anfibólio/piroxênio, olivina, apatita, titanita, epidoto, agregados/concreções manganosas e ferruginosas e agregados argilo-ferruginosos; e 1% de feldspatos.

**Areia fina:** 80% de caustobiólitos (raízes, sementes e carapaças de animais); 9% de feldspatos; 4% de fragmentos de rochas; 3% de minerais opacos: magnetita e hematita; 3% anfibólios/piroxênios, apatita, titanita, epidoto, agregados/concreções ferruginosas e biotita e; 1% de agregados/concreções manganosas.

Horizonte A2

**Cascalho:** 99% de fragmentos de rocha vulcânica, angulosos e em variados níveis de alteração, 1% agregados/concreções manganosos, agregados/concreções ferruginosas e caustobiólitos.

**Areia grossa:** 95% de fragmentos de rochas vulcânicas angulosos e alterados, 1% de agregados/concreções ferruginosas e 4% de: feldspatos, anfibólios/piroxênios, minerais opacos, agregados/concreções manganosos e agregados argilo-ferruginosos.

**Areia fina:** 75% de fragmentos de rochas vulcânicas fortemente atraídos pelo imã, 6% de caustobiólitos; 5% de feldspatos; 1% de minerais opacos; 1% anfibólios/piroxênios; e 2% de: apatita, titanita, epidoto, biotita, agregados/concreções manganosos, ferruginosos e argilo-ferruginosos.

## ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg <sup>-1</sup> )				Argila dispersa em água (g kg <sup>-1</sup> )	Grau de flocculação (%)	Silte Argila	Densidade (t m <sup>-3</sup> )		Porosidade (%)
Símbolo	Profundidade (cm)	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm				Solo	Partículas	
A1	0-15	7	7	86	132	63	371	434	316	27	0,86	0,99	2,66	63
A2	15-30	0	7	93	203	47	316	434	363	16	0,73	1,05	2,60	60

Horizontes	pH(1:2,5)		Complexo sortivo (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )							Valor V (%)	m (%)	PST (%)	
	Água	KCl	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>				CTC
A1	7,1	5,7	19,6	37,9	1,17	2,04	60,7	0,0	1,1	61,8	98	0	3
A2	7,5	5,4	17,6	45,5	1,17	2,73	67,0	0,0	0,8	67,8	99	0	4

Horizontes	P (mg kg <sup>-1</sup> )	C orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	N (g kg <sup>-1</sup> )	C/N	Ataque Sulfúrico (g kg <sup>-1</sup> )				SiO <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Ki)	SiO <sub>2</sub> R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Kr)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Equivalente de CaCO <sub>3</sub> (g kg <sup>-1</sup> )
					SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>				
A1	1805	37,78	3,34	11	-	-	-	-	-	-	-	52
A2	2680	9,37	1,07	9	-	-	-	-	-	-	-	60

Horizontes	Pasta Saturada				Constantes Hídricas (%)				Condutividade			
	pH	C.E. do Extrato mS cm <sup>-1</sup> 25°C	Umidade (%)	Umidade Ca <sup>2+</sup>	Umidade cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> de solo	Umidade Mg <sup>2+</sup>	Umidade K <sup>+</sup>	Umidade Na <sup>+</sup>	Umidade -0,034 MPa	Umidade -1,52 MPa	Água disponível	Hidráulica (cm h <sup>-1</sup> )
A1	8,0	1,36	77,95	0,30	0,12	0,06	0,45	16,7	12,1	4,6	0,00	1,0911
A2	7,9	-	68,28	0,05	0,02	0,03	0,05	15,5	11,9	3,6	-	1,1008

## **APÊNDICE 2**

**Descrição morfológica, análises físicas e químicas e composição das frações >0,05 mm do Neossolo Regolítico Psamítico bioclástico-carbonático- - perfil 2.**

## PERFIL 2

Classificação – Neossolo Regolítico Psamítico bioclástico-carbonático típico, A moderado, fase relevo suave ondulado.

Localização – Praia do Leão, coordenadas UTM de 562.614 mE e 9.572.371 mN.

Situação e declividade – Terço superior de uma duna fixada por vegetação de gramíneas, com 2,5-5% de declividade.

Altitude – 5 m.

Formação geológica e litologia – Quaternário. Dunas ativas.

Material de origem – Sedimentos arenosos de origem marinha.

Pedregosidade – Não pedregoso.

Rochosidade – Não rochoso.

Relevo local – Suave ondulado.

Relevo regional – Suave ondulado.

Erosão – Laminar ligeira.

Drenagem – Excessivamente drenado.

Vegetação primária – Vegetação pioneira de praias e dunas, com gramíneas de folhas duras e algodão da seda.

Uso atual – Área de preservação.

Clima Aw' classificação de Köppen

Descrito e coletado por – M. R. Ribeiro; J. F. W. F. Lima; F. A. Marques.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ak: 0 – 20 cm; bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido); areia; grãos simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana.

Ckn1: 20 – 50 cm; bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3 úmido); areia; grãos simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição difusa e plana.

Ckn2: 50 – 150 cm; bruno claro acinzentado (10YR 6/3, úmido); areia; grãos simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa.

Raízes: Muitas no Ak; comuns no Ckn1;poucas no Ckn2.

Observação:

Muitos fragmentos de conchas e minerais escuros na composição das areias.

## COMPOSIÇÃO DAS FRAÇÕES > 0,05 mm

Horizonte A

**Areia grossa:** 86% de bioclásticos (fragmentos de material orgânico não combustível, constituído por: fragmentos de conchas de gastrópodes e bivalves, corais, foraminíferos e algas carbonáticas, que reagem prontamente com HCl a 10% a frio); 8% de fragmentos de rochas vulcânicas, feldspatos/feldspatóides, piroxênios/anfibólios e minerais opacos; 1% de minerais opacos: magnetita e hematita; 5% anfibólios/piroxênios, titanita; biotita; agregados ferruginosos e manganosos.

**Areia fina:** 80% de bioclásticos; 11% de fragmentos de rochas vulcânicas; 2% de feldspatos; 2% de minerais opacos; 1% de agregados carbonáticos; 4%: anfibólios/piroxênios; titanita; agregados ferruginosos e manganosos; apatita; olivina.

## Horizonte Ckn1

**Areia grossa:** 85% de bioclásticos; 10% de fragmentos de rochas vulcânicas; 1% de feldspatos; 1% de minerais opacos; além de 3% de: anfibólios/piroxênios, agregados carbonáticos, agregados/concreções ferruginosas, apatita.

**Areia Fina:** 81% de bioclásticos; 12% de fragmentos de rocha vulcânica; 2% de feldspatos; 2% de minerais opacos; e os restantes 3% de: anfibólios/piroxênios, titanita, apatita, agregados carbonáticos, agregados/concreções ferruginosas, olivina.

## Horizonte Ckn2

**Areia Grossa:** 87% de bioclásticos; 10% de fragmentos de rocha vulcânica; além de 3% minerais opacos, anfibólios/piroxênios, titanita, apatita, agregados carbonáticos, agregados/concreções ferruginosas, olivina

**Areia fina:** 80% de bioclásticos; 14% de fragmentos de rocha vulcânica; 2% de feldspatos; 1% de minerais opacos; e 3% constituídos por: anfibólios/piroxênios, apatita, agregados carbonáticos, agregados/concreções ferruginosas e olivina .

## ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg <sup>-1</sup> )				Argila dispersa em água (g kg <sup>-1</sup> )	Grau de flocculação (%)	Silte Argila	Densidade (t m <sup>-3</sup> )		Porosidade (%)
Símbolo	Profundidade (cm)	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA < 2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm				Solo	partícula	
Ak	0-20	0	0	100	571	295	47	87	37	58	0,54	1,44	2,76	48
Ckn1	20-50	0	0	100	684	243	29	44	13	71	0,64	1,61	2,87	44
Ckn2	50-150+	0	0	100	612	309	33	46	6	86	0,73	1,60	2,90	45

Horizontes	pH(1:2,5)		Complexo sortivo (cmol <sub>e</sub> .kg <sup>-1</sup> )							Valor V (%)	m (%)	PST (%)	
	Água	KCl	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>				CTC
Ak	8,6	7,9	4,2	1,1	0,21	0,17	5,8	0,0	0,0	5,8	100	0	3
Ckn1	8,7	8,3	2,2	0,7	0,01	0,18	3,1	0,0	0,0	3,1	100	0	6
Ckn2	8,9	8,4	1,9	0,6	0,02	0,25	2,8	0,0	0,0	2,8	100	0	9

Horizontes	P (mg kg <sup>-1</sup> )	C orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	N (g kg <sup>-1</sup> )	C/N	Ataque Sulfúrico (g kg <sup>-1</sup> )				SiO <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Ki)	SiO <sub>2</sub> R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Kr)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Equivalente de CaCO <sub>3</sub> (g kg <sup>-1</sup> )
					SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>				
Ak	32	7,83	0,70	11	-	-	-	-	-	-	-	754
Ckn1	50	3,14	0,23	14	-	-	-	-	-	-	-	719
Ckn2	44	2,32	0,39	6	-	-	-	-	-	-	-	742

Horizontes	Pasta Saturada				Constantes Hídricas (%)				Condutividade			
	pH	C.E. do Extrato mS cm <sup>-1</sup> 25°C	Umidade (%)	cmol <sub>e</sub> L <sup>-1</sup> de solo	Umidade	Umidade	Água disponível	Hídrica	Fator "f"			
				Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	-0,010 MPa	-1,52 MPa		(cm h <sup>-1</sup> )	
Ak	8,0	0,36	33,40	0,32	0,07	0,02	0,04	14,8	4,7	10,1	39,57	1,0165
Ckn1	8,0	0,29	25,86	0,34	0,00	0,02	0,04	12,3	1,2	11,1	70,55	1,0121
Ckn2	8,3	0,35	24,27	0,50	0,01	0,01	0,00	11,9	2,6	9,3	40,15	1,0083

### **APÊNDICE 3**

**Descrição morfológica, análises físicas e químicas e composição das frações >0,05 mm do Vertissolo Cromado Sódico gleico - perfil 3.**

### PERFIL 3

Classificação – Vertissolo Cromado Sódico gleico, A moderado, textura muito argilosa.

Localização – Área de projeto de agricultura orgânica, em frente à pousada Muvuca.

Situação e declividade – Superfície plana ligeiramente deprimida.

Altitude – 50 m.

Formação geológica e litologia – Rochas piroclásticas. Tufos da formação Remédios.

Material originário – Saprolito da rocha do embasamento.

Pedregosidade – Pouco pedregoso.

Rochosidade – Não rochoso.

Relevo local – Plano.

Erosão – Não aparente.

Drenagem – Mal drenado.

Vegetação local – Cultura de milho abandonada, invadida por espécies herbáceas, principalmente mata-pasto.

Uso atual – Cultura de milho.

Clima Aw' classificação de Köppen

Descrito e coletado por – M. R. Ribeiro; J. F. W. F. Lima.

### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Apn : 0 – 14 cm; bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmido), bruno -acinzentado-escuro (10YR 4/2, seco); argila; moderada pequena e média granular; muitos poros; dura e muito dura, firme e muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição clara e plana.

ACn : 14-32 cm; bruno (10YR 5/3, úmido), mosqueado abundante pequeno a médio e distinto bruno-forte (7,5YR 4/6, úmido); muito argilosa; fraca média blocos angulares; poucos poros; extremamente dura, muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição clara e plana.

Cvn : 32-53 cm; bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido), mosqueado pouco, pequeno e distinto bruno-forte (7,5YR 5/8, úmido); muito argilosa; forte muito grande prismática; superfícies de fricção comuns e moderadas; poucos poros; extremamente dura, extremamente firme, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

Cvng1: 53-95 cm; bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido), mosqueado comum, médio e distinto bruno-acinzentado (2,5Y 5/2, úmido); muito argilosa; forte muito grande prismática; superfícies de fricção comuns e fortes; poucos poros; extremamente dura, extremamente firme, muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

Cvng2: 95-155 cm+; bruno-oliváceo-claro (2,5Y 5/4, úmido), mosqueado comum, médio e distinto bruno-acinzentado (2,5Y 5/2, úmido); muito argilosa; forte muito grande prismática; superfícies de fricção comuns e fortes; poucos poros; extremamente dura, extremamente firme, muito plástica e pegajosa.

Raízes: Comuns no Apn; poucas no ACn; raras no Cvn; ausentes em Cvng1 e Cvng2.

Observações:

1 – Perfil encharcado prejudicando a determinação da estrutura e consistência seca.

2 – Lençol freático a 150cm.

3 – Cascalhos e calhaus desarestados de rocha em Apn, ACn e no topo do Cvn.

- 4 – Penetração de material escuro nos horizontes Cvn e Cvng1, por meio de fendas na época seca.
- 5 – Mosqueado acinzentado dos horizontes Cvng1 e Cvng2 ocorre nas proximidades de fragmentos de rocha em decomposição.
- 6 – Fragmentos de rocha desarestados no Cvng2 .
- 7 – No fundo da trincheira a cor torna-se mais acinzentada.
- 8 - A estrutura e consistência foram redescritas com o perfil seco.

### COMPOSIÇÃO DAS FRAÇÕES > 0,05 mm

#### Horizonte Apn

**Areia Grossa:** 94% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração de cor bege com fenocristais de feldspatos/feldspatóides, piroxênios/anfibólios e minerais opacos; 4% feldspatos; 1% de concreções ferruginosas; <1% concreções manganosas e organo-manganosas, magnetita e anfibólios/piroxênio.

**Areia Fina:** 89% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 8% feldspatos, 1% de concreções ferruginosas, 1% manganosas e <1% organo-manganosas, minerais opacos e anfibólios/piroxênio.

#### Horizonte ACn

**Areia Grossa:** 46% feldspatos; 50% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 3% de concreções ferruginosas; <1% concreções manganosas.

**Areia Fina:** 58% feldspatos; 40% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 2% de concreções ferruginosas e manganosas.

#### Horizonte Cvn

**Areia Grossa:** 68% feldspatos; 25% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 5% de concreções ferruginosas; <1% concreções manganosas.

**Areia Fina:** 67% feldspatos; 30 fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 2% concreções manganosas; 1% minerais opacos e concreções ferruginosas

#### Horizonte Cvng1

**Areia Grossa:** 70% feldspatos; 24% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 5% de concreções ferruginosas 1% concreções manganosas e minerais opacos.

**Areia Fina:** 67% feldspatos; 31% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 2% de concreções ferruginosas, manganosas e minerais opacos.

#### Horizonte Cvng2

**Areia Grossa:** 64% feldspatos; 32% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 3% de concreções ferruginosas; 1% concreções manganosas e minerais opacos.

**Areia Fina:** 65% feldspatos; 32% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 1% de concreções ferruginosas e manganosas; 1% minerais opacos.



## ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg <sup>-1</sup> )				Argila dispersa em água (g kg <sup>-1</sup> )	Grau de flocculação (%)	Silte Argila	Densidade (t m <sup>-3</sup> )		Porosidade (%)
Símbolo	Profundidade (cm)	Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia Grossa 2,0-0,2 mm	Areia Fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm				Solo	Partícula	
Apn	0-14	-	-	81	124	126	270	480	422	26	0,32	1,08	2,66	59
ACn	14-32	-	-	69	88	84	188	640	653	14	0,09	1,44	2,67	46
Cvn	32-53	-	-	86	51	68	181	700	735	11	0,06	1,28	2,47	48
Cvng1	53-95	-	-	81	44	60	186	710	760	10	0,06	1,29	2,56	50
Cvng2	95-155	-	-	95	25	43	292	640	700	8	0,23	1,24	2,56	51

Horizontes	pH(1:2,5)		Complexo sortivo (cmol <sub>c+</sub> ,kg <sup>-1</sup> )								Valor V (%)	m (%)	PST (%)
	Água	KCl	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	CTC			
Apn	6,9	5,7	8,3	4,5	0,31	3,83	17,0	0,0	5,3	22,3	76	0	17
ACn	7,9	6,7	6,5	6,0	0,09	7,29	19,8	0,0	1,4	21,2	94	0	34
Cvn	8,2	6,9	6,2	6,4	0,12	7,67	20,4	0,0	0,3	20,8	98	0	37
Cvng1	8,8	7,4	7,2	6,3	0,39	8,30	22,2	0,0	0,0	22,2	100	0	37
Cvng2	8,9	7,5	7,1	6,2	0,68	7,31	21,3	0,0	0,0	21,3	100	0	34

Horizontes	P (mg kg <sup>-1</sup> )	C orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	N (g kg <sup>-1</sup> )	C/N	Ataque Sulfúrico (g kg <sup>-1</sup> )				SiO <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Ki)	SiO <sub>2</sub> R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Kr)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Equivalente de CaCO <sub>3</sub> (g kg <sup>-1</sup> )
					SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>				
Apn	270	21,19	1,77	12	-	-	-	-	-	-	-	18
ACn	212	6,42	0,56	11	-	-	-	-	-	-	-	38
Cvn	258	3,84	0,34	11	-	-	-	-	-	-	-	25
Cvng1	356	3,63	0,34	11	-	-	-	-	-	-	-	33
Cvng2	252	4,70	0,34	14	-	-	-	-	-	-	-	37

Horizontes	Pasta Saturada				Constantes Hídricas (%)				Condutividade		
	pH	C.E. do Extrato dS m <sup>-1</sup> 25°C	Umidade (%)	Ca <sup>2+</sup>	Umidade -0,034 MPa	Umidade -1,52 MPa	Água disponível	Hidráulica (cm h <sup>-1</sup> )	Fator "f"		
Apn	8,3	1,8	-	-	34,9	24,2	6,9	0,83	1,1093		
ACn	8,4	3,9	-	-	38,6	25,6	7,9	0,00	1,1256		
Cvn	8,3	3,9	-	-	43,5	27,7	8,2	0,00	1,1301		
Cvng1	8,7	2,3	-	-	48,0	28,8	8,8	0,00	1,1336		
Cvng2	9,0	1,5	-	-	54,6	31,8	8,9	0,00	1,1472		

#### **APÊNDICE 4**

**Descrição morfológica, análises físicas e químicas e composição das frações >0,05 mm do Vertissolo Cromado Órtico solódico - perfil 4.**

#### **PERFIL 4**

Classificação – Vertissolo Cromado Órtico solódico, A moderado, textura muito argilosa, fase relevo plano.

Localização – Planalto central da ilha principal, na estrada que liga a baía do Sueste à praia de Atalaia, com coordenadas UTM de 564.391 mE e 9.573.763 mN.

Situação e declividade – Topo plano, ligeiramente deprimido, com 0-2,5% de declividade.

Altitude – 50 m.

Formação geológica e litologia – Formação Remédios. Tufos vulcânicos.

Material de origem – Saprolito da rocha do embasamento.

Pedregosidade – Ligeiramente pedregoso.

Rochosidade – Não rochoso.

Relevo local – Plano.

Relevo regional – Plano.

Erosão – Não aparente.

Drenagem – Imperfeitamente a mal drenado.

Vegetação primária – Vegetação arbustiva secundária e campo com muito mata-pasto.

Uso atual – Área de preservação, utilizado na pecuária extensiva.

Clima Aw' classificação de Köppen

Descrito e coletado por – M. R. Ribeiro; J. F. W. F. Lima; F. A. Marques.

#### **DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

Ap: 0–15 cm; bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido), mosqueado comum, pequeno e proeminente cinzento muito escuro (5YR 3/1, úmido) e pouco, pequeno e proeminente vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido); argila; fraca média a grande blocos subangulares; poucos poros; extremamente dura, extremamente firme, muito plástica e muito pegajosa; transição clara e ondulada (10-30 cm).

Cvn1: 15–40 cm; bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, úmido), mosqueado abundante, pequeno e distinto bruno-forte (7,5YR 5/6 úmido) e comum, pequeno e proeminente vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido); muito argiloso; poucos poros; extremamente dura, extremamente firme, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

Cvn2: 40–95 cm; bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, úmido), mosqueado abundante, pequeno e distinto bruno-forte (7,5YR 5/6, úmido) e pouco, pequeno e proeminente vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido); muito argilosa; superfícies de fricção comuns e moderadas; poucos poros; extremamente firme, muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

Cvn3: 95–150 cm+; bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, úmido), mosqueado pouco, médio e distinto bruno (7,5YR 5/4, úmido); muito argilosa; superfícies de fricção abundantes e fortes; poucos poros; extremamente firme, muito plástica e muito pegajosa.

Raízes: Poucas e finas no Ap; raras em Cv1 e Cvn2; ausentes no Cvn3.

Observações:

1. Perfil descrito molhado, prejudicando a determinação da estrutura.
2. Presença de fendas (3-5 mm) no Cvn1, penetrando no Cvn2 até 60 cm.
3. Presença de poucos cascalhos e calhaus em Ap, Cvn1 e Cvn2, de cor branca na parte externa.
4. Pontuações pretas de minerais primários no Cvn3.
5. O topo do Ap apresentava cor mais escura.

## COMPOSIÇÃO DAS FRAÇÕES > 0,05 mm

### Horizonte Ap

**Cascalho:** 50% de fragmentos de rochas vulcânicas parcialmente alterados de cor cinza claro com forte magnetismo, 40% de fragmentos de rochas de cor branca, 6% de fragmentos orgânicos; 2% concreções/agregados ferruginosos de cor ocre e arredondadas; 1% de agregados manganosos de cor preta.

**Areia grossa:** 88% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração arredondados a sub-arredondados de cores bege a branco, castanho avermelhado a alaranjado; 5% de agregados manganosos de cor preta, 3% concreções/agregados ferruginosos; 3% de feldspatos; <1% de minerais opacos (magnetita) e <1% clorita, anfibólios/piroxênios.

**Areia fina:** 83% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 10% de agregados manganosos; 2% concreções/agregados ferruginosos; 3% de feldspatos; 1% de minerais opacos (magnetita) <1% anfibólios/piroxênios.

### Horizonte Cvn1

**Areia Grossa:** 80% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 12% de agregados manganosos; 5% feldspatos; 1% concreções/agregados ferruginosos; 1% magnetita e <1% anfibólios/piroxênios.

**Areia Fina:** 88% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 8% feldspato; 1% concreções/agregados ferruginosos; <2% magnetita, anfibólios/piroxênios, clorita e agregados manganosos

### Horizonte Cvn2

**Areia Grossa:** 86% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 11% feldspatos; <1% de agregados manganosos; concreções/agregados ferruginosos; <1% magnetita e <1% anfibólios/piroxênios.

**Areia Fina:** 80% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 15% feldspatos; 1% de agregados manganosos <1% concreções/agregados ferruginosos, <1% magnetita; <1% anfibólios/piroxênios; <1% clorita e <1% epidoto.

### Horizonte Cvn3

**Areia Grossa:** 92% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 5% feldspatos, <1% de agregados argilo-manganosos e ferruginosos, <1% magnetita, <1% anfibólios/piroxênios.

**Areia Fina:** 93% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 5% feldspatos; <1% de agregados manganosos, concreções/agregados ferruginosos, <1% magnetita, anfibólios/piroxênios, flogopita/clorita, sericita e epidoto.

## ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg <sup>-1</sup> )				Argila dispersa em água (g kg <sup>-1</sup> )	Grau de floculação (%)	Silte Argila	Densidade (t m <sup>-3</sup> )		Porosidade (%)
Símbolo	Profundidade (cm)	Calhaus > 20 m	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm				Solo	partículas	
Ap	0-15	0	1	99	86	136	170	608	474	22	0,28	1,46	2,63	44
Cvn1	15-40	0	0	100	30	119	113	738	608	18	0,15	1,57	2,62	40
Cvn2	40-95	0	0	100	36	87	126	751	614	18	0,17	1,70	2,61	35
Cvn3	95-150+	0	0	100	28	115	113	745	604	19	0,15	1,78	2,62	32

Horizontes	pH(1:2,5)		Complexo sortivo (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )								Valor V (%)	m (%)	PST (%)
	Água	KCl	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	CTC			
Ap	6,3	4,9	10,2	7,4	0,21	0,77	18,6	0,0	2,3	20,8	89	0	4
Cvn1	6,5	4,2	8,9	13,2	0,51	2,03	24,6	0,1	1,6	26,3	94	0	8
Cvn2	5,5	3,6	6,7	13,3	0,36	3,45	23,7	0,3	1,3	25,4	94	1	14
Cvn3	4,8	3,3	5,2	15,1	0,33	2,85	23,5	0,6	1,1	25,2	93	2	11

Horizontes	P (mg kg <sup>-1</sup> )	C orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	N (g kg <sup>-1</sup> )	C N	Ataque Sulfúrico (g kg <sup>-1</sup> )				SiO <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Ki)	SiO <sub>2</sub> R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Kr)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Equivalente de CaCO <sub>3</sub> (g kg <sup>-1</sup> )
					SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>				
Ap	218	13,94	1,51	9	-	-	-	-	-	-	-	13
Cvn1	107	4,64	1,57	3	-	-	-	-	-	-	-	19
Cvn2	78	4,16	0,54	8	-	-	-	-	-	-	-	13
Cvn3	52	3,36	0,60	6	-	-	-	-	-	-	-	9

Horizontes	Pasta Saturada				cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> de solo				Constantes Hídricas (%)			Condutividade	
	pH	C.E. do Extrato mS cm <sup>-1</sup> 25°C	Umidade (%)	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Umidade -0,034 MPa	Umidade -1,52 MPa	Água disponível	Hidráulica (cm h <sup>-1</sup> )	Fator "f"	
Ap	7,3	0,24	62,60	0,06	0,01	0,02	0,12	29,8	23,2	6,6	0,86	1,0808	
Cvn1	6,9	0,20	88,05	0,03	0,01	0,01	0,13	36,7	27,9	8,8	0,00	1,1145	
Cvn2	6,3	0,53	107,67	0,05	0,01	0,01	0,29	38,7	27,1	11,6	0,00	1,0944	
Cvn3	5,7	2,41	137,52	0,10	0,05	0,01	0,73	43,6	29,2	14,4	0,00	1,1348	

## **APÊNDICE 5**

**Descrição morfológica, análises físicas e químicas e composição das frações >0,05 mm do Cambissolo Háplico Sódico vértico - perfil 5.**

## PERFIL 5

Classificação – Cambissolo Háplico Sódico vértico A moderado, textura muito argilosa.

Localização – Área do projeto de agricultura orgânica, na encosta do açude da Ema.

Situação e declividade – Terço médio de encosta muito suave com declividade entre 2,5 – 5,0%.

Altitude – 50 m.

Formação geológica e litologia – Rochas piroclásticas. Tufos da formação Remédios.

Material originário – Saprolito da rocha de embasamento, com influência de material transportado, de natureza fonolítica, nos horizontes superiores.

Pedregosidade – Ligeira a moderadamente pedregoso na superfície. Ocorrência de alguns calhaus e matações de rocha (fonolito) nos primeiros 43cm (A e Bi).

Rochosidade – Não rochoso.

Relevo local – Suave ondulado.

Erosão – Laminar ligeira.

Drenagem – Imperfeitamente drenado.

Vegetação local – Campo secundário com muito mata-pasto e jitrana.

Uso atual – Pastagem nativa.

Clima Aw' classificação de Köppen

Descrito e coletado por – M. R. Ribeiro; J. F. W. F. Lima.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A: 0-11 cm; bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido); argila; fraca pequena a média granular e blocos subangulares; muitos poros; dura, firme, plástica e pegajosa; transição abrupta e plana.

Bi: 11-43 cm; bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido); muito argilosa; moderada muito pequena a pequena blocos subangulares; muitos poros; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição abrupta e ondulada (25-35 cm).

2Cvn1:43-68 cm; amarelo-brunado (10YR 6/6, úmido); muito argilosa; forte grande e muito grande prismática, composta de forte média a grande blocos angulares; superfícies de fricção abundantes e moderadas; poucos poros; extremamente dura, muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição abrupta e ondulada (20-45 cm).

2Cvn2:68–95 cm; bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, úmido); muito argilosa; forte grande e muito grande prismática, composta de forte média a grande blocos angulares; superfícies de fricção abundantes e moderadas; poucos poros; extremamente dura, extremamente firme, muito plástica e muito pegajosa; transição clara e plana.

2Cr/R:95-130 cm+; Saprolito da rocha do embasamento com fragmentos de rocha consolidada.

Raízes: Muitas no A; comuns no Bi; raras no 2Cvn1; ausentes no 2Cvn2

Observações:

1 - Presença de lençol suspenso temporário na altura do 2Cvn1, responsável pela inundação do fundo da trincheira.

2 - O perfil encontrava-se encharcado, particularmente os horizontes 2Cvn1 e 2Cvn2, prejudicando a determinação da estrutura e consistência.

3 – Manchas pretas revestindo os canais de raízes no Bi.

4 – Pedras na transição entre Bi e 2Cvn1, podendo ocorrer em toda a porção superior do perfil.

5 – A estrutura e a consistência foram redescritas com o perfil seco.

### COMPOSIÇÃO DAS FRAÇÕES > 0,05 mm

#### Horizonte Ap

**Areia grossa:** 65% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 30% concreções ferruginosas arredondadas de cor castanho avermelhado e brilho graxo (goethita, manghemita); 3% fragmentos orgânicos 1% agregados manganosos; <1% feldspatos e magnetita.

**Areia fina:** 95% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 3% fragmentos orgânicos, concreções ferruginosas, <1% feldspatos; agregados manganosos, de minerais opacos e anfibólio/piroxênio.

#### Horizonte Bi

**Areia grossa:** 65% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 25% concreções ferrosas; 7% agregados manganosos; <1% de minerais opacos; <1% anfibólios/piroxênios e <1% feldspatos.

**Areia fina:** 86% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 10% agregados manganosos; e 1% feldspato; <1% de minerais opacos, <1% concreções ferruginosas, <1% anfibólios/piroxênios e <1% biotita.

#### Horizonte 2Cvn1

**Areia grossa:** 70% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 15% agregados manganosos; 12% concreções ferruginosas; <3% de feldspatos, anfibólios/piroxênios e sericita.

**Areia fina:** 89% fragmentos de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração; 5% agregados manganosos; 4% anfibólio/piroxênio; 1% de feldspatos; <1% concreções ferruginosas.

#### Horizonte 2Cnv2

**Areia grossa:** 97% fragmentos de rochas vulcânicas; <3% concreções ferruginosas, feldspato, agregados argilo-ferruginosos e manganosos; minerais opacos; e anfibólios/piroxênios.

**Areia fina:** 94% fragmentos de rochas vulcânicas; 3% anfibólios/piroxênios; <1% concreções ferruginosas; <1% feldspatos, <1% minerais opacos.



## ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg <sup>-1</sup> )				Argila dispersa em água (g kg <sup>-1</sup> )	Grau de floculação (%)	Silte Argila	Densidade (t m <sup>-3</sup> )		Porosidade (%)
Símbolo	Profundidade (cm)	Calhau >20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2,0-0,2 mm	Areia Fina 0,2 - 0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm				solo	partícula	
Ap	0-11	-	-	86	195	62	235	508	450	11	0,46	1,25	2,86	56
Bi	11-43	-	-	80	148	35	93	724	370	49	0,13	1,30	3,03	57
2Cvn1	43-68	-	-	81	61	20	182	737	650	12	0,25	-	2,82	-
2Cvn2	68-95	-	-	60	102	21	238	639	600	06	0,37	-	2,86	-

Horizontes	pH(1:2,5)		Complexo sortivo (cmol <sub>c</sub> ·kg <sup>-1</sup> )								Valor V (%)	m (%)	PST (%)
	Água	KCl	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	CTC			
Ap	5,8	4,8	17,8	5,0	0,72	0,45	23,9	0,1	9,8	33,9	71	1	1
Bi	6,3	4,7	9,8	6,0	0,14	0,93	16,9	0,0	7,3	24,2	70	0	4
2Cvn1	6,4	4,7	56,1	28,6	0,05	7,12	92,0	0,0	3,5	95,5	96	0	7
2Cvn2	6,3	4,7	22,4	14,8	0,05	14,59	51,8	0,0	1,4	53,2	97	0	27

Horizontes	P (mg kg <sup>-1</sup> )	C orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	N (g kg <sup>-1</sup> )	C/N	Ataque Sulfúrico (g kg <sup>-1</sup> )				SiO <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Ki)	SiO <sub>2</sub> R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Kr)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Equivalente de CaCO <sub>3</sub> (g kg <sup>-1</sup> )
					SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>				
Ap	332	18,18	1,6	11	146	164	235	53,2	1,51	0,79	1,10	19
Bi	306	4,96	0,47	11	160	166	240	61,6	1,64	0,85	1,09	16
2Cvn1	38	3,55	0,35	10	218	150	178	45,6	2,47	1,40	1,32	29
2Cvn2	1203	2,88	0,24	12	-	-	-	-	-	-	-	48

Horizontes	Pasta Saturada				Constantes Hídricas (%)				Condutividade		Fator "f"
	pH	C.E. do Extrato dS m <sup>-1</sup> 25°C	Umidade (%)	Umidade cmol <sub>c</sub> ·kg <sup>-1</sup> de solo	Umidade	Umidade	Água disponível	Hidráulica (cm h <sup>-1</sup> )			
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	-0,034 MPa	-1,52 MPa			
Ap	6,5	0,30	0,10	0,14	-	1,03	31,1	24,2	6,9	11,05	1,2283
Bi	6,9	0,27	0,01	0,05	-	1,38	27,8	22,7	5,1	15,36	1,1804
2Cvn1	6,9	0,71	0,01	0,05	-	2,71	70,4	50,4	20,0	0,00	1,1827
2Cvn2	7,3	2,25	0,21	0,65	-	15,01	74,8	57,3	17,5	0,00	1,2002

## **APÊNDICE 6**

**Descrição morfológica, análises físicas e químicas e composição das frações  
>0,05 mm do Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico -  
perfil 6.**

## PERFIL 6

Classificação – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, A moderado, álico, textura média cascalhenta, fase relevo ondulado, substrato fonolito.

Localização – Corte em uma jazida de material para construção, no sopé do morro do Pico, com coordenadas UTM de 564.281 mE e 9.574.661 mN.

Situação e declividade – Terço médio da encosta do sopé do morro do Pico, com declividade de 12%.

Altitude – 85 m

Formação geológica e litologia – Rochas intrusivas da Formação Remédios. Fonolitos.

Material originário – Saprolito da rocha do embasamento, com influência de material coluvial.

Pedregosidade – Pedregoso.

Rochosidade – Muito rochoso (matacões e boulders).

Relevo local – Ondulado.

Relevo regional – Ondulado, com declividades entre 12-20%.

Erosão – Laminar moderada.

Drenagem – Bem drenado.

Vegetação primária – Floresta caducifólia insular, com muita burra leiteira e quixaba.

Uso atual – Área de preservação.

Clima Aw' classificação de Köeppen

Descrito e coletado por – M. R. Ribeiro; J. F. W. F. Lima; F. A. Marques.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A: 0 – 15 cm; bruno-escuro (10YR 3/3 úmido) e bruno (10YR 5/3, seco); argila; forte pequena granular; muito poros; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

BA: 15 – 40 cm; bruno-forte (7,5YR 5/8, úmido); franco-argilosa com cascalho; fraca pequena blocos subangulares, com aspecto maciço poroso pouco coeso; muitos poros; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, transição gradual e plana.

Bin1: 40 – 90 cm; amarelo-avermelhado (7,5YR 6/8, úmido); franco-argilosa com cascalho; fraca pequena blocos subangulares, com aspecto maciço poroso pouco coeso; muitos poros; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.

Bin2: 90 – 130 cm; bruno-amarelado (10YR 5/8, úmido); franco-argilosa; maciça porosa pouco coesa; muitos poros; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

B/C: 130 - 195 cm +; bruno-forte (7,5YR 5/8, úmido), mosqueado comum, pequeno e distinto bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/4, úmido), franco-argilosa; maciça porosa pouco coesa; muitos poros; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Raízes: Muitas e finas no horizonte A; comuns nos horizontes BA e Bin1; poucas no Bin2; raras no B/C.

Observação:

Presença de fragmentos de rocha de 4 a 8 cm no A; de 2 a 8 cm em BA e Bin1 e poucos fragmentos no Bin2.

## COMPOSIÇÃO DAS FRAÇÕES > 0,05 mm

### Horizonte A

**Calhaus:** 100% de fragmentos angulosos de rocha vulcânica em diferentes graus de alteração.

**Cascalho:** 99% de fragmentos angulosos de rocha vulcânica em diferentes graus de alteração e 1% de: agregados/concreções de goethita e feldspato.

**Areia grossa:** 96% de fragmentos sub-arredondados de rocha vulcânica; 3% agregados/concreções manganosos e ferruginosos (goethita); piroxênios/anfibólios, minerais opacos, titanita e muscovita e 1% de feldspatos.

**Areia Fina:** 94% de fragmentos de rocha vulcânica sub-arredondados; 2% de feldspatos; 1% de piroxênios/anfibólios; 3% de: agregados organo-argilosos, agregados argilosos-ferruginosos, agregados/concreções de goethita, minerais opacos, titanita, feldspatóides e apatita.

### Horizonte BA

**Calhaus:** 100% de fragmentos angulosos de rocha vulcânica em diferentes graus de alteração.

**Cascalho:** 99% de fragmentos de rocha vulcânica angulosos em diferentes graus de alteração, 1% de: agregados/concreções de goethita e feldspatos.

**Areia grossa:** 95% de fragmentos de rochas vulcânicas sub-arredondados alteradas; 1% de feldspatos/feldspatóides; 1% de agregados organo-argilosos e argilosos; 3% de: caustobiólitos, agregados/concreções de goethita, piroxênios/anfibólios, minerais opacos, titanita, olivina.

**Areia Fina:** 93% de fragmentos arredondados de rocha vulcânica alterada; 2% de feldspatos; 5% de agregados organo-argilosos; piroxênios/anfibólios, minerais opacos, titanita e apatita.

### Horizonte Bin1

**Calhaus:** 100% de fragmentos de rocha vulcânica angulosos em diferentes graus de alteração.

**Cascalho:** 99% de fragmentos de rochas vulcânicas sub-angulosos a sub-arredondados, e raramente arredondados; em diferentes graus de alteração, 1% de agregados ferruginosos.

**Areia grossa:** 97% de fragmentos de rochas vulcânicas alteradas sub-arredondados 3% são constituídos por: feldspatos/feldspatóides, agregados organo-argilosos e argilosos; agregados/concreções de goethita, piroxênios/anfibólios, minerais opacos, titanita e olivina.

**Areia Fina:** 92% de fragmentos arredondados a bem arredondados de rocha vulcânica alterada; 4% de feldspatos/feldspatóides; 1% de agregados argilosos, organo-argilosos e argilo-ferruginosos; 3% são constituídos por piroxênios/anfibólios, minerais opacos, titanita, olivina, biotita e apatita.

### Horizonte Bin2

**Calhaus:** 100% de fragmentos angulosos de rocha vulcânica em diferentes graus de alteração.

**Cascalho:** 99% de fragmentos sub-angulosos a sub-arredondados e, raramente, arredondados, de rochas vulcânicas em diferentes graus de alteração, 1% de: agregados argilo-ferruginosos.

**Areia grossa:** 97% de fragmentos sub-arredondados a arredondados de rochas vulcânicas alteradas; 3% feldspatos/feldspatóides, agregados argilosos;

agregados/concreções de goethita, piroxênio/anfibólios, minerais opacos, titanita, olivina.

**Areia Fina:** 92% de fragmentos arredondados de rocha vulcânica alterada; 4% de feldspatos/feldspatóides; 1% de agregados argilosos, organo-argilosos e argilo-ferruginosos; 3% piroxênios/anfibólios, minerais opacos, titanita, olivina, biotita e apatita.

## ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg <sup>-1</sup> )				Argila dispersa em água (g kg <sup>-1</sup> )	Grau de flocculação (%)	Silte Argila	Densidade (t m <sup>-3</sup> )		Porosidade (%)
Símbolo	Profundidade (cm)	Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm				Solo	partículas	
A	0-15	4	1	95	144	108	283	465	273	41	0,77	0,84	2,42	65
BA	15-40	6	9	85	176	155	286	383	95	75	0,85	0,89	2,44	64
Bin1	40-90	6	13	81	237	144	338	281	138	51	1,30	0,88	2,36	63
Bin2	90-130	2	7	91	253	131	287	328	135	59	0,99	0,96	2,42	60

Horizontes	pH(1:2,5)		Complexo sortivo (cmol <sub>e</sub> .kg <sup>-1</sup> )								Valor V (%)	m (%)	PST (%)
	Água	KCl	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	CTC			
A	5,4	4,3	4,2	4,2	0,83	0,39	9,6	0,3	5,8	15,7	61	3	2
BA	4,9	4,0	0,7	1,5	0,11	0,22	2,6	1,9	4,1	8,6	30	43	3
Bin1	4,6	4,1	0,6	0,3	0,16	0,72	1,8	3,2	1,8	6,8	27	63	11
Bin2	4,6	3,9	0,5	0,4	0,05	0,56	1,5	4,6	2,1	8,3	19	75	7

Horizontes	P (mg kg <sup>-1</sup> )	C orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	N (g kg <sup>-1</sup> )	C/N	Ataque Sulfúrico (g kg <sup>-1</sup> )				SiO <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Ki)	SiO <sub>2</sub> R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Kr)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Equivalente de CaCO <sub>3</sub> (g kg <sup>-1</sup> )
					SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>				
A	910	46,27	3,68	13	170	210	58	9,5	1,38	1,17	5,68	4
BA	1010	24,06	2,13	11	-	-	-	-	-	-	-	0
Bin1	33	16,51	0,96	17	174	242	42	7,1	1,22	1,10	9,05	4
Bin2	47	7,22	0,44	16	-	-	-	-	-	-	-	4

Horizontes	Pasta Saturada				Constantes Hídricas (%)					Condutividade		
	pH	C.E. do Extrato mS cm <sup>-1</sup> 25°C	Umidade (%)	Ca <sup>2+</sup>	Umidade	Umidade	Umidade	Umidade	Água disponível	Hidráulica (cm h <sup>-1</sup> )	Fator "f"	
				cmol <sub>e</sub> L <sup>-1</sup> de solo	-0,034 MPa	-1,52 MPa						
A	6,4	0,20	64,07	0,08	0,05	0,02	0,06	44,0	25,7	18,3	2,22	1,1230
BA	5,8	0,11	65,99	0,09	0,02	0,00	0,05	46,6	25,8	20,8	0,92	1,1455
Bin1	5,7	0,14	62,68	0,05	0,01	0,00	0,05	44,2	25,1	19,1	0,61	1,1848
Bin2	5,4	0,10	59,17	0,06	0,01	0,00	0,04	41,1	21,7	19,4	0,80	1,1567

## **APÊNDICE 7**

**Descrição morfológica, análises físicas e químicas e composição das frações >0,05 mm do Cambissolo Háplico Eutroférico típico - perfil 7.**

## PERFIL 7

Classificação: Cambissolo Háplico Eutroférrico típico, A moderado, textura muito argilosa, fase relevo plano substrato basalto.

Localização – Planalto da Quixaba, nas coordenadas UTM de 562.371 mE e 9.573.827 mN.

Situação e declividade – Topo plano de elevação, em área com restos de cultura do milho e leguminosas espontâneas.

Altitude – 70 m

Formação geológica e litologia – Formação Quixaba. Rochas basálticas alcalinas.

Material originário – Saprolito da rocha do embasamento.

Pedregosidade – Não pedregoso.

Rochosidade – Não rochoso.

Relevo local – Plano.

Relevo regional – Plano e suave ondulado.

Erosão – Laminar ligeira.

Drenagem – Moderadamente drenado.

Vegetação primária – Restos de cultura de milho, com cobertura nativa de leguminosas.

Uso atual – Culturas de milho, feijão e mandioca.

Clima Aw' classificação de Köppen

Descrito e coletado por – M. R. Ribeiro; J. F. W. F. Lima; F. A. Marques.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap: 0–21 cm; bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmido) e bruno-escuro (7,5YR 4/3, seco); muito argilosa; moderada pequena a média granular e fraca pequena blocos subangulares; muitos poros; muito dura, friável, muito plástica e pegajosa; transição clara e plana.

BA: 21–46 cm; bruno-escuro (10YR3/4, úmido); muito argilosa; fraca pequena a média blocos subangulares; poros comuns; muito dura, friável, muito plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

Bi: 46–82 cm; bruno (7,5YR4/4, úmido); muito argilosa; moderada pequena a média blocos subangulares; muitos poros; friável muito plástica e pegajosa; transição clara e ondulada (26-42cm).

B/C: 82–130 cm; bruno (7,5YR4/4, úmido), mosqueado comum, médio a grande proeminente preto (N2/0, úmido); franco-argilosa; fraca pequena a média blocos subangulares; poros comuns; firme, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

Cn1: 130–200 cm; bruno (7,5YR4/4, úmido), mosqueados comum, médio a grande e proeminente preto (N2/0, úmido) e pouco, pequeno e distinto bruno-claro (7,5YR6/4, úmido); franco-argilosa; fraca pequena a média blocos subangulares; poros comuns, firme, plástica e pegajosa; transição clara e plana.

C2: 200–210 cm+; rocha decomposta; mistura de cores bruno-forte (7,5YR4/6, úmido), bruno (7,5YR5/2, úmido) e cinzento muito escuro (7,5YR3/1, úmido); franco-argilosa; firme, plástica e pegajosa.

Raízes: Muitas no Ap; comuns no BA; poucas no Bi; raras no B/C; ausentes nos demais.

Observações:

1. Solo úmido a partir do Bi.
2. O horizonte B/C apresenta partes maciças, constituídas por material pouco intemperizado.

## COMPOSIÇÃO DAS FRAÇÕES > 0,05 mm

### Horizonte Ap

**Areia Grossa:** 94% de agregados/concreções ferruginosas e manganosas, em geral sub-arredondados a arredondados; 3% de fragmentos de rocha vulcânica parcialmente alterada; 2% feldspatos/feldspatóides; piroxênios/anfibólios e 1% de magnetita e maghemita.

**Areia Fina:** 56% de agregados/concreções ferruginosas e manganosas; 20% de magnetita/maghemita; 16% de fragmentos de rocha vulcânica parcialmente alterada; 4% de piroxênios/anfibólios; e 4% de feldspatos/feldspatóides, titanita e sericita.

### Horizonte BA

**Areia Grossa:** 90% de agregados/concreções ferruginosas e manganosas; 4% de fragmentos de rocha vulcânica parcialmente alteradas; 3% de: caustobiólitos, feldspatos/feldspatóides, titanita e carbonato; 2% de magnetita/maghemita; 1% de piroxênios/anfibólios.

**Areia Fina:** 50% de agregados/concreções ferruginosas e manganosas; 24% de magnetita/maghemita; 16% de fragmentos de rocha vulcânica parcialmente alteradas; 4% de piroxênio/anfibólio; 4% de titanita e sericita. 2% de feldspatos/feldspatóides.

### Horizonte Bi

**Areia Grossa:** 50% de agregados/concreções manganosas e ferrosas, sub-arredondados; 45% de fragmentos de rocha vulcânica parcialmente alteradas; 2% de magnetita/maghemita e de piroxênios/anfibólios; e 3% caustobiólitos feldspatos/feldspatóides, titanita, carbonato.

**Areia Fina:** 40% de fragmentos de rocha vulcânica parcialmente alteradas; 25% de piroxênio/anfibólio; 20% de magnetita; 13% de agregados/concreções ferruginosas e manganosas; 2% de feldspatos/feldspatóides.

### Horizonte B/C

**Cascalho:** 99 % de fragmentos angulosos de rocha vulcânica parcialmente alteradas, em geral fortemente magnéticos; e 1% de: agregados/concreções manganosas, ferruginosas e argilosas, e maghemita (Observa-se óxido de Manganês recoberto, parcialmente, alguns grãos).

**Areia Grossa:** 87% de fragmentos de rocha vulcânica recobertos por óxido de Mn; 10% de agregados/concreções manganosas e ferruginosas, em geral sub-arredondados a arredondados; 1% de magnetita/maghemita; 1% de piroxênios/anfibólios; e 1% de feldspatos/feldspatóides e carbonato.

**Areia Fina:** 58% de fragmentos de rocha vulcânica parcialmente alteradas; 25% de piroxênios/anfibólios; 15% de magnetita; 1% de agregados/concreções ferruginosas e manganosas; e 1% de: feldspatos/feldspatóides, anfibólio e sericita.

### Horizonte Cn1

**Areia Grossa:** 92% de fragmentos de rocha vulcânica parcialmente alteradas; 5% de agregados/concreções manganosas e ferruginosas; e 3% de magnetita e maghemita, piroxênios/anfibólios, feldspatos/feldspatóides e carbonato.

**Areia Fina:** 62% de fragmentos de rocha vulcânica parcialmente alteradas; 25% de piroxênios/anfibólios; 13% de magnetita; e 2% de: agregados/concreções ferruginosas e manganosas, feldspatos/feldspatóides e sericita.



## ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg <sup>-1</sup> )				Argila dispersa em água (g kg <sup>-1</sup> )	Grau de floculação (%)	Silte Argila	Densidade (t m <sup>-3</sup> )		Porosidade (%)
Símbolo	Profundidade (cm)	Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm				Solo	partícula	
Ap	0-21	0	0	100	62	75	207	656	329	50	0,32	1,02	2,99	66
BA	21-46	0	0	100	51	75	181	693	265	62	0,26	1,12	2,94	62
Bi	46-82	0	0	100	31	92	229	648	32	95	0,35	1,13	2,91	61
B/C	82-130	0	1	99	137	164	330	369	55	85	0,89	1,05	2,86	63
Cn1	130-200	0	0	100	71	181	348	400	67	83	0,87	1,05	2,79	62

Horizontes	pH(1:2,5)		Complexo sortivo (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )								Valor V (%)	m (%)	PST (%)
	Água	KCl	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	CTC			
Ap	7,2	5,4	11,5	5,4	1,23	0,40	18,5	0,0	2,5	21,0	88	0	2
BA	6,7	5,4	8,6	4,5	0,70	0,27	14,0	0,0	1,9	15,9	88	0	2
Bi	6,8	5,3	9,4	4,1	0,72	0,45	14,6	0,0	1,9	16,5	88	0	3
B/C	6,8	5,2	9,0	6,1	0,64	0,91	16,6	0,0	2,1	18,7	89	0	5
Cn1	6,7	5,1	10,4	9,4	0,45	1,61	21,8	0,0	0,0	21,8	100	0	7

Horizontes	P (mg kg <sup>-1</sup> )	C orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	N (g kg <sup>-1</sup> )	C N	Ataque Sulfúrico (g kg <sup>-1</sup> )				SiO <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Ki)	SiO <sub>2</sub> R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Kr)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Equivalente de CaCO <sub>3</sub> (g kg <sup>-1</sup> )
					SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>				
Ap	370	18,64	1,49	12	144	169	245	60,0	1,45	0,75	1,08	18
BA	377	5,80	0,83	7	-	-	-	-	-	-	-	18
Bi	322	3,90	0,27	14	160	179	215	53,2	1,52	0,86	1,31	18
B/C	240	3,34	0,19	18	-	-	-	-	-	-	-	19
Cn1	264	3,68	0,37	10	166	169	233	62,0	1,67	0,89	1,14	20

Horizontes	Pasta Saturada							Constantes Hídricas (%)			Condutividade	
	pH	C.E. do Extrato mS cm <sup>-1</sup> 25°C	Umidade (%)	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Umidade -0,034 MPa	Umidade -1,52 MPa	Água disponível	Hidráulica (cm h <sup>-1</sup> )	Fator "f"
Ap	7,5	0,17	51,36	0,10	0,03	0,02	0,01	28,4	21,5	6,9	1,68	1,0908
BA	7,3	0,09	54,00	0,05	0,02	0,02	0,03	27,5	21,0	6,5	0,66	1,0974
Bi	7,1	0,06	63,99	0,05	0,01	0,01	0,03	31,7	23,6	8,1	0,97	1,1403
B/C	6,7	0,12	69,99	0,08	0,02	0,01	0,03	36,5	23,3	13,2	0,86	1,1373
Cn1	6,7	0,28	80,39	0,09	0,02	0,01	0,02	38,7	24,1	14,6	0,70	1,2188