

JULIET EMÍLIA SANTOS DE SOUSA

**GÊNESE E MINERALOGIA DE PLANOSSOLOS SOBRE O MACIÇO DA
BORBOREMA, REGIÃO SEMIÁRIDA DE PERNAMBUCO**

RECIFE-PE

2015

JULIET EMÍLIA SANTOS DE SOUSA

**GÊNESE E MINERALOGIA DE PLANOSSOLOS SOBRE O MACIÇO DA
BORBOREMA, REGIÃO SEMIÁRIDA DE PERNAMBUCO**

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

Orientador: Prof. Dr. Valdomiro Severino de Souza Júnior

Coorientadores: Dr. Alexandre Ferreira do Nascimento

Prof. Dr. Marcelo Metri Corrêa

RECIFE-PE

2015

Ficha catalográfica

S725g Sousa, Juliet Emília Santos de.
Gênese e mineralogia de planossolos sobre o maciço da
Borborema, região semiárida de Pernambuco / Juliet Emília
Santos de Sousa. – Recife, 2015.
122 f. : il.

Orientador: Valdomiro Severino de Souza Júnior.
Dissertação (mestrado em Ciências do Solo) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento
de Agronomia, Recife, 2015.

Referências e apêndice(s).

1. Caulinita. 2. Esmectita. 3. Paisagem. 4. Relevo 5.
Drenagem. I. Souza Júnior, Valdomiro Severino de. II. Título

CDD 632

Dissertação Intitulada GÊNESE E MINERALOGIA DE PLANOSSOLOS SOBRE O MACIÇO DA BORBOREMA, REGIÃO SEMIÁRIDA DE PERNAMBUCO, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Ciências do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 13 de agosto de 2015.

Valdomiro Severino de Souza Júnior, Dr.
(Orientador)

José Coelho de Araújo Filho, Dr.
(Examinador)

Marcelo Metri Corrêa, Dr.
(Examinador)

À minha família, em especial meus
pais Jacira Maria Santos de Sousa
e João Ferreira de Sousa, e amigos.

DEDICO

“Nada te perturbe; nada te espante. Tudo passa.
Só Deus não muda; a paciência tudo alcança.
Quem a Deus tem nada lhe falta: Só Deus Basta!”

Santa Tereza D' Ávila

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente ao meu bom Deus, que até o momento tem me fortalecido, mesmo eu sendo falha, Ele não me desampara, me concede forças para lutar e seguir em frente em meio às dificuldades que aparecem no caminho, as quais não foram poucas.

Agradeço imensamente a meus pais Jacira Maria e João Ferreira, pelo amor, compreensão e apoio imensurável que me dão, talvez nem saibam, mas a história de vida de cada um e o simples fato de existirem na minha vida me impulsiona a sempre querer o melhor, me dá força para continuar. Meu muito obrigada mainha, meu muito obrigada painho.

Ao meu irmão João Henrique pelo cuidado, força e todo apoio dado. As minhas sobrinhas Júlia Heleny e Anna Clara, por ser fonte de amor e inspiração para a continuidade de meu trabalho.

Aos meus familiares, avós e avô, tios e tias, primos e primas, madrinha e padrinho, por todo amor, força, compreensão, carinho, conversas e conselhos, meu muito obrigada.

Aos meus professores e amigos do tempo de escola pelos ensinamentos, momentos e alegrias compartilhadas.

Ao meu orientador prof. Dr. Valdomiro Severino de Souza Júnior por todo apoio, incentivo e ensinamentos que me ajudaram a trilhar grande parte do meu caminho no meio acadêmico, sempre direcionando aos percursos mais adequados quanto a leitura e escrita, para minha evolução intelectual e conseqüentemente acadêmica.

Ao Dr. Alexandre Ferreira do Nascimento por toda ajuda em campo, todos ensinamentos, pela disponibilidade e valioso apoio durante o mestrado.

Ao prof. Dr. Marcelo Metri Corrêa por toda ajuda em campo, pela disponibilidade em participar como examinador do meu trabalho de dissertação e pelos valiosos ensinamentos.

Ao Dr. José Coelho pela disponibilidade em participar como examinador do meu trabalho de dissertação, bem como por todas as valiosas contribuições ao mesmo.

A todos os funcionários da pós-graduação pela solidariedade, carinho, apoio e ensinamentos em especial seu Zeca (José Fernando Wanderley Fernandes de Lima), Josué Camilo, Sidrack Camilo e Maria do Socorro Santana (Socorrinho) que sempre nos ajudam e acolhem.

Aos professores da pós-graduação por toda ajuda e valiosos ensinamentos, em especial a prof. Mateus Filho, Flávio, Valdomiro, Caroline Biondi, Maria Bethânia, Sheila Bittar e Brivaldo.

Aos amigos Manu (Emanuelle), Betinha (Elisabete), Aninha (Ana Luísa), Hidel (Hidelblandi), Juliana, Rosinha (Rosângela), Rodrigo por cada momento compartilhado durante nossa trajetória na graduação e após ela, uma trajetória de vida e muito companheirismo, em especial a professora Izabel Cristina de Luna Galindo por cada ensinamento, ajuda e amizade sempre e a Jocelane, ou Jô como prefere ser chamada, grande amiga que sempre esteve presente nos momentos mais e menos difíceis, obrigada por todo carinho, ajuda e disponibilidade.

Aos amigos da pós-graduação Mayame Brito, Juscélia Ferreira, Vinicius Gomes, Carlos Vitor, Kairon Rocha, Glêvia Kamilla, Luís Antônio, Eloá Moura, Eloise, Regilene, Maria da Conceição, Paula, Bruno, pelos inúmeros momentos compartilhados, pelo companheirismo e ajuda sempre.

Aos grandes amigos William Ramos e Ítalo Férrer por todos os momentos e risadas compartilhadas. Juntos, alcançamos muitas conquistas, nossa amizade se fortaleceu ao passar dos anos em meio as lutas e dificuldades.

Aos integrantes do quarteto fantástico Elis Regina e Francis Henrique por toda amizade, companheirismo, ajuda e muitas risadas compartilhadas, momentos inesquecíveis e imprescindíveis.

A todos do laboratório de mineralogia do solo, pós-graduandos, estagiários e agregados, Suzana Gomes, Elaine Almeida, Patrícia Karla, Laércio Neves, Jane Kelly, Stephany Brilhante, Cláudio Henrique, Marilya Gabryella, Artur Henrique e Luis Felipe por toda ajuda, amizade, ensinamentos, conversas, brincadeiras, carinho. Cada um à sua maneira, são de grande importância na minha vida.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco pela oportunidade e apoio durante toda minha graduação e mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo.

Ao CNPq pela concessão da bolsa.

Agradeço a todas as pessoas que passaram por minha vida, pois contribuíram direta ou indiretamente para minha formação.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS.....	12
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	14
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1. Planossolos.....	17
2.1.1. Definições e ocorrência.....	17
2.1.2. Propriedades.....	21
2.1.2.1. Características morfológicas.....	21
2.1.2.2. Características físicas.....	23
2.1.2.3. Características químicas	24
2.1.2.4. Características mineralógicas.....	26
2.1.3. Gênese.....	27
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
3.1. Descrição da área estudada.....	33
3.2. Seleção de perfis, descrição e amostragem.....	34
3.3. Análises físicas.....	37
3.4. Análises químicas.....	38
3.5. Extração seletiva e total.....	38
3.6. Análises mineralógicas.....	40
4. RESULTADOS.....	42
4.1. Atributos morfológicos e físicos.....	42

4.2. Atributos químicos.....	49
4.3. Atributos mineralógicos.....	55
4.4. Classificação dos solos.....	68
5. DISCUSSÃO.....	69
5.1. Atributos morfológicos, físicos e químicos.....	69
5.2. Atributos mineralógicos.....	80
5.3. Gênese.....	85
6. CONCLUSÃO.....	87
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
APÊNDICE – DADOS MORFOLÓGICOS E ANALÍTICOS DOS PERFIS.....	100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição de Planossolos no mundo.....	18
Figura 2. Distribuição de Planossolos no Brasil, com a região semiárida em destaque, adaptado do atlas nacional do Brasil e IBGE (2015).....	19
Figura 3. Distribuição de Planossolos em Pernambuco, Torres e Pfaltzgraff (2014)....	20
Figura 4. Domínios geomorfológicos propostos para o estado de Pernambuco, com destaque o perfil esquemático do planalto da Borborema, entre as cidades de Correntes e Venturosa, adaptado de Torres e Pfaltzgraff (2014) e Marcelo E. Dantas, Jennifer F.C. Renk e Rogério V. Ferreira (2013).....	21
Figura 5. Mapas com a localização da área de estudo	33
Figura 6. Áreas de coleta (P1-P4) no município de Lagoa do Ouro localizado no Agreste Pernambucano (Composição R7G4B3 do satélite Landsat 5 do sensor TM – <i>Thematic Mapper</i> em 2010-09-29 e modelo digital de elevação (MDE) da topossequência em estudo).....	34
Figura 7. Geologia da área de estudo, adaptado de BELTRÃO et al. (2005), CRM (2015).....	36
Figura 8. Paisagens das áreas de coleta dos solos: A) ambiente do perfil 1; B) ambiente do perfil 2; C) ambiente do perfil 3; D) ambiente do perfil 4.....	37
Figura 9. Perfis dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco....	42
Figura 10. Difratomogramas de raios-X da fração silte dos perfis estudados. Perfis 1, 2, 3 e 4 (Qt-quartzo; Fd-feldspato).....	63
Figura 11. Difratomogramas de raios-X da fração argila dos perfis estudados. Perfis 1, 2, 3 e 4 (Fd-feldspato; Ct-caulinita; Mi-mica).....	64
Figura 12. Difratomogramas de raios-X da fração argila saturada do perfil 1 (Fd-feldspato; Ct-caulinita; Il-ilita; Es-esmectita).....	65
Figura 13. Difratomogramas de raios-X da fração argila saturada do perfil 2 (Fd-feldspato; Ct-caulinita; Il-ilita; Es-esmectita).....	65

Figura 14. Difratoformas de raios-X da fração argila saturada do perfil 3 (Fd-feldspato; Ct-caulinita; Il-ilita; Es-esmectita).....	66
Figura 15. Difratoformas de raios-X da fração argila saturada do perfil 4 (Fd-feldspato; Ct-caulinita; Il-ilita).....	66
Figura 16. Difratoformas de raios-X da fração argila. Teste de Greene-Kelly do perfil 1 (Bd/Nt-Beidelita/Notronita; Mi/Mt-Mica/Montmorilonita; Mt-Montmorilonita).....	67
Figura 17. Difratoformas de raios-X da fração argila. Teste de Greene-Kelly do perfil 2 (Bd/Nt-Beidelita/Notronita; Mi/Mt-Mica/Montmorilonita; Mt-Montmorilonita).....	67
Figura 18. Difratoformas de raios-X da fração argila. Teste de Greene-Kelly do perfil 3 (Mt-Montmorilonita).....	67
Figura 19. Bloco diagrama da paisagem com a localização dos perfis dos solos estudados.	78
Figura 20. Corte geológico e pedogeomorfológico esquemático da paisagem estudada, com destaque as localizações dos perfis de solo.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos morfológicos dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.....	44
Tabela 2. Atributos físicos dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.....	47
Tabela 3. Estatística da distribuição granulométrica conforme parâmetros de Folk e Ward (1957) dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.....	48
Tabela 4. Atributos químicos dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.....	51
Tabela 5. Extração seletiva dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.....	52
Tabela 6. Valores semiquantitativos de óxidos determinados por FRX dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.....	53
Tabela 7. Fator de enriquecimento a partir dos valores semiquantitativos de óxidos determinados por FRX dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.....	54
Tabela 8. Valores semiquantitativos de óxidos determinados por FRX das rochas estudadas no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.....	54
Tabela 9. Composição da fração areia grossa dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.....	56
Tabela 10. Composição da fração areia fina dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.....	60

RESUMO

Os Planossolos são solos minerais, com restrições de drenagem, formados por horizontes apresentando sinais de periódica estagnação de água. Possuem mudança abrupta de textura, com o horizonte subsuperficial mais denso pela maior quantidade de argila, e de lenta permeabilidade. Diante do material de estudo o presente trabalho teve o objetivo de caracterizar morfológica, física, química e mineralogicamente três perfis de Planossolos e um de Argissolo localizados no município de Lagoa do Ouro, no Agreste Meridional de Pernambuco, formados a partir da alteração de rochas ígneas e metamórficas diversas, com o propósito de mostrar a fundamental influência do relevo e condição de drenagem na formação de minerais existentes no solo e os possíveis processos de gênese que ocorrem nos mesmos. Foram realizadas análises químicas (pH em água e em KCl, cátions trocáveis, fósforo disponível, alumínio disponível, acidez potencial, carbono orgânico, pasta saturada, Fe extraído por DCB e oxalato, análise por fluorescência de raios-x da composição química total), físicas (granulometria, argila dispersa em água, densidade do solo e da partícula) e mineralógicas (areia por microscopia ótica, silte e argila (pó não orientado) por difratometria de raios-x, argilas submetidas a tratamentos de saturação e térmico). De forma geral foi observado que o magnésio teve grande importância na dispersão das argilas ao longo dos perfis. Os valores de Fe_2O_3 extraídos por DCB e oxalato foram condizentes com a região de limitado intemperismo, exceto para alguns horizontes subsuperficiais. Os altos valores de SiO_2 refletiram a natureza quartzosa dos solos. A mineralogia da fração areia dos solos é constituída principalmente por quartzo, feldspatos e em menor proporção por biotita, anfibólios, epidoto e outros. A mineralogia da fração silte é composta basicamente por quartzo e feldspatos. A mineralogia da fração argila para os quatro perfis é composta por esmectita, caulinita, ilita e feldspatos, diferenciando apenas quanto a intensidade do mineral presente, sendo o perfil 1 e 2 mais esmectítico e o perfil 3 e 4 mais caulínítico. Ocorreram inúmeros processos pedogenéticos nos solos estudados, predominando, no entanto, os de monossilificação e bissilificação contribuintes para formação do gradiente textural. A formação dos minerais está diretamente ligada a posição do solo na paisagem sendo os solos com maior drenagem propícios a formação de minerais 1:1 (caulinita), e os solos com menor drenagem propícios a formação de minerais 2:1 (esmectita). Os quatro perfis estudados foram considerados autóctones.

Palavras-chave: Caulinita, esmectita, paisagem, relevo, drenagem.

ABSTRACT

The Planosols are mineral soils with drainage restrictions, formed by horizons showing signs of periodic water stagnation. They have abrupt change in texture, with the horizon denser subsurface for the largest amount of clay, and slow permeability. Before the study material This study aimed to characterize morphological, physical, chemical and mineralogical three profiles of Planosols and a Argisol located on the Lagoa do Ouro municipality in the Southern Agreste of Pernambuco, formed from the alteration of igneous rocks and various metamorphic for the purpose of showing the essential influence of the relief and drain condition existing in the formation of minerals in the soil and the possible genesis processes occurring therein. Chemical analyzes were conducted (pH in water and KCl, exchangeable cations, available phosphorus, aluminum available potential acidity, organic carbon, saturated folder, Fe extracted by DCB and oxalate, fluorescence analysis of x-rays of the total chemical composition) physical (particle size, water dispersed clay, soil bulk density and particle) and mineralogical (by optical microscopy sand, silt and clay (non-oriented powder) by diffraction of x-rays, clays subjected to saturation and thermal treatments). In general it was observed that the magnesium had great importance in the dispersion of clays along the profiles. The Fe_2O_3 values extracted by DCB and oxalate were consistent with the region's limited weathering except for some subsurface horizons. The high SiO_2 values reflected the quartz nature of the soil. The mineralogy of the sand fraction is composed primarily of quartz, feldspars and to a lesser extent by biotite, amphibole, epidote and others. The mineralogy of the silt fraction is composed mainly of quartz and feldspar. The clay mineralogy for the four profiles is composed of smectite, kaolinite, illite and feldspars, differing only as the intensity of this mineral, and the profile 1 and 2 smectite and profile 3 and 4 kaolinite. There were numerous pedogenic processes in the soils, predominantly, however, the monosialitization and bissialitização contributors to the formation of the texture gradient. The formation of the minerals is directly linked to soil position in the landscape and the soil more prone to drain mineral formation 1:1 (kaolinite), and soils with less drainage conducive to formation of 2:1 minerals (smectite). The four studied profiles were considered autochthonous.

Keywords: kaolinite, smectite, landscape, relief, drainage.

1. INTRODUÇÃO

O nome Planossolo foi criado em 1938 nos Estados Unidos da América, e posteriormente foi adotado no Brasil (FAO 2014). Hoje é reconhecido pela maioria dos sistemas de classificação e refere-se a solos formados por horizontes de coloração mais clara, apresentando sinais de periódica estagnação de água, possuem mudança abrupta de textura, com o horizonte subsuperficial mais denso pela maior quantidade de argila e de lenta permeabilidade (FAO 2014; FAO 2015).

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos a classe dos Planossolos inclui os solos que foram um dia classificados como Planossolos, Solonetz-Solodizado e parte dos Hidromórficos Cinzentos (EMBRAPA, 2013).

Segundo Ranst et al. (2010) na legenda revisada do mapa de solos do mundo, os Planossolos são reconhecidos como importante solo no mais alto nível. Ocorrem predominantemente em regiões subúmidas e semiáridas do Hemisfério Sul (FAO, 2015).

No Nordeste brasileiro os Planossolos estão associados às sub-regiões Sertão (compreendendo as terras semiáridas ou o “polígono das secas”, que vai desde o Piauí até o norte de Minas Gerais) e o Agreste (zona intermediária entre a Zona da Mata e o Sertão). Associados muitas vezes à vegetação do tipo caatinga (LEPSCH, 2011) e diversos tipos de material de origem (ARAÚJO FILHO et al., 2000).

Para a formação dos Planossolos existem várias teorias, todas relacionadas a mudança textural abrupta entre seus horizontes (RANST et al. 2011). A mudança textural abrupta evidenciada nesses tipos de solo de um horizonte superficial para um mais profundo pode ser causada por vários fatores, como por processos geogenéticos tais como sedimentação de areia sobre camadas de textura argilosa ou erosão seletiva na qual a fração mais fina é removida das camadas superficiais, por processos pedogenéticos físicos seletivos de eluviação e iluviação de argila com baixa estabilidade estrutural, ou por processos pedogenéticos químicos (FAO, 2015). Um processo de destaque é a ferrólise (PARAHYBA et al., 2010; FAO, 2015). Outro fator de destaque para esse tipo de solo é se são originários por influência do material de origem subjacente, material aluvial principalmente argiloso, ou depósitos coluviais (FAO, 2014; FAO, 2015).

A partir das informações apresentadas é notório que pesquisas para analisar a evolução mineralógica de solos pouco desenvolvidos, tais como Planossolos, podem esclarecer a formação e evolução dos mesmos em termos mineralógicos sob clima semiárido, permitindo um maior conhecimento dos processos de formação de mineral de argila, bem como sua composição, que auxiliará na compreensão dos atributos do solo e sua função no ecossistema.

Esse trabalho, portanto, tem como hipótese que na região Agreste de Pernambuco, sob clima semiárido, a formação de argilominerais 2:1 em solos é condicionada, principalmente, pela posição do solo na paisagem e pela condição de drenagem, e não, exclusivamente, pela atual condição climática (precipitação x evaporação), assumindo que o principal processo de formação de minerais na fração argila é a monossilificação, sendo a caulinita o principal mineral.

Para isso foi realizada uma caracterização física, química e mineralógica de Planossolos formados a partir da alteração de rochas ígneas e metamórficas diversas no agreste meridional de Pernambuco.

A área estudada possui um histórico considerável de estiagens, estando sujeita a processos de desertificação se expostas a uso indevido. Os solos do semiárido são poucos estudados, apesar de sua grande utilização para agropecuária de base familiar.

A avaliação das propriedades físicas, químicas e mineralógicas de solos na região agreste de Pernambuco contribuirá para o avanço do conhecimento desses solos no ecossistema de caatinga, que auxiliará nos estudos sobre suas potencialidades e limitações agrícolas.

O trabalho também contribuirá para a compreensão dos processos pedogenéticos em solos sob clima semiárido, auxiliando para o avanço dos estudos de gênese de solos no Brasil.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Planossolos

2.1.1 Definições e ocorrência

O nome Planossolo foi criado em 1938 nos Estados Unidos da América, e posteriormente foi adotado no Brasil (FAO 2014). Hoje é reconhecido pela maioria dos sistemas de classificação e refere-se a solos formados por horizontes de coloração mais clara, apresentando sinais de periódica estagnação de água, possuem mudança abrupta de textura, com o horizonte subsuperficial mais denso pela maior quantidade de argila e de lenta permeabilidade (FAO 2014; FAO 2015). Anteriormente esses solos eram considerados como pseudogley (SPAARGAREN, 2001; FAO, 2015).

No Brasil são considerados como Planossolos os solos minerais, imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, com textura mais leve, o qual contrasta de forma abrupta com um horizonte B imediatamente subjacente, adensado, com grande quantidade de argila, apresentando permeabilidade lenta ou muito lenta. Esses solos possuem, por vezes, um horizonte pã (formados a partir de adensamento de um ou mais horizontes subsuperficiais e teores elevados de argila dispersa), o qual influencia na formação de um lençol d'água suspenso com existência variável em diferentes épocas ao longo do ano, fator que provoca excesso de água em tais áreas (LEPSCH, 2011; OLIVEIRA, 2011; EMBRAPA, 2013).

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos a classe dos Planossolos inclui os solos que foram um dia classificados como Planossolos, Solonetz-Solodizado e parte dos Hidromórficos Cinzentos. Atualmente enquadram-se nessa classe os chamados Planossolos Nátricos e Planossolos Hápticos. O que os diferenciam é basicamente o solo apresentar o horizonte plânico com caráter sódico ($(100 \text{ Na}^+/\text{T}) \geq 15\%$) imediatamente abaixo de um horizonte A ou E ou caráter sódico dentro de 120 cm a partir da superfície do solo (se o B plânico ocorrer abaixo de 120 cm, deve se considerar a maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B), desde que a parte superior do horizonte B tenha a soma $\text{Mg}^{+2} + \text{Na}^+$ trocáveis $> \text{Ca}^{2+} + \text{H}^+$ para os Planossolos Nátricos, sendo considerados Hápticos os que não se enquadrarem nesta definição (EMBRAPA, 2013).

Segundo Ranst et al. (2010), na legenda revisada do mapa de solos do mundo, os Planossolos são reconhecidos como importante solo no mais alto nível. Ocorrem

predominantemente em regiões subúmidas e semiáridas do Hemisfério Sul (FAO, 2015).

Ocorrem normalmente em áreas de planalto sazonalmente ou periodicamente encharcados, muitas vezes a cima dos níveis normais de inundação ou próximos de rios ou estuários. Ocasionalmente eles ocorrem em encostas suaves ou muito suaves, sendo geralmente limitados a essas posições da paisagem (RANST et al., 2010; RANST et al., 2011).

As principais áreas de Planossolo do mundo ocorrem em regiões subtropicais e temperadas com clara alternância de períodos de seca e chuva, por exemplo, na América Latina (sul do Brasil, Paraguai e Argentina), África austral e oriental (Zona de Sahel, leste e Sul da África) a leste dos Estados Unidos da América, sudeste da Ásia (Bangladesh e Tailândia) e Austrália. A sua extensão total é estimada em cerca de 130 milhões de hectares (SPAARGAREN, 2001; FAO 2014, FAO 2015) (Figura 1). Cerca de um terço desses 130 milhões de hectares ocorre na Austrália e bem mais de 40% é encontrado na América Latina (SPAARGAREN, 2001).

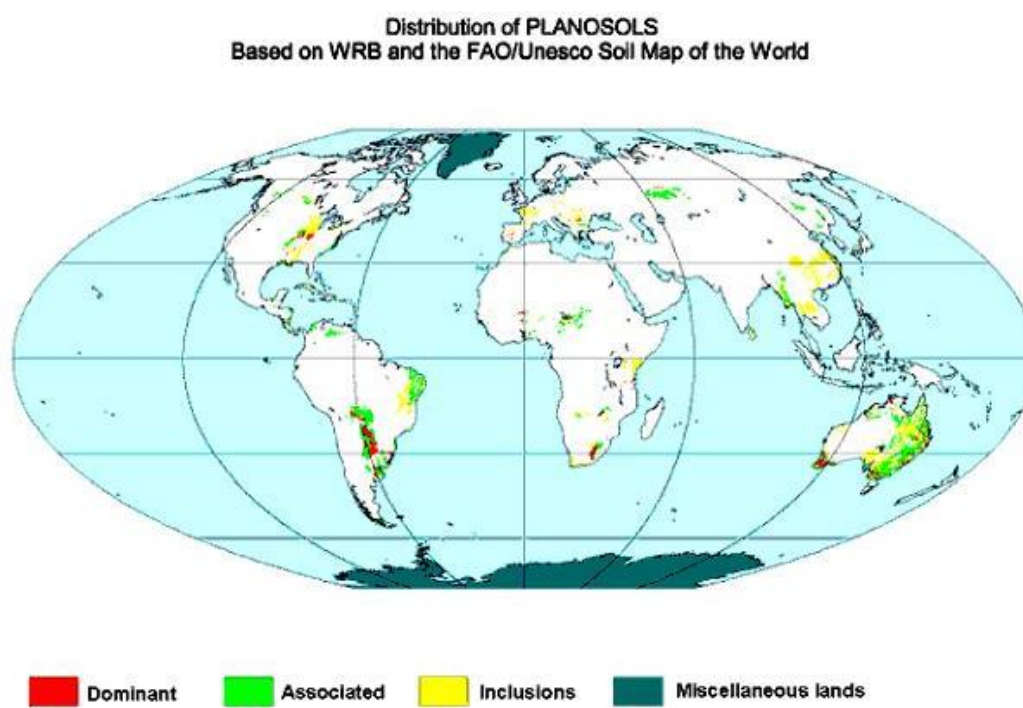


Figura 1. Distribuição de Planossolos no mundo, FAO (1998).

Segundo Oliveira (2011), no Brasil as maiores concentrações de Planossolos Nátricos e dos Planossolos Hápticos ocorrem no Nordeste e no pantanal Mato-grossense, e ainda no Rio Grande do Sul e norte de Roraima, no caso dos Planossolos

Háplicos. De acordo com as informações apresentadas pela FAO (2014) os únicos Planossolos apresentados como existentes no Brasil são no Sul do país. Vale salientar, no entanto, que grande parte ocorre no nordeste do mesmo (Figura 2).

No Nordeste os Planossolos estão associados às sub-regiões Sertão (compreendendo as terras semiáridas ou o “polígono das secas”, que vai desde o Piauí até o norte de Minas Gerais) e Agreste (zona intermediária entre a Zona da Mata e o Sertão) (LEPSCH, 2011).

Nas paisagens semiáridas, os solos estão associados à vegetação do tipo caatinga que, em suas várias formas de vegetação xerófila, decidual e lenhosa, refletem as condições climáticas existentes (LEPSCH, 2011). As precipitações pluviiais médias anuais dessas regiões são inferiores a 800 mm e concentradas em poucos meses do ano, insolação média de 2800 h ano⁻¹, temperaturas médias anuais de 23 a 27°C, evaporação média de 2.000 mm ano⁻¹ e umidade relativa do ar média em torno de 50% (MOURA et al., 2015). O ar é muito seco e quente, com a água disponível para vegetação escassa, como consequência das poucas chuvas e pelo fato dos solos serem muito rasos ou salinos (LEPSCH, 2011).

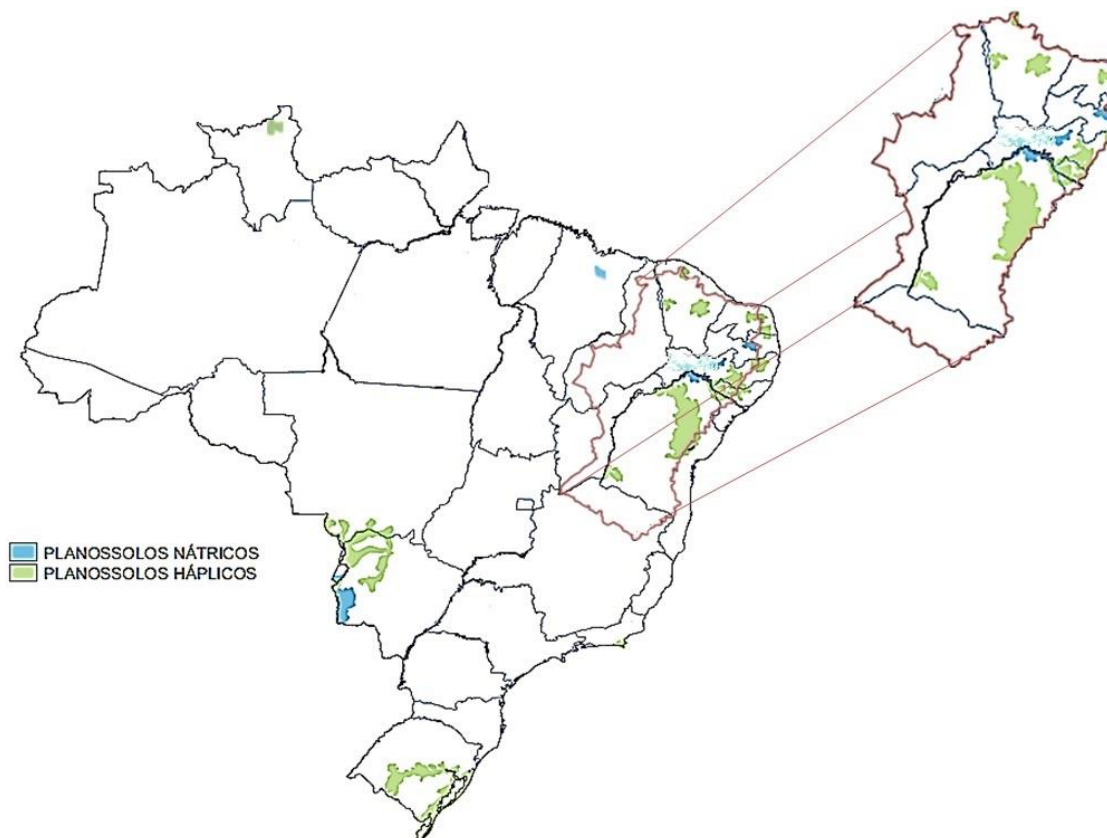


Figura 2. Distribuição de Planossolos no Brasil, com a região semiárida em destaque, adaptado do atlas nacional do Brasil e IBGE (2015).

Em Pernambuco os Planossolos ocupam em média 15% da superfície do Estado, sendo distribuídos geograficamente por quase toda zona fisiográfica do Agreste, com destaque nas áreas das folhas de Surubim, Venturosa, Santana do Ipanema, Bom Conselho, Belo Jardim, Caruaru e Garanhuns. Em menores proporções na zona Sertão, nas áreas das folhas de Bodocó e Ouricuri (ARAÚJO FILHO et al., 2000) (Figura 3). O Agreste sobre o Planalto da Borborema (BRASIL, 2008) (Figura 4), situa-se em uma área com altitude variando de 400 a mais de 1000 metros, com drenagem complexa (BRASIL, 2004) e caracteriza-se geologicamente por estruturas cristalinas (PERNAMBUCO, 2015), composta por retalhos de terrenos com distintas litologias divididos por falhas e lineamentos importantes (MABESSONE, 2002). Nesse contexto encontram-se extensos “maciços” gnáissico-migmatítico-graníticos (VASCONCELOS, 1998).

Os Planossolos em Pernambuco são encontrados normalmente em áreas relacionadas aos materiais geológicos do Pré-Cambriano Indiviso e de rochas Plutônicas ácidas. O material de origem é constituído por saprolito de granitos pórfiros, gnaisses, migmatitos, xistos, granodiorito gnaissificado, com influência de cobertura pouco espessa de material argilo arenoso no desenvolvimento do horizonte A (ARAÚJO FILHO et al., 2000).

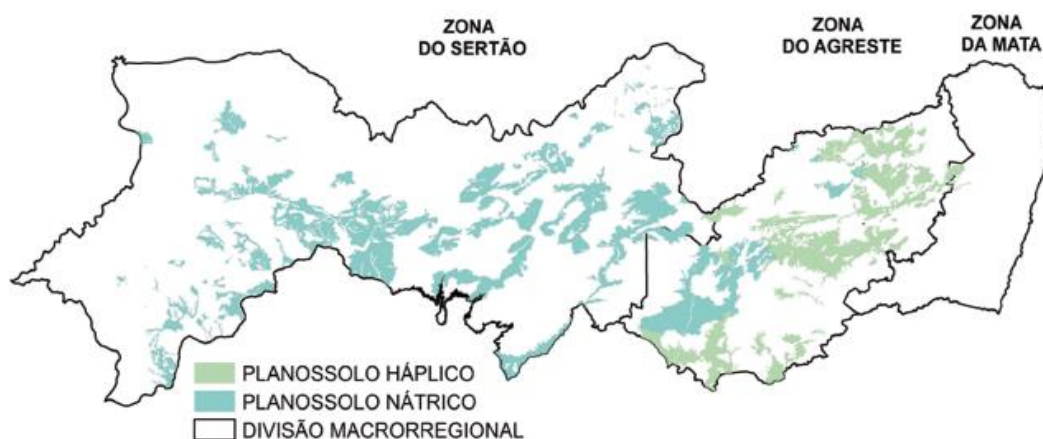


Figura 3. Distribuição de Planossolos em Pernambuco, Torres e Pfaltzgraff (2014).

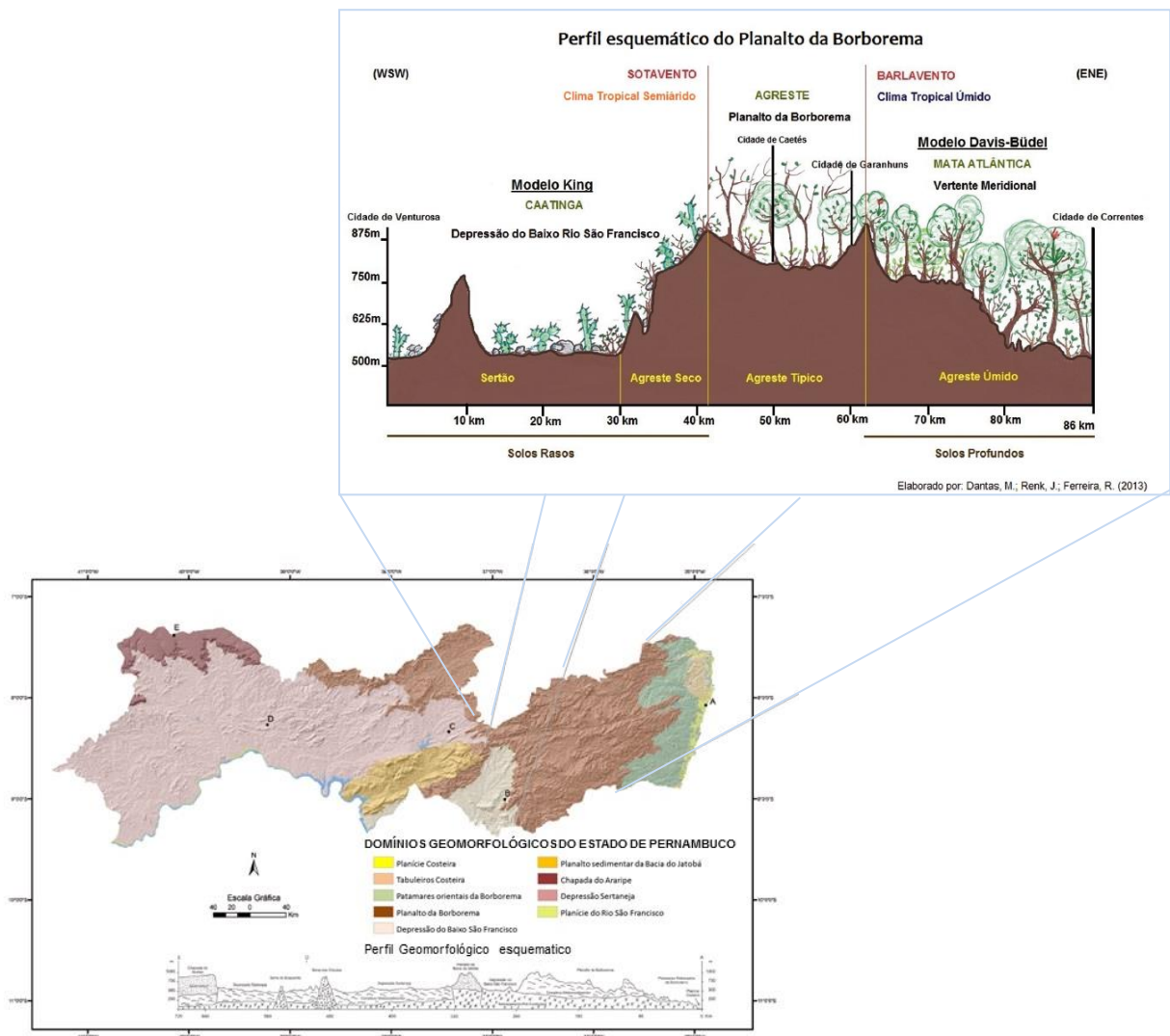


Figura 4. Domínios geomorfológicos propostos para o estado de Pernambuco, com destaque o perfil esquemático do planalto da Borborema, entre as cidades de Correntes e Venturosa, adaptado de Torres e Pfaltzgraff (2014) e Marcelo E. Dantas, Jennifer F.C. Renk e Rogério V. Ferreira (2013).

Os Planossolos ocorrem predominantemente em posições mais planas, entretanto, podem também ser encontrados em regiões inferiores de encostas, em zonas intermediárias entre, por exemplo, Argissolos e Luvisolos, e em áreas de planícies, associados, por exemplo, a Vertissolos. Ocorrem também em terraços ou mais acima, em conjunto com Argissolos ou outros solos com horizonte subsuperficial argiloso. Nas montanhas etíopes, por exemplo, os Planossolos ocorrem em associação com Vertissolos em partes mais baixas da paisagem e Nitossolos em posições superiores (FAO, 2015). Podem ocorrer ainda, associados a Neossolos (JACOMINE, 1996).

2.1.2. Propriedades

2.1.2.1. Características morfológicas

Segundo a FAO (2015) uma sequência típica nos Planossolos consiste em horizonte superficial mineral ócrico (\geq a 10 cm de espessura, com carbono orgânico \geq a 0,2 ou $<$ 0,6%) ou úmbrico sobre um horizonte subsuperficial álbico, diretamente em cima de um horizonte B argiloso. Em locais muito úmidos, o horizonte superficial pode até ser um horizonte hístico, sendo em regiões mais áridas horizontes com pouquíssimo acúmulo de matéria orgânica.

Os Planossolos podem apresentar qualquer tipo de horizonte A, seguido ou não de horizonte E, acima de B plânico, possuindo sequência de horizontes A, AB ou A, E (álbico ou não) ou EG, seguidos de Bt, Btg, Btn ou Btnng. Quando seco possui a exposição nítida de um contato paralelo à disposição dos horizontes, evidenciando um fraturamento muito nítido entre o horizonte A ou E e o B. Possuindo tipicamente no horizonte B estruturas forte grande em blocos angulares, geralmente com aspecto cúbico, podendo ser estrutura prismática ou colunar ao menos na parte superior do perfil (EMBRAPA, 2013). O horizonte álbico de eluviação é invariavelmente acinzentado e com textura mais arenosa ou até argilosa com estrutura fraca de baixa estabilidade (FAO, 2015).

Cabral et al. (2015) estudando Planossolos em Altinho, Agreste pernambucano, avaliaram colorações de bruno, cinza a bruno acinzentado escuro, variando entre horizontes. E texturas variando de arenosa a argilosa, influenciadas pela distribuição granulométrica ao longo do perfil.

Por efeito dessas possíveis oscilações de saturação do solo, ainda que por períodos curtos, as cores do horizonte B, mesmo na parte inferior a eles, são acinzentadas ou escurecidas, podendo ou não ter mosqueado. Os solos dessa classe ocorrem preferencialmente em regiões de relevo plano ou suave ondulado (ARAÚJO FILHO et al., 2000; EMBRAPA, 2013). O horizonte plânico apresenta consistência dura e/ou firme quando seco ou úmido, respectivamente (OLIVEIRA, 2011).

A característica mais proeminente dos Planossolos é, portanto, o aumento acentuado do teor de argila na passagem do horizonte eluvial degradado para o horizonte mais profundo, podendo esse último ser um horizonte de iluviação de argila, lentamente permeável, com mosqueados e elementos estruturais (SPAARGAREN, 2001; FAO, 2015).

Coringa et al. (2012) estudando Planossolos no Pantanal, Norte matogrossense caracterizaram morfologicamente e concluíram a presença de estruturas em blocos subangulares, sendo nos horizontes subsuperficiais verificada maior expressão de estrutura prismática.

Os Planossolos geralmente não se desenvolvem com grandes profundidades, Oliveira et al. (2009), por exemplo, classificaram Planossolos no semiárido do Nordeste brasileiro, e constataram que os solos originados foram rasos, não ultrapassando 100 cm. Já Parahyba et al. (2010) classificaram solos com mais de 120 cm de profundidade.

2.1.2.2. Características físicas

Os horizontes superficiais dos Planossolos possuem elementos estruturais instáveis e fracamente expressivos. Os horizontes argilosos, em especial, tornam-se duros como concreto na estação seca e uma pesada lama na estação chuvosa, na qual ficam alagados. O material mais arenoso da superfície de tais solos torna-se mais difícil de manejar quando seco, mas não cimentado (SPAARGAREN, 2001; FAO, 2015).

A distribuição das partículas do solo (areia, silte e argila) ao longo de um perfil, é de grande auxílio para o entendimento sobre a formação desse solo, pois pode ser aplicado para avaliação ou não de homogeneidade do material de origem. Uma análise granulométrica, que permita classificar os componentes minerais de acordo com seu diâmetro, a morfoscopia das frações areia e a mineralogia, podem fornecer subsídios para estabelecer a origem pedogenética ou sedimentológica dos horizontes A e B, identificando as causas do adensamento no horizonte B (SILVA et al. 2002).

Oliveira et al. (2013) utilizaram a distribuição de partículas em seus estudos, só que a ocorrência das mesmas em função de um determinado microrrelevo, concluindo a grande influência das posições da paisagem na distribuição granulométrica de um solo.

Silva et al. (2002) estudado solos do semiárido do estado de Pernambuco, concluíram a partir de critérios granulométricos, como estatística de grãos e morfoscopia de areia uma homogeneidade ao longo do perfil dos solos, não indicando descontinuidade litológica, sendo a causa do adensamento no horizonte B provocado possivelmente por processo pedogenético (eluviação/iluviação).

Os Planossolos possuem sérias limitações físicas. A reduzida condutividade hidráulica do horizonte plânico favorece a formação de um lençol freático suspenso temporário nos períodos de chuva intensa e conseqüente estabelecimento de um ambiente redutor, causando sérios distúrbios nas plantas menos adaptadas a essas condições de hidromorfismo temporário, e criando um ambiente para possível alteração mineralógica (OLIVEIRA, 2011).

O enraizamento de culturas é fortemente prejudicado pela pobre estabilidade da estrutura do solo, maior densidade em subsuperfície e a transição abrupta entre os horizontes (FAO, 2015). Outro fator que limita o desenvolvimento radicular é a baixa capacidade de retenção de água que o horizonte superior à camada mais densa possui, restringindo a produtividade das culturas na estação seca (SPAARGAREN, 2001).

Oliveira et al. (2003) caracterizaram e classificaram Planossolos do sertão do Araripe (PE), possuindo textura mais cascalhenta em superfície com aumento gradativos de teores de argila em profundidade, influenciando numa melhor retenção de água. Fator que possivelmente influencia em uma maior uniformidade quanto a presença de água ao longo do perfil, e possivelmente acarreta em diversos processos pedogenéticos, formando e transformando minerais ao longo de uma paisagem.

2.1.2.3. Características químicas

Planossolos pedogeneticamente bem desenvolvidos são muito degradados quimicamente. Geralmente a superfície do solo torna-se ácida e perde (a maior parte) sua argila, deteriorando conseqüentemente, a capacidade de troca iônica desses horizontes (FAO, 2015). Podem ocorrer na classe solos distróficos e eutróficos, caracterizados pela presença de baixa saturação por bases, valores inferiores a 50%, e alta saturação por bases, valores iguais ou superiores a 50%, respectivamente (EMBRAPA, 2013).

Esses solos podem ter horizonte cálcico, caráter carbonático, duripã, propriedades sódicas, solódica, caráter salino ou sálico (EMBRAPA, 2013).

Segundo Araújo Filho et al. (2000), os Planossolos apresentam reação desde moderadamente ácida até praticamente neutra, teor de carbono baixo, soma de base variando entre os horizontes de 3,0 no A até 24 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ no horizonte C, teor de

fósforo assimilável, variando de baixo a alto e relação Ki variando de valores médios a altos (2,50 a 4,50).

O teor de matéria orgânica, geralmente baixo nos Planossolos fornece pouco N mineralizado para as culturas, outros nutrientes como K e Ca também são geralmente baixos. Deficiência de S tem sido observada em cultivo de arroz em terras alagadas com Planossolos. O manejo de nutrientes para as plantas é mais complexo quando relacionado a solos melhores, devido a baixa capacidade de troca de cátions e reduzido teor de matéria orgânica (SPAARGAREN, 2001).

Nos Planossolos com caráter carbonático ou horizonte cálcico, é possível a ocorrência de deficiência em certos micronutrientes, especialmente zinco, ferro, cobre e manganês, em resposta a seu elevado pH (OLIVEIRA, 2011).

Nos Planossolos Nátricos é de grande importância a profundidade em que ocorre o horizonte B, devido a presença de altos níveis de sódio em seu complexo de troca. Diante desse fato, os Planossolos Nátricos considerados melhores para a agricultura são os arênicos e espessoarênicos por possuírem o horizonte B nátrico em maiores profundidades (OLIVEIRA, 2011).

Essa relação química de empobrecimento de alguns elementos e excesso de outros, é variável entre os Planossolos, e relaciona-se a vários aspectos, como material de origem. Jacomine et al. (1972) avaliaram diversos Planossolos em Pernambuco e concluíram que quimicamente apresentaram variações de pequenas a grandes quantidades de bases, com ausência de Na e Al para a maioria dos perfis.

Parahyba et al. (2010) estudando Planossolos em topossequência do Agreste Pernambucano concluíram que as características químicas gerais apresentam reação moderadamente ácida nos horizontes superficiais e moderadamente a fortemente alcalina nos horizontes subsuperficiais.

O estudo geoquímico é de grande importância para o entendimento de processos que ocorrem nesses solos na paisagem. Uma paisagem natural pode ser interpretada como reflexo de processos geológicos que modificaram rochas pré-existentes, modificações essas associadas a intemperismos físicos e químicos que agem sobre o relevo podendo formar novas paisagens. Uma abundância geoquímica natural de determinados elementos nessas paisagens indica o enriquecimento geológico de

determinado mineral ou elemento químico, podendo ser relacionada com um ambiente em questão (GUEDES, 2012), auxiliando em respostas como formação e transformação de minerais do solo.

Uma análise geoquímica dos solos em conjunto com atributos físicos, químicos e mineralógicos torna-se uma importante ferramenta para a compreensão dos processos de migração, dispersão e concentração de elementos químicos no solo, permitindo a correlação com as classes de solos formadas, possibilitando inferências acerca da gênese desses solos (CORINGA et al., 2014).

Torrado et al. (2007) utilizando a geoquímica e mineralogia em seus estudos puderam concluir uma série de fatores nos solos analisados, como neoformação de minerais, indícios de monossilicificação, contribuição externa (sem ser do material de origem) de elementos como K e etc. Siqueira et al. (2014) puderam avaliar o processo de dessilicificação, processo de grande importância para formação de muitos minerais.

2.1.2.4. Características mineralógicas

Pela variedade de possíveis materiais de origem para esse tipo de solo, a mineralogia geralmente presente nos mesmos é bem diversificada, com minerais primários e secundários (argilominerais) diversos. Os minerais primários são de grande importância, pois possuem o potencial de fornecer nutrientes para as plantas, principalmente os encontrados nas frações areia e silte. Os elementos K, Ca, Mg, P, Fe, Mn, Cu, Zn, dentre outros, fazem parte da estrutura de alguns minerais primários, e são liberados para solução do solo por meio de intemperismo químico (MELO et al., 2009). Esses minerais alterados e seus elementos liberados podem ainda originar outros minerais (secundários) (KAMPF et al., 2009).

Segundo Kampf et al. (2012) os argilominerais no solo possuem grande importância, contribuindo nas propriedades físicas (textura, estrutura, consistência, permeabilidade, expansão e contração, etc.) e nas propriedades químicas (disponibilidade de nutrientes, CTC, pH, sorção, etc.) do solo, decorrentes, principalmente, do seu tamanho de partícula (propriedades coloidais), elevada área superficial e reatividade de superfície.

A ocorrência de argilominerais é condicionada pelo material de origem, pelo intemperismo e pela pedogênese, onde estão inclusas nesse processo, etapas de

estabilidade, transformações e neoformações de minerais. Sendo esses minerais, portanto, indicadores de intensidade de intemperização e dos processos pedogênicos (bissialitização, monossialitização, alitização e etc) (KAMPF et al., 2012).

Jacomine et al. (1972) avaliaram diversos Planossolos em Pernambuco e concluíram que os minerais mais encontrados foram quartzo, feldspatos, hornblenda, ilmenita e traços de mica, magnetita, titanita, turmalina, anfibólio e biotita, evidenciando que mesmo com sobreposição de material arenoso, o desenvolvimento desses solos teve grande influência do material de origem.

Oliveira et al. (2003) caracterizaram e classificaram Planossolos do sertão do Araripe (PE), com argilas constituídas em grande parte por esmectitas, interestratificados e micas.

Mota et al. (2002) estudando um perfil de Planossolo Háptico no sertão Central do Ceará originados de gnaisses e migmatitos, observaram que as frações areia e silte grosso apresentaram altos teores de biotita e hornblenda nos horizontes 2Cr e 2BCn, valores que diminuía consideravelmente nos horizontes superpostos (2Bt, E e Ap). Porém, nas frações mais finas observaram predomínio de caulinita e montmorilonita, além de quartzo e interestratificado regular de vermiculita + mica.

Coringa et al. (2012) estudando Planossolos no Pantanal, Norte mato-grossense, constataram que a fração areia é constituída principalmente de quartzo (acima de 60%) e nódulos de manganês, sendo a fração argila dos horizontes subsuperficiais diagnósticos composta por caulinita, esmectita, ilita e interestratificados do tipo ilita-esmectita. O predomínio de esmectitas nesse solo conferiu elevada CTC (capacidade de troca de cátions), retenção de umidade e presença de superfícies de fricção nos horizontes subsuperficiais.

Parahyba et al. (2010) estudando Planossolos do Agreste Pernambucano evidenciaram nas frações mais grossas (calhaus, cascalho e areia) a presença principalmente de quartzo, micas (biotita e muscovita) e feldspato, havendo ainda a presença de anfibólio e traços de zircão, turmalina, rutilo, epidoto, e piroxênios. Na fração mais fina foi constatada a presença de quartzo e feldspato no silte, e na argila de quartzo e feldspato em menor proporção, e esmectitas, caulinita e possível vermiculita.

2.1.3. Gênese

Segundo Fanning & Fanning (1989) para a maioria dos pedólogos, descobrir a maneira que os solos vêm a existir, é algo fascinante. Alguns afirmam que é como olhar para dentro e conhecer a “mente de Deus”. Ao mesmo tempo, o conhecimento dos homens sobre a gênese da maior parte dos solos é apenas parcial e hipotética. Para realizar uma análise aprofundada da gênese da maioria dos solos, seria preciso uma “máquina do tempo” que permitisse viajar de volta no tempo, para que fosse possível examinar a natureza e as propriedades de um determinado solo em distintos momentos da sua existência. Sendo possível com isso avaliar os vários momentos de um horizonte, o início (existência), e por vezes a destruição ao longo do tempo.

Como essa “máquina do tempo” não existe, os pedólogos inferem baseados na literatura existente e em dados de estudos realizados, a gênese e existência de determinado tipo de solo.

Para a formação dos Planossolos existem várias teorias, todas relacionadas a mudança textural abrupta entre seus horizontes (RANST et al., 2011). A mudança textural abrupta evidenciada nesses tipos de solo de um horizonte superficial para um mais profundo pode ser causada por vários fatores, como por processos geogenéticos tais como sedimentação de areia sobre camadas de textura argilosa ou erosão seletiva na qual a fração mais fina é removida das camadas superficiais, por processos pedogenéticos físicos seletivos de eluviação e iluviação de argila com baixa estabilidade estrutural, ou por processos pedogenéticos químicos (FAO, 2015), como a ferrólise (PARAHYBA et al., 2010; FAO, 2015). Outro fator de destaque para esse tipo de solo é se são originários por influência do material de origem subjacente, material aluvial principalmente argiloso, ou depósitos coluviais (FAO, 2014; FAO, 2015).

O processo de eluviação e iluviação de argila é comumente chamado de lessivagem (do francês *lessive*, lavado) e designa o movimento em suspensão de partículas da fração argila, principalmente argila fina ($< 0,002$ mm), óxidos e compostos orgânicos, no interior do solo. Em consequência, os horizontes superficiais são empobrecidos (eluviados), enquanto os horizontes subsuperficiais são enriquecidos com argila (iluviados) (KAMPF & CURI, 2012).

Esse processo de eluviação não exige que substâncias eluviadas estejam em solução, sendo chamado de suspensão e lixiviação. No entanto, para a suspensão ocorrer a dispersão das partículas de argila pode ser necessária. A dispersão é promovida pela

baixa concentração de sais na solução do solo por intermédio do alto pH, sendo a solução livre de óxidos de ferro, já que os mesmos tendem a ligar com as partículas de argila, e tipicamente reduzem o fenômeno, induzindo o pH a neutralidade. Entretanto, os óxidos de ferro livres são partículas tipicamente mais finas e podem ser ligadas as partículas de argila silicatadas que podem ser eluviadas. As partículas eluviadas em geral podem ser iluviadas por processo de floculação, o qual pode ser induzido pelo aumento da salinidade na solução do solo ou um aumento de Ca, por filtração das substâncias, ou secagem da água proveniente da lixiviação (FANNING & FANNING 1989).

A ferrólise foi um processo proposto para a formação de solos hidromórficos, na qual a capacidade de troca de cátions do solo (CTC) é destruída, devido a reações de trocas que envolvem o ferro em ciclos sazonais de redução e oxidação. O processo envolve uma sequência repetitiva de ciclos com fase anaeróbica e aeróbica, a oxidação da matéria orgânica fornece a energia para conduzir todo o processo, sendo a destruição de argila por esse processo, muito mais eficiente, já que requer aproximadamente dez vezes menos matéria orgânica, em comparação ao ataque e complexação por ácido orgânico. Durante a fase anaeróbica o ferro livre é reduzido com simultânea oxidação da matéria orgânica e formação de íons de hidroxila. O ferro ferroso desloca cátions trocáveis, os quais são lixiviados total ou parcialmente. Durante a fase aeróbia o ferro ferroso é oxidado, produzindo hidróxido férrico e íons de hidrogênio, tais íons de H^+ deslocam o ferro ferroso trocável desgastando as camadas octaédricas das bordas dos minerais de argila, sendo ao mesmo tempo liberado na solução do solo alumínio, magnésio e outros íons presentes nos minerais, sendo assim, em cada ciclo cátions são lixiviados e parte da estrutura do mineral é destruída. Com a continuação da ferrólise o solo pode tornar-se com baixo teor de argila, limitada CTC (BRINKMAN, 1970), e consequentemente, coloração mais clara dos horizontes.

No entanto, é interessante destacar o processo de dessilicação (monossilicização/bissilicização), pois é um dos mais importantes meios para formação de vários tipos de minerais de argilas em solos (KAMPF & CURI, 2012).

A dessilicação consiste basicamente num processo de remoção de silício liberado na alteração e/ou transformação dos minerais. O processo se inicia com a intemperização dos minerais primários do material de origem, seguindo continuamente

como processo pedogenético na evolução dos solos sobre minerais primários e secundários (KAMPF & CURI, 2012).

As remoções de silício podem ocorrer em vários graus, o que influencia diretamente na composição mineralógica do solo (KAMPF & CURI, 2012; KAMPF et al., 2009). Para as condições químicas atuais, do semiárido pernambucano, no solo evidenciado (pH mais básico) a reação removedora de sílica mais atuante é a hidrólise, a qual consiste na interação entre os íons H^+ e OH^- (oriundas da dissociação da água (chuva) e um mineral, gerando o rompimento das ligações O entre os íons metal (Al, Fe, Ca, Mn, Mg e etc.)) e o Si nos silicatos e o C nos carbonatos, resultando num colapso e desintegração da estrutura por substituição dos íons alcalinos (K, Ca, Na e etc.) pelo H^+ (TEIXEIRA et al., 2000; KAMPF et al., 2009; LEPSCH, 2011).

Os elementos provenientes da hidrólise de minerais diversos podem recombinar-se resultando na neoformação de minerais secundários (TEIXEIRA et al., 2000). Essas reações dependem da intensidade da hidrólise e da lixiviação no sistema, provocando a formação, via solução, de diferentes minerais a partir de um mesmo mineral primário (KAMPF et al., 2009).

O grau de intensidade de fluxo de água (entrada e saída) no solo influencia na distinção da hidrólise em três principais níveis. Se houver pouca intensidade no fluxo de água, lixiviação e dessilicação limitada, uma maior quantidade de Si e bases permanecerão no sistema solo influenciando na formação de argilominerais do tipo 2:1, como a esmectita, processo intitulado de bissialitização. Se o fluxo de água for moderado (mais intenso que o anterior), com lixiviação mais acentuada, a dessilicação é parcial, o que permite a formação de argilominerais do tipo 1:1, como a caulinita, processo conhecido como monossialitização. Se o fluxo de água for muito intenso, com lixiviação muito forte, provoca perda total de Si do sistema, permanecendo apenas Al, ocasiona um processo conhecido como alitização (TEIXEIRA et al., 2000; KAMPF et al., 2009; KAMPF & CURI, 2012).

Jacomine et al. (1972) avaliaram diversos Planossolos em Pernambuco e concluíram que a origem dos mesmos foi proveniente de gnaisses e granitos diversos, todos com influência de cobertura arenosa, formados em relevos plano a suave ondulados, imperfeitamente drenados, muitos não ultrapassaram nem 100 cm de profundidade. Os minerais mais encontrados foram quartzo, feldspatos, hornblenda,

ilmenita e traços de mica, magnetita, titanita, turmalina, anfíbólio e biotita, evidenciando que mesmo com sobreposição de material arenoso, o desenvolvimento desses solos teve grande influência do material de origem.

Oliveira et al. (2003) caracterizaram e classificaram Planossolos do sertão do Araripe (PE), evidenciando dualidade de material de origem (rocha cristalina e cobertura sedimentar), possuindo textura mais cascalhenta em superfície com aumento gradativos de teores de argila em profundidade, influenciando numa melhor retenção de água. Essas argilas são constituídas em grande parte por esmectitas, interestratificados e micas.

Oliveira et al. (2009) classificaram Planossolos formados a partir de rochas metamórficas no semiárido do Nordeste brasileiro, e constataram que os solos originados foram rasos, não ultrapassando 100 cm, com incremento de bases e argila em profundidade, tal qual os apresentados anteriormente com dualidade de material.

Parahyba et al. (2009) avaliando tais solos no Agreste pernambucano por meio de métodos quantitativos (ganho e perda de peso proveniente de variação de materiais ao longo do perfil), concluíram que os mesmos foram oriundos do material de origem biotita gnaisse, sem influência de deposição de sedimentos, apenas pequenos retrabalhamentos superficiais, com mineralogia condizente a tal material originário. Neste mesmo trabalho os autores evidenciam que as fortes diferenciações texturais, típicas destes solos, são mais uma consequência do processo de intemperização de biotitas, com formação “*in situ*” de argilas, associado à perdas superficiais de argila por dissolução e movimentações laterais, do que dos processos de eluviação e iluviação, como é mais comumente afirmado.

Mota et al. (2002) estudando um perfil de Planossolo Háptico no sertão Central do Ceará originados de gnaisses e migmatitos reconheceram uma duplicidade de material de origem na formação do solo, entretanto, sugerem que o maior teor de argila do horizonte Bt Plânico resulta da alteração de minerais primários decomponíveis, presentes na rocha subjacente.

Ranst et al. (2010) estudando Planossolos da Etiópia concluíram improvável ocorrência do processo de ferrólise na formação desses solos. Bem como Dumon et al.

(2014) que em Planossolos vérticos da Etiópia concluíram a partir da assembleia mineralógica, que o solo tem formação geogenética.

É notável que a alteração abrupta no teor de argila em alguns Planossolos só pode desenvolver e persistir se houver pouca homogeneização do solo. Há relatos de Planossolos estabelecidos que foram posteriormente transformados em Chernossolos por efeito da intensa homogeneização do solo por cupins (FAO, 2015).

Spaargaren (2001) afirmou que Planossolos podem ter sido formados a partir da remoção ou destruição de argila em ex-vertissolos, quando a umidade sazonal do clima aumentou.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição da área estudada

Os solos foram descritos e coletados da região do município de Lagoa do Ouro, o qual está localizado na mesorregião Agreste e na microrregião Garanhuns do Estado de Pernambuco (Figuras 5 e 6), distante 275 km da cidade do Recife (BRASIL, 2005). O clima da região é do tipo As, tropical com estação seca, com precipitação pluvial média anual de 850 a 1.050 mm, evaporação média anual de 1.000 mm, insolação média anual de 2.400 a 2.600 horas, temperatura média anual entre 24 e 26°C e umidade relativa do ar em torno de 80 a 85% (INMET, 2009).

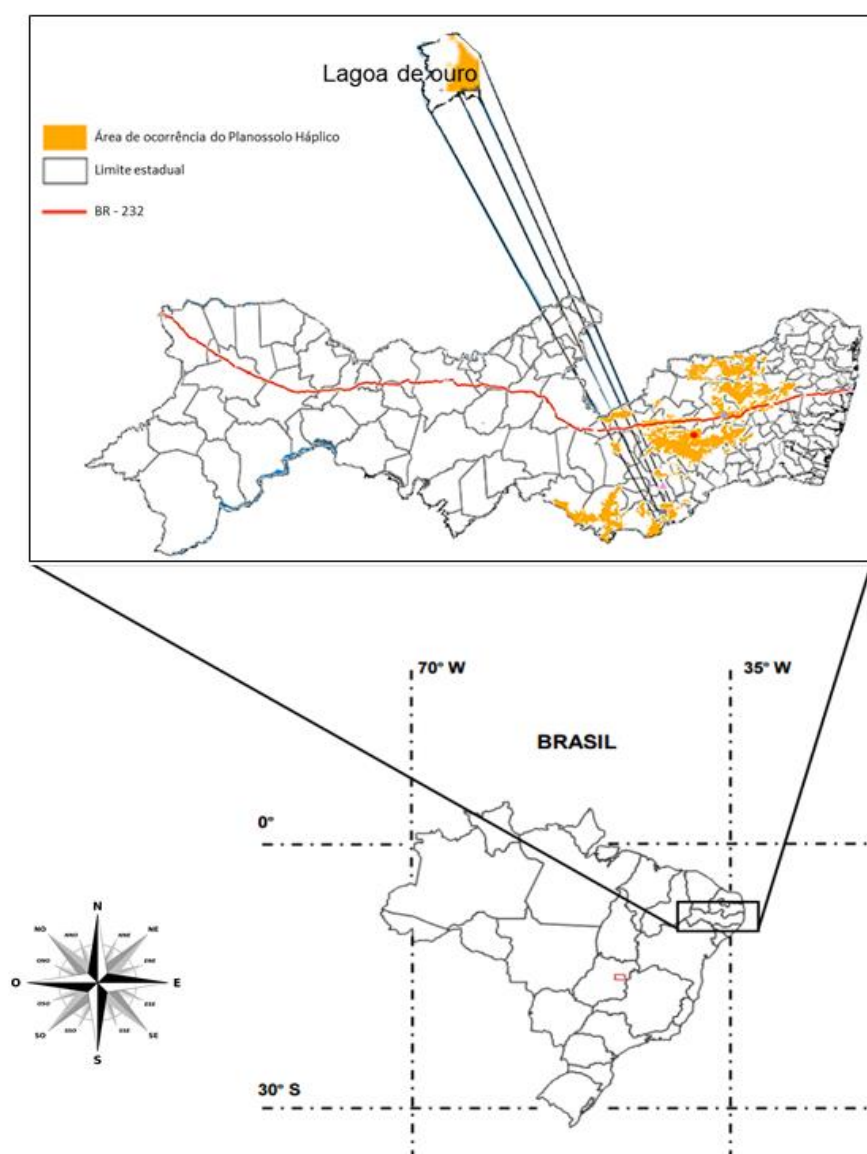


Figura 5. Mapas com a localização da área de estudo, adaptado de BELTRÃO et al. (2005), CRM (2015).

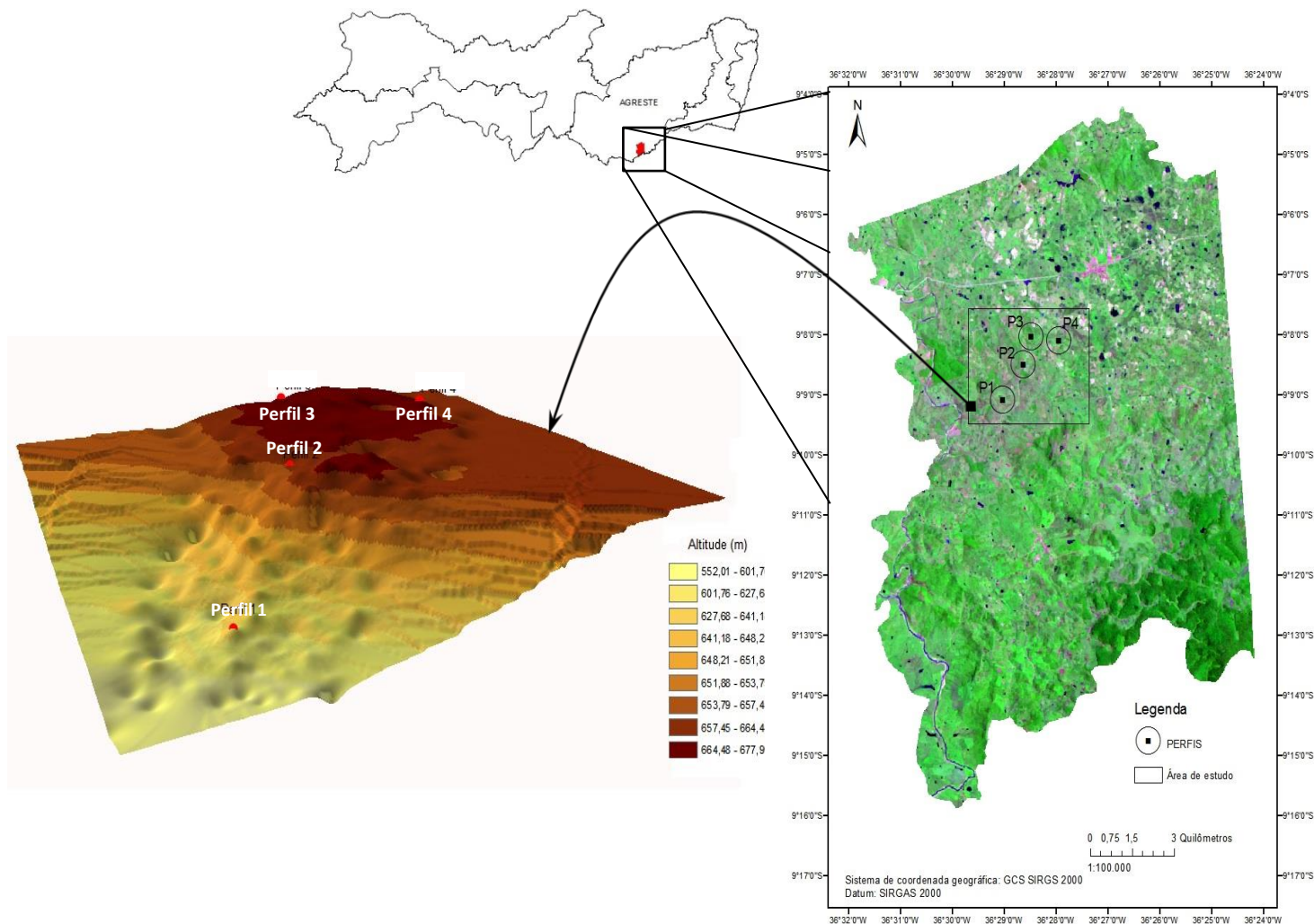


Figura 6. Áreas de coleta (P1-P4) no município de Lagoa do Ouro localizado no Agreste Pernambucano (Composição R7G4B3 do satélite Landsat 5 do sensor TM – *Thematic Mapper* em 2010-09-29 e modelo digital de elevação (MDE) da topossequência em estudo).

A vegetação é basicamente composta por caatinga hipoxerófila com trechos de floresta caducifólia. (BRASIL, 2005). A paisagem da região é caracterizada pela unidade de relevo Planalto da Borborema, uma área com altitude variando de 400 a mais de 1000 metros, com drenagem complexa (BRASIL, 2004).

A região encontra-se inserida geologicamente na Província Borborema, sendo formada por litotipos dos complexos Cabrobó (composto por xisto, gnaisse, leucognaisse, metarcóseo, metagrauvaca e quartzito), Belém do São Francisco (composto por leuco-ortognaisse e tonalito-granidiorítico migmatizado e enclaves de supracrustais) e da suíte Calcialcalina de Médio Alto Potássio Itaporanga (composto por granito, granidiorito porfirítico associado a diorito) (BRASIL, 2005). Mais detalhes da geologia da área estudada pode ser vista na figura 7.

3.2. Seleção de perfis, descrição e amostragem

Foram selecionados quatro perfis ao longo de uma topossequência, intitulados de P1, P2, P3 e P4. Os locais escolhidos para abertura dos perfis foram pré-selecionados considerando os aspectos climáticos da região e consultas ao mapa geológico da área (Figura 7).

O perfil 1 (P1) localiza-se em altitude média de 592 metros ($09^{\circ}09'05,2''S$ e $36^{\circ}29'02,2''W$ (GPS)), sendo o mais baixo da paisagem, com litologia formada por metagranitóides e ortognaisses, bandados a migmatíticos, de composição tonalítica, granodiorítica a granítica, com biotita e/ou anfibólio, textura equigranular média a grossa a inequigranular porfirítica com fenocristais de feldspato; as vezes miloníticos e com augens, atualmente é usada como área de descanso (pastagem em repouso) e palma forrageira (Figura 8A).

O perfil 2 (P2) situa-se em altitude média de 647 metros ($09^{\circ}08'29,8''S$ e $36^{\circ}28'38,8''W$ (GPS)), litologia formada por granitóides indiscriminados: monzogranitos, sienogranitos, granodioritos, tonalitos e sienitos predominantemente equigranulares finos a médios, às vezes grossos e, localmente, porfiríticos. Possuem xenólitos. São isotrópicos e, localmente, exibem foliação magmática, sendo a área usada atualmente como repouso (pastagem degradada) (Figura 8B).

O perfil 3 (P3) encontra-se em uma altitude de 693 metros ($09^{\circ}08'01,5''S$ e $36^{\circ}28'29,5''W$ (GPS)), sendo o perfil localizado na posição mais alta da paisagem, com uma litologia formada por granitóides indiscriminados: monzogranitos, sienogranitos, granodioritos, tonalitos e sienitos predominantemente equigranulares finos a médios, às vezes grossos e, localmente, porfiríticos. Possuem xenólitos. São isotrópicos e, localmente, exibem foliação magmática, sendo a área usada atualmente como repouso (pastagem degradada) (Figura 8C).

O perfil 4 (P4) localiza-se em uma altitude de 655 metros ($09^{\circ}08'05,8''S$ e $36^{\circ}27'57,5''W$ (GPS)), litologia formada por granitóides indiscriminados: monzogranitos, sienogranitos, granodioritos, tonalitos e sienitos predominantemente equigranulares finos a médios, às vezes grossos e, localmente, porfiríticos. Possuem xenólitos. São isotrópicos e, localmente, exibem foliação magmática, sendo a área usada atualmente como pastagem natural (Figura 8D).

As trincheiras foram abertas e em seguida, realizada a caracterização morfológica dos solos e a coleta de amostras de acordo com o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (SANTOS et al., 2013).

Foram coletadas amostras deformadas e indeformadas de todos os horizontes e

camadas, para realização de análises físicas, químicas e mineralógicas. As amostras deformadas foram secas ao ar, pesadas, levemente destorroadas em um tablado de borracha com o auxílio de um rolo de madeira e passadas em peneiras com malha de 2 mm para obtenção da fração terra fina seca ao ar (TFSA), que foi utilizada para realização das análises. As frações > 2 mm (cascalho e calhaus) foram separadas e quantificadas, conforme recomendado pela Embrapa (2011). Ainda foram coletadas amostras de fragmentos de rochas, os quais foram submetidos à análise petrográfica e análise química total.

As frações cascalho (2 a 20 mm) e calhaus (>20 mm) foram tratadas com NaOH a 0,1 mol L⁻¹ em recipientes plásticos por 24 horas, sendo lavadas em seguida com água corrente, secas em estufa, fracionadas e pesadas para determinação percentual de sua massa em relação a massa total do solo.

A classificação taxonômica dos solos estudados foi realizada de acordo com os critérios estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013).

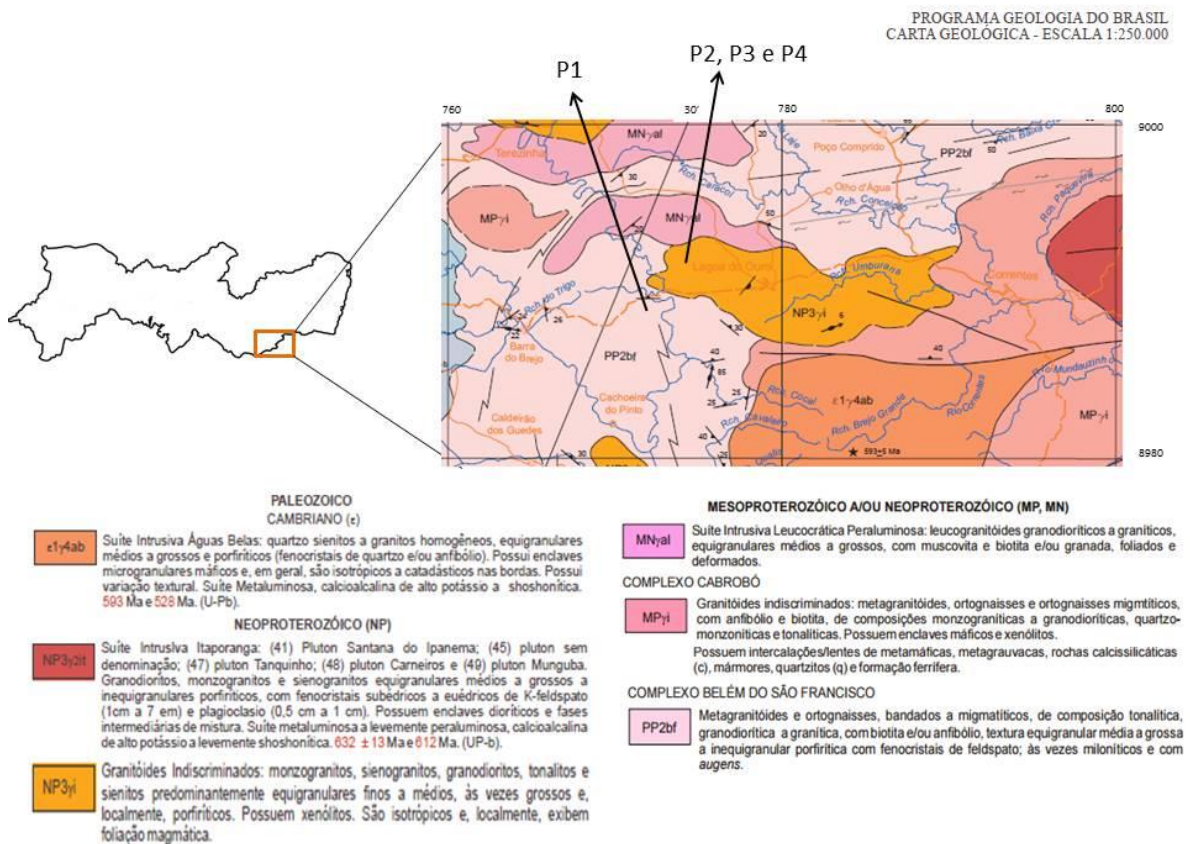


Figura 7. Geologia da área de estudo, adaptado de CPRM (2009).

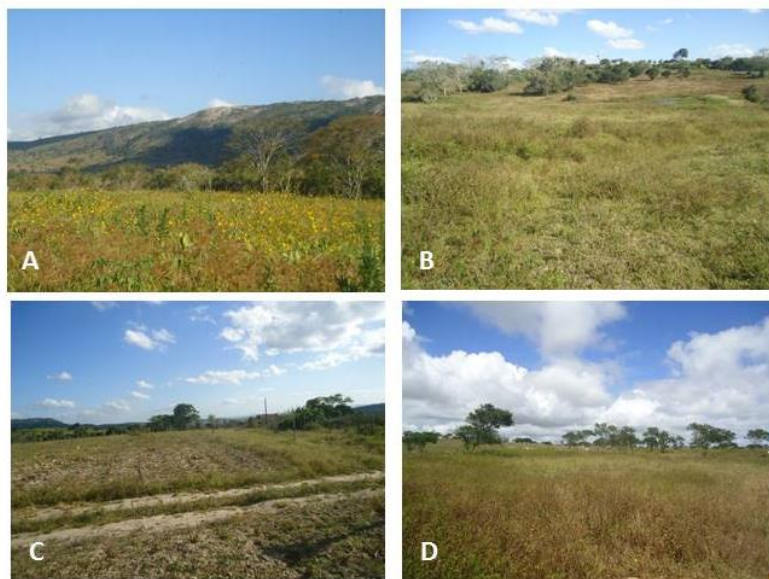


Figura 8. Paisagens das áreas de coleta dos solos: A) ambiente do perfil 1; B) ambiente do perfil 2; C) ambiente do perfil 3; D) ambiente do perfil 4.

3.3. Análises Físicas

Para caracterização física dos solos foram realizadas várias análises. A composição granulométrica da TFSA foi realizada pelo método do hidrômetro, utilizando como dispersante calgon a $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ (hidróxido de sódio + hexametáfosfato de sódio) (GEE & OR, 2002; ALMEIDA, 2008). A fração areia dos horizontes de cada solo foi fracionada (após dispersão, coleta e secagem) segundo a escala modificada de Atterberg, da seguinte forma: areia muito grossa (2-1 mm), areia grossa (1-0,5 mm), areia média (0,5-0,25 mm), areia fina (0,25-0,1 mm) e areia muito fina (0,1-0,05 mm) (SOIL SURVEY DIVISION STAFF, 1993). Os resultados foram tratados estatisticamente pelo método Folk e Ward (1967), os quais foram lançados no programa de análise sedimentológica, SysGran (CAMARGO, 2006).

Para obtenção dos teores de argila dispersa em água (ADA) foi realizado o mesmo procedimento que a granulometria, exceto a utilização do dispersante químico. Com tais dados foram realizados cálculos para determinação do grau de floculação e dispersão.

A densidade do solo foi determinada pelos métodos do anel volumétrico e torrão parafinado para os horizontes de textura mais argilosa e da proveta para os horizontes cuja granulometria impossibilitou a retirada de anéis ou torrões (EMBRAPA, 1997; GROSSMAN & REINSCH, 2002), e a densidade da partícula pelo método do balão volumétrico, utilizando álcool etílico como líquido penetrante (FLINT & FLINT, 2002). Após a obtenção dos resultados foram calculadas a porosidade total do solo e a relação silte/argila, conforme Embrapa (1997).

3.4. Análises Químicas

Para caracterização química foram realizadas na TFSA análises de pH em água e KCl a 1 mol L^{-1} (proporção solo:solução de 1:2,5); acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$), extraído por acetato de cálcio ($0,5 \text{ mol L}^{-1}$) a pH 7,0 e determinado por titulometria ($\text{NaOH } 0,025 \text{ mol L}^{-1}$); Na^+ e K^+ trocáveis e P disponível extraídos por solução de Mehlich 1, sendo Na^+ e K^+ determinados por fotômetro de chama e fósforo por colorimetria; Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} trocáveis, utilizando KCl 1 mol L^{-1} como extrator e determinação por espectroscopia de absorção atômica (EAA); e carbono orgânico total por via úmida utilizando o método de Walkley-Black (EMBRAPA, 1997; EMBRAPA, 2009).

A partir dos resultados obtidos do complexo sortivo, foram calculados os valores de soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%), saturação por Al (m), atividade da fração argila e a saturação por sódio (PST), conforme metodologia constante em EMBRAPA (2009).

Também foi analisado o pH e a condutividade elétrica do extrato da pasta saturada.

3.5. Extração seletiva e total

O ferro foi determinado na TFSA extraído por dissolução seletiva dos óxidos de ferro pedogenéticos de alta e baixa cristalinidade e formas não cristalinas pelos métodos do ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (MEHRA & JACKSON, 1960; HOLMGREN, 1967) e oxalato ácido de amônio (pH 3) no escuro (MCKEAGUE & DAY, 1966).

Os teores de Fe nos extratos foram determinados por espectroscopia de absorção atômica e os resultados expressos na forma de óxidos. A partir dos resultados dos teores de Fe, foi calculado o índice que infere o grau de cristalinidade dos óxidos de ferro presentes nas amostras por meio da relação Fe_o/Fe_d .

Com a finalidade do estudo da evolução geoquímica e de intemperismo, foi realizada a semiquantificação dos elementos Na, Mg, Al, Si, P, K, Ca, Ti e Fe nas amostras de TFSA e de rochas moídas. Tal semiquantificação dos elementos totais foi realizada por meio de espectrômetro de fluorescência de raios-X em um equipamento modelo FRX Rigaku modelo RIX 3000, equipado com tubo de Rh e 6 cristais analisadores, no Laboratório do Núcleo de Estudos Geoquímicos e Isótopos Estáveis (NEG-LABISE) da UFPE.

As amostras de TFSA foram maceradas, uma porção de cada amostra foi seca em estufa a 100°C, um grama da amostra seca foi levado a mufla a 1000°C por 2 horas para determinação da perda de fogo, outra porção da amostra seca foi colocada em cápsula de alumínio e prensada em prensa hidráulica com 25 toneladas de força, nessas pastilhas prensadas foram realizadas as análises químicas semiquantitativas, ao resultado foi inserido o valor de perda de fogo sendo os valores recalculados para 100%, posteriormente.

Para a análise semiquantitativa da TFSA foi empregado o método matemático dos Parâmetros Fundamentais (PF) com intuito de corrigir os efeitos de matriz, em substituição ao método da curva de calibração devido à ausência de padrões específicos para solos. Os elementos detectados e semiquantificados foram em forma de óxidos, portanto, foram: Na₂O, MgO, Al₂O₃, SiO₂, P₂O₅, K₂O, CaO, TiO₂, Fe₂O₃. Adicionalmente foi utilizada amostra de solo certificado (San Joaquin 2709A) objetivando identificar a margem de erro nas leituras.

Esses dados foram utilizados para verificação do fator de enriquecimento dos elementos ao longo do perfil, usando o Ti como elemento de referência. O fator de enriquecimento foi calculado a partir da equação modificada de Gresens (1967):

$$FE = ((\text{Elem.X}/\text{TiX})/(\text{Elem.Cr}/\text{TiCr}))$$

Onde:

FE= Fator de enriquecimento;

Elem.X= Valores do elemento (Na, Ca, Mg, Si...) no horizonte de interesse;

TiX= Valores de titânio no horizonte de interesse;

Elem.Cr= Valores do elemento (Na, Ca, Mg, Si..) no horizonte Cr;

TiCr= Valores de titânio no horizonte Cr.

Com base ainda nos resultados obtidos, foi calculado o grau de intemperismo de acordo com método proposto por Nesbitt & Young (1982), que o estimaram através do Índice de Alteração Química - CIA, calculado a partir dos teores dos principais elementos com a seguinte equação:

$$CIA = \frac{Al_2O_3}{Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O} \times 100$$

Em que resultado igual a 100 é considerado alto e indica solos com elevado

intemperismo. Solos que apresentam composição mineralógica idêntica a do material parental, ou seja, que não foram afetados pelo intemperismo químico, possuem CIA igual a 50 (RASMUSSEN et al., 2010).

3.6. Análises Mineralógicas

Foram realizadas as análises mineralógicas das três frações do solo: areia, silte e argila.

As frações do solo foram fracionadas (após dispersão, coleta e secagem) segundo a escala modificada de Atterberg, da seguinte forma: areia grossa (2-0,25 mm), areia fina (0,25-0,05 mm), silte (0,05-0,002 mm) e argila (<0,002 mm) (SOIL SURVEY DIVISION STAFF, 1993).

Foram selecionados para análises mineralógicas os horizontes A, E, B diagnóstico e Cr, entretanto, pela semelhança quanto à assembleia mineralógica com o horizonte A, foi descartada a apresentação do horizonte E de algumas frações.

As frações areia grossa e areia fina foram analisadas por meio da microscopia ótica segundo Leinz & Campos (1979).

A composição mineralógica das frações silte e argila foi determinada por difratometria de raios X, sendo utilizado um difratômetro Shimadzu XRD 6000, operando com radiação de Cu K α a 40 kV e 30 mA, com monocromador de grafite.

Foram analisadas amostras de silte e argila natural em forma de pó não orientados com velocidade de 1° min 2 θ , registrando amplitude de 3 a 70° (2 θ). A argila natural foi submetida, posteriormente, a pré-tratamentos para eliminação dos agentes cimentantes, carbonatos, matéria orgânica e óxidos de ferro, utilizando acetato de sódio 1 mol L⁻¹ a pH 5,0, peróxido de hidrogênio 15% v/v e solução de ditionito-citrato-bicarbonato (DCB), respectivamente (JACKSON, 1975), elementos que interferem na qualidade dos difratogramas gerados.

Para melhor identificar e caracterizar a presença de minerais, inclusive expansíveis, foram realizados os tratamentos de saturação por K e Mg, os quais foram analisados na forma de microagregados orientados (JACKSON, 1975), com velocidade de 0,7° min 2 θ , registrando amplitude de 3 a 35° (2 θ). As amostras saturadas com K (KCl 1 mol L⁻¹) foram analisadas após sucessivos tratamentos de aquecimento, inicialmente a 25 °C e após 3 horas de aquecimento (para cada temperatura), a 110, 350 e 550 °C. As amostras saturadas com Mg (MgCl₂ 1 mol L⁻¹) foram analisadas a

temperatura ambiente e posteriormente solvatadas com glicerol, sendo a lâmina solvatada com glicerol analisada a velocidade de $0,7^\circ \text{ min } 2\theta$, registrando amplitude de 3 a $15^\circ (2\theta)$.

Nos horizontes com ocorrência de esmectitas, também foi realizado o teste de Greene-Kelly (GREENE-KELLY, 1953; LIM & JACKSON, 1986), para distinguir as esmectitas com predomínio de cargas na camada octaédrica (montmorilonita) e as que apresentam este predomínio na camada tetraédrica (beidelita ou nontronita).

A diferenciação entre haloisita e caulinita foi realizada segundo o método proposto por Churchman et al. (1984), onde as amostras da fração argila foram submetidas à pulverização com formamida.

Os critérios empregados para interpretação dos difratogramas e identificação dos minerais constituintes da fração argila e silte foram baseados no espaçamento interplanar (d) e no comportamento dos picos de difração frente aos tratamentos de saturação e térmicos empregados, conforme apresentado por Jackson (1975), Brown & Brindley (1980) e Moore & Reynolds (1989).

4. RESULTADOS

4.1. Atributos morfológicos e físicos

Todos os atributos morfológicos encontram-se na Tabela 1 e no Apêndice, Já os atributos físicos encontram-se distribuídos na Tabela 2, Tabela 3 e Apêndice.

Nos perfis estudados, quanto a coloração, foram observadas a predominância de matiz 10YR (de bruno a cinzento) nos horizontes dos solos, com exceção dos horizontes do perfil 2, E1 e E2 (2,5 Y), Btg e BCv (2,5Y, 10GY e 10YR) com cores variegadas e o horizonte E1 (7,5 YR) do perfil 3, apresentando ainda cores variando entre bruno a cinzento (Tabela 1, Figura 9 e Apêndice).



Figura 9. Perfis dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.

Foi observada a presença de mosqueados em todos os perfis, variando quanto a coloração, quantidade, tamanho e horizontes presentes. Vários matizes foram identificados para os mosqueados. Foram observados mosqueados, no perfil 1 apenas no horizonte E1 (7,5YR), no perfil 2 nos horizontes E1 (5YR) e Btgz (10GY e 10YR), no perfil 3 em quase todos os horizontes, E1, E2 (2,5YR), Btg1 e Btg2 (2,5YR e 2,5Y) e no

perfil 4 em quase todos os horizontes também, A2 (7,5YR), AB, BA e Bt (5YR) (Tabela 1), colorações variando entre vermelho e bruno-forte (Apêndice).

Raízes foram encontradas em todos os perfis ao longo dos horizontes, poucos foram os que não tinham, mesmo que em raras quantidades, merecendo destaque o perfil 4, em que os mosqueados foram associados principalmente a presença de raízes e canais de raízes (Apêndice).

Nos perfis 1, 2 e 4 foram encontradas influências manganosas (Apêndice).

A textura dos horizontes superficiais (A e E) dos perfis variaram de francoarenosa a areia franca, sendo areia no horizonte E2 do perfil 2 e franco argiloarenosa no horizonte BA do perfil 4, com aumento abrupto de argila nos horizontes subsuperficiais (B) com texturas variando entre franco argiloarenosa a argila, sendo argiloarenosa no horizonte Btg do perfil 2 e muito argilosa no Bt do perfil 4 (Tabela 1).

O incremento abrupto de argila foi evidenciado pela nitida mudança de transição entre a maioria dos horizontes A para Bt, fator evidenciado nos perfis a partir do horizonte E (Tabela1).

Os perfis apresentam distintos valores de ocorrência do Cr em profundidade, não ultrapassando 130 cm, o mais profundo foi o perfil 3 chegando a 130 cm, seguido pelo perfil 2 (102 cm), posteriormente o perfil 1 (90 cm) e sendo o menos profundo o perfil 4 (50 cm) (Tabela 1).

Ao longo de todos os perfis foi observada a predominância de estrutura em blocos subangulares, com a existência de, em poucos horizontes, a contribuição de blocos angulares e, em alguns horizontes Bt, de estrutura prismática (perfil 2 e perfil 3) (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos morfológicos dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.

Horizontes		Cor		Mosq.	Textura	Estrutura	Consistência (Seca, úmida, e molhada)	Transição
Símb.	Prof. (cm)	Úmida	Seca	Úmido				
P1- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico								
Ap	0-13	10YR4/2	10YR6/2	-	F-A	Moderada mt. peq. gr. bl. Sb. Ag.	Lig. duro, firme, lig. plástica e lig. pegajosa	Difusa e plana
A	13-24	10YR4/2	10YR7/2	-	F-A	Maciça moderada peq. gr. bl. Sb. Ag.	Lig. duro, friável, lig. plástica e lig. pegajosa	Gradual e plana
E1	24-35	10YR5/3	-	7,5YR 5/6 pou. peq. dis.	F-A	Moderada peq. gr. bl. Sb. Ag.	Lig. duro, mt. friável, não plást., não peg. e lig. peg.	Clara e plana
E2	35-44	10YR6/3	-	-	A-F	Fraca mt. peq. méd. bl. Sb. Ag.	Macio, mt. friável, não plástica e não pegajosa	Abrupta e ondular
Bt	44-55	10YR5/4	-	-	F-Arg.A	Maciça méd. gr. bl. Sb. Ag.	Mt. duro, mt. firme, plástica e pegajosa	Gradual e plana
Btn	55-90	10YR5/4	-	-	F-Arg.A	Maciça gr. mt. gr. bl. Sb. Ag.	Mt. duro, mt. firme, mt. plástica e mt. pegajosa	Abrupta e plana
Cr	90-93+	-	-	-	-	-	-	-
P2- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico salino vertissólico								
A	0-15	10YR4/2	10YR6/2	-	A-F	Grão simples fraça peq. gr. bl. Sb. Ag.	Mt. friável, não plástica e não pegajosa	Gradual e plana
EA	15-27	10YR4/2	10YR6/2	-	A-F	Grão simples fraça peq. méd. bl. Sb. Ag.	Mt. friável, não plástica e não pegajosa	Gradual e plana
E1	27-47	2,5Y 5/2	2,5Y 7/1	5YR 5/8 pou. peq. dis.	A-F	Grão simples fraça peq. méd. bl. Sb. Ag.	Mt. friável, não plástica e não pegajosa	Clara e plana
E2	47-58	2,5Y 5/2	-	-	A	Grão simples	Solto, não plástica e não pegajosa	Abrupta e plana
Btg	58-74	2,5Y 3/1	-	-	Arg-A	Mac. md. méd. mt. gr. bl. Sb. Ag. bl. Ag.	Plástica, mt. plástica, pegajosa e mt. pegajosa	Clara e plana
Btgz	74-87	10YR 4/3	-	Gley1 4/10GY com. méd. dis. 10YR 4/4 com. peq. méd.dif.	Arg.	Mac. md. frt. gr. mt. gr. bl. Sb. Ag. Pris.	Mt. plástica e mt. pegajosa	Clara e plana
BCv	87-120	10YR 4/3	-	-	F-Arg.A	Maciça méd. gr. bl. Sb. Ag.	Plástica e pegajosa	-
Cr	102-119	-	-	-	-	-	-	-
P3- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico.								
A	0-22	10YR3/2	10YR6/2	-	A-F	Grão simples fraça méd. gr. bl. Sb. Ag.	Lig. duro, friável, não pls., lig. pls., não peg. e lig. peg.	Difusa e plana
AE	22-55	10YR3/2	10YR5/2	-	A-F	Grão simples fraça peq. méd. bl. Sb. Ag.	Lig. duro, mt. friável, lig. pls., e lig. peg.	Difusa e plana
E1	55-75	7,5YR4/2	-	2,5YR4/8 pou. peq. dis.	A-F	Grão simples fraça peq. méd. bl. Sb. Ag.	Mt. friável, não pls., lig. pls., não peg. e lig. peg.	Difusa e plana

Tabela 1. Atributos morfológicos dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.

Horizontes		Cor		Mosq.		Textura	Estrutura	Consistência (Seca, úmida, e molhada)	Transição
Símb.	Prof. (cm)	Úmida	Seca	Úmido					
E2	75-87	10YR5/2	-	2,5YR4/8 com. peq. dis.		A-F	Grão simples fraca peq. méd. bl. Sb. Ag.	Solto, não plástico, lig. plástico, não peg. e lig. peg.	Clara e plana
E3	87-94	10YR6/3	-	-		A-F	Grão simples fraca peq. méd. bl. Sb. Ag.	Solto, não plástico e não pegajoso	Abrupta e plana
Btg1	94-111	10YR4/1	-	2,5YR 4/8 abn. peq. méd. dis.	2,5Y 6/4 abn. gr. dif. dis.	Arg.	Md. méd. gr. mt. gr. bl. Sb. Ag. bl. Ag. Pris.	Firme, mt. plástica e mt. pegajosa	Difusa e plana
Btg2	111-130+	10YR4/2	-	2,5YR 4/8 abn. gr. dis.	2,5Y 6/4 abn. peq. gr. dif. dis.	Arg.	Méd. gr. mt. gr. bl. Sb. Ag. bl. Ag. Pris.	Firme, plástica e pegajosa	-
Cr	130-135+	-	-	-		-	-	-	-
P4-ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico planossólico saprolítico									
A1	0-9	10YR3/3	10YR6/3	-		F-A	Grão simples fraca peq. méd. bl. Sb. Ag.	Lig. duro, friável, lig. plástica e lig. pegajosa	Clara e plana
A2	9-18	10YR4/3	10YR7/3	7,5YR5/8 com. peq. dis.		F-A	Moderada peq. méd. bl. Sb. Ag.	Duro, mt. friável, lig. plástica e lig. pegajosa	Difusa e plana
AB	18-31	10YR5/3	10YR7/2	5YR5/8 abn. peq. méd. dis.		F-A	Moderada méd. gr. bl. Sb. Ag.	Duro, mt. friável, lig. plástica e lig. pegajosa	Abrupta e plana
BA	31-34	10YR5/3	10YR7/2	5YR5/8 abn. peq. méd. dis.		F-Arg.A	Moderada peq. bl. Sb. Ag.	Lig. duro, mt. friável, lig. pls. pls. lig. peg. e peg.	Abrupta e ond.
Bt	34-50	10YR4/2	-	5YR5/8 abn. peq. gr. dis.		M-Arg.	Forte peq. bloco sub-angular	Duro, mt. duro, friável, plástica e pegajosa	Clara e ondular
Cr	50-70+	-	-	-		-	-	-	-

(Símb.) – Símbolo; (Prof) - Profundidade; (Mosq) – Mosqueados; (F-A) – Francoarenosa; (F-Arg.A)-Franco-argiloarenosa; (A)-Areia; (A-F) – Areia franca; (Arg.) – Argila; (M-Arg.)-Muito argilosa; (Arg-A) – Argiloarenosa; (mt. peq.) – Muito pequena; (gr) – Grande; (bl. Sb. Ag.) – Bloco Sub-angular; (méd) – Média; (Peg) – Pegajosa; (Mac) – Maciça; (md) – moderada; (Frt) – forte; (Pris) - Prismática; (pls) – Plástica; (Md) – moderada; (Ond) – Ondular; (pou.) - Pouco; (peq.) – Pequeno; (dis.) – Distinto; (com.) – Comum; (méd.)- médio; (abn) – Abundante; (gr) – grande; (dif) – difuso; (lig.) - ligeiramente.

Foi observada a presença de cascalho em todos os perfis, variando quanto a quantidade (%) em relação a TFSA e calhaus, ao longo dos horizontes, sendo visível a menor presença de cascalho nos horizontes superficiais, sendo o Btn do perfil 1, Btgz do perfil 2 e Btg2 do perfil 3, uma exceção pelo baixo valor apresentado (8, 4 e 1% respectivamente), sendo baixos em relação aos demais valores em subsuperfície.

A mudança textural abrupta evidenciada nas características morfológicas é reflexo das distintas concentrações granulométricas ao longo dos perfis, tendo predominância nos horizontes superficiais de frações mais grossas (areia) e nos subsuperficiais maiores concentrações das frações mais finas (silte e principalmente argila) em relação aos horizontes superficiais (Tabela 2). Essa variação textural é evidenciada ainda pelos valores abruptos da relação silte/argila entre os horizontes A/E e B, sendo mais baixos nos horizontes B (Tabela 2), relações vistas também por Jacomine et al. (1971) e Palmieri et al. (1980) em levantamentos do Brasil.

Foi visível a presença de quantidades significativas da fração areia (de vários tamanhos) ao longo dos perfis, sendo a predominante na maioria dos horizontes de areia média, sendo no perfil 1 marcante a predominância de areia fina nos horizontes superficiais (Ap, A, e E1) e areia grossa nos horizontes subsuperficiais (E2, Bt, Btn e Cr) (Tabelas 2 e 3).

Os valores de argila dispersa em água (ADA) foram altos ao longo de todos os perfis, influenciando, conseqüentemente o baixo grau de floculação, observado também ao longo de todos os perfis (Tabela 2).

A densidade do solo foi alta na maioria dos horizontes, tendo um significativo aumento nos horizontes subsuperficiais (Bt) em todos os perfis. A densidade das partículas foi um pouco mais alta do que o normal para a maioria dos horizontes ao longo de todos os perfis (Tabela 2), já que para a maioria dos solos minerais, a densidade das partículas varia de 2,60 a 2,75 kg dm⁻³ o que deve-se a predominância de minerais como quartzo, feldspato, mica e coloides silicatados, que possuem normalmente densidades nessa faixa (BRADY & WEIL, 2013).

Os valores de porosidade foram baixos ao longo dos horizontes para todos os perfis estudados, não ultrapassando 50% na grande maioria, apenas um horizonte (BA do perfil 4) apresentou valor maior que tal porcentagem (52%) (Tabela 2).

Tabela 2. Atributos físicos dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.

Horizontes		Calhaus (>20mm) (%)	Casc. (20-2mm) (%)	TFSA (<2mm) (%)	Composição granulométrica da TFSA (g kg ⁻¹)										Densidade (kg dm ⁻³)			
Símb.	Prof. (cm)				A.M.G. (2-1mm)	A.G. (1-0,5mm)	A.M. (0,5-0,25mm)	A.F (0,25-0,1mm)	A.M.F. (0,1-0,05mm)	A.T. (2-0,05mm)	Silte (0,05-0,002mm)	Argila (<0,002mm)	A.D.A. (g kg ⁻¹)	G.F. (%)	Silte Argila	Solo	Partíc. .	P. (%)
P1- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico																		
Ap	0-13	0	3	97	72	110	173	215	180	750	175	75	71	5	2,34	1,48	2,78	47
A	13-24	0	2	98	80	89	160	223	192	733	187	80	61	24	2,34	1,45	2,81	48
E1	24-35	0	4	96	90	89	165	211	173	728	197	75	71	5	2,65	1,54	2,79	45
E2	35-44	0	38	62	258	132	167	149	96	803	119	79	61	23	2,35	1,61	2,91	44
Bt	44-55	0	22	78	188	147	157	67	36	594	114	292	222	24	0,39	1,90	2,79	32
Btn	55-90	2	8	90	135	117	137	96	57	542	118	340	237	30	0,35	1,94	2,89	33
Cr	90-93+	3	41	57	174	130	129	104	61	598	57	345	-	-	0,16	-	-	-
P2- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico salino vertissólico																		
A	0-15	0	2	98	118	224	261	169	81	853	86	61	37	39	1,42	1,71	2,77	39
EA	15-27	0	1	99	70	181	254	206	136	847	112	41	37	10	2,76	1,72	2,68	36
E1	27-47	0	5	95	94	150	249	230	141	863	96	41	37	10	2,36	1,70	2,79	39
E2	47-58	1	34	65	305	190	236	97	51	879	70	51	37	27	1,39	1,58	2,70	41
Btg	58-74	0	13	87	170	117	102	47	22	458	112	430	319	26	0,26	1,95	2,72	28
Btgz	74-87	0	4	96	79	112	132	87	21	430	164	406	329	19	0,41	1,69	2,83	40
BCv	87-120	0	8	92	64	93	160	149	65	531	182	287	225	22	0,64	1,74	2,85	40
Cr	102-119	1	48	51	324	166	109	75	41	716	132	152	-	-	0,86	-	-	-
P3- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico																		
A	0-22	0	1	99	108	194	250	186	86	823	117	61	47	23	1,93	1,69	2,79	40
AE	22-55	0	2	98	76	164	241	196	113	789	144	67	67	0	2,16	1,67	2,76	40
E1	55-75	0	3	97	85	133	230	221	118	786	133	81	77	5	2,31	1,74	2,82	38
E2	75-87	0	6	94	139	137	204	197	117	794	159	47	47	0	3,39	1,80	2,77	36
E3	87-94	0	6	93	136	148	227	184	102	797	134	69	47	32	3,56	1,89	2,84	33
Btg1	94-111	0	6	94	75	91	106	84	45	401	155	444	383	14	0,35	1,79	2,80	36
Btg2	111-130+	0	1	99	35	74	113	128	46	396	193	411	333	19	0,47	1,75	2,76	38
Cr	130-135+	1	15	84	78	99	135	145	114	571	179	250	-	-	0,72	-	-	-
P4- ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico planossólico saprolítico																		
A1	0-9	0	2	98	71	119	200	200	135	725	165	110	67	40	1,49	1,66	2,85	43
A2	9-18	0	2	98	71	114	196	201	125	707	163	130	91	30	1,25	1,68	2,72	38
AB	18-31	1	12	87	69	114	194	192	125	693	152	155	110	29	0,98	1,64	2,77	41
BA	31-34	9	39	52	147	113	143	118	63	584	136	280	217	23	0,48	1,34	2,75	52
Bt	34-50	1	16	82	91	80	71	52	28	323	30	647	305	53	0,05	1,72	2,77	39
Cr	50-70+	15	28	57	159	114	89	55	27	444	151	406	-	-	0,37	-	-	-

(Símb.) – Símbolo; (Prof) - Profundidade; (Casc) – Cascalho; (TFSA) – Terra Fina Seca ao Ar; (A.M.G.) – Areia Muito Grossa; (A.G.) – Areia Grossa; (A.M.) – Areia Média; (A.F.) – Areia Fina; (A.M.F.) – Areia Muito Fina; (A.T.) - Areia Total; (A.D.A) – Argila Dispersa em Água; (G.F.) – Grau de Flocculação; (Partíc.) – Partícula; (P.) – Porosidade.

Cada perfil foi analisado estatisticamente quanto a homogeneidade do material arenoso entre os horizontes, sendo observado que não houve grande diferença ao longo do perfil, evidenciado pela classificação pobremente selecionado, ou seja, que não houve predominância suficiente de determinado tamanho de areia, mostrando a homogeneidade entre os horizontes (Tabela 3). O grau de seleção pode depender consideravelmente do modo de transporte do sedimento, tem sido sugerido que a seleção aumenta com o transporte do sedimento, mas isto ocorre provavelmente em parte como consequência do decréscimo da granulometria com transporte (SUGUIO, 1973).

A assimetria foi de negativa a positiva para muitos horizontes, predominando a aproximadamente simétrica (Tabela 3). A assimetria positiva é indicio de predomínio de areia grossa no solo, já a negativa a areia fina se destaca.

Tabela 3. Estatística da distribuição granulométrica conforme parâmetros de Folk e Ward (1957) dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.

Horizontes		Média	Grau de seleção	Assimetria	Curtose				
Simb.	Prof (cm)								
P1- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico									
Ap	0-13	1,95	A.M.	1,37	P.S.	-0,17	N.	0,90	M.
A	13-24	2,00	A.F.	1,39	P.S.	-0,22	N.	0,92	M.
E1	24-35	1,90	A.M.	1,42	P.S.	-0,20	N.	0,92	M.
E2	35-44	1,11	A.M.	1,49	P.S.	0,09	A.S.	0,71	P.
Bt	44-55	0,78	A.G.	1,26	P.S.	0,13	P.	0,85	P.
Btn	55-90	1,15	A.M.	1,41	P.S.	0,06	A.S.	0,81	P.
Cr	90-93+	1,05	A.M.	1,43	P.S.	0,13	P.	0,77	P.
P2- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico salino vertissólico									
A	0-15	1,35	A.M.	1,27	P.S.	0,04	A.S.	0,94	M.
EA	15-27	1,68	A.M.	1,27	P.S.	-0,00	A.S.	0,90	M.
E1	27-47	1,69	A.M.	1,32	P.S.	-0,07	A.S.	0,93	M.
E2	47-58	0,74	A.G.	1,25	P.S.	0,13	P.	0,82	P.
Btg	58-74	0,63	A.G.	1,21	P.S.	0,21	P.	0,83	P.
Btgz	74-87	1,16	A.M.	1,20	P.S.	-0,02	A.S.	0,87	P.
BCv	87-120	1,59	A.M.	1,29	P.S.	-0,09	A.S.	0,94	M.
Cr	102-119	0,52	A.G.	1,27	P.S.	0,41	M.P.	0,87	P.
P3- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico									
A	0-22	1,43	A.M.	1,28	P.S.	0,00	A.S.	0,91	M.
AE	22-55	1,62	A.M.	1,28	P.S.	-0,02	A.S.	0,92	M.
E1	55-75	1,67	A.M.	1,30	P.S.	-0,09	A.S.	0,95	M.
E2	75-87	1,48	A.M.	1,42	P.S.	-0,08	A.S.	0,83	P.
E3	87-94	1,43	A.M.	1,38	P.S.	-0,04	A.S.	0,86	P.
Btg1	94-111	1,31	A.M.	1,37	P.S.	0,01	A.S.	0,85	P.
Btg2	111-130+	1,67	A.M.	1,22	P.S.	-0,12	N.	0,95	M.
Cr	130-135+	1,71	A.M.	1,43	P.S.	-0,10	N.	0,83	P.
P4- ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico planossólico saprolítico									
A1	0-9	1,79	A.M.	1,33	P.S.	-0,09	A.S.	0,93	M.
A2	9-18	1,77	A.M.	1,32	P.S.	-0,10	N.	0,95	M.
AB	18-31	1,77	A.M.	1,32	P.S.	-0,09	A.S.	0,94	M.
BA	31-34	1,20	A.M.	1,43	P.S.	0,02	A.S.	0,77	P.
Bt	34-50	0,99	A.G.	1,38	P.S.	0,16	P.	0,82	P.
Cr	50-70+	0,73	A.G.	1,30	P.S.	0,24	P.	0,83	P.

(Símb.) – Símbolo; (Prof.) – Profundidade; A.M. – Areia média; A.G. – Areia Grossa; P.S. – Pobremente selecionado; N. – Negativa; P. – Positiva; A.S. – Aproximadamente simétrica; M. – Mesocúrtica; P. – Platicúrtica. Obs: Os valores de diâmetro médio referentes aos parâmetros estatísticos granulométricos de Folk e Ward (1957) são apresentados na escala phi (ϕ).

4.2. Atributos químicos

Todos os atributos químicos dos solos encontram-se nas tabelas 4, 5, 6 e 7 e da rocha na tabela 8.

Os resultados de pH foram semelhantes para o perfil 1 e 2 sendo evidente um aumento gradativo em subsuperfície dos valores, já nos perfis 3 e 4 pode-se observar uma homogeneidade dos valores ao longo dos perfis, sendo todos considerados ácidos a ligeiramente ácidos, exceto os horizontes Bt e Btn do perfil 1, em que os valores foram maiores que 7 (Tabela 4).

Os teores de bases trocáveis aumentam em profundidade para todos os cátions analisados (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+), exceto para o K^+ dos perfis 1, 3 e 4, nos quais os valores são maiores ou semelhantes a horizontes mais subsuperficiais. O Ca^{2+} e o Mg^{2+} são os cátions que apresentaram os maiores resultados, sendo o Mg^{2+} o principal contribuinte das bases trocáveis (Tabela 4). Valores semelhantes foram encontrados em levantamentos no Brasil (JACOMINE et al, 1971; 1973; 1975; 1977).

Os valores de bases refletem, conseqüentemente nos de soma de bases, capacidade de troca de cátions e saturação por bases, sendo valores mais altos, conseqüentemente, em profundidade, sendo os solos considerados eutróficos a partir dos valores de saturação por base nos horizontes diagnósticos (Tabela 4).

Os valores de Al^{+3} trocável foram baixos para todos os perfis, refletindo conseqüentemente numa baixa saturação por Al^{+3} (m) (Tabela 4), tais valores de Al^{+3} foram também constatados em vários Planossolos no Brasil, através de levantamentos (JACOMINE et al., 1971; 1975; 1979).

Os valores de P foram mais altos apenas nos horizontes superficiais para todos os perfis, exceto para o horizonte Btn do perfil 1, o qual foi maior que os demais horizontes subsuperficiais (Tabela 4).

Os valores de carbono orgânico total (COT) foram relativamente baixos para todos os perfis. Tendo em vista que o valor médio para Planossolos na região semiárida, nos horizontes superficiais (Ap) sob vegetação de caatinga mesmo baixo é de $7,4 \text{ g kg}^{-1}$ (SALCEDO & SAMPAIO, 2008), apenas o horizonte superficial de cada perfil aproximou ou passou de tal valor.

Os valores de saturação por sódio ($100 \text{ Na}^+/\text{T}$) foram baixos para todos os perfis estudados, exceto para o horizonte Btn do perfil 1, o qual excedeu 6%. Foi visível um aumento gradativo nos valores de saturação por sódio ao longo dos horizontes de cada perfil (Tabela 4).

O resultado da condutividade elétrica (C.E.) do extrato da pasta saturada foi baixo para todos os perfis, exceto no horizonte Btgz do perfil 2, ultrapassando 4 dS m^{-1} , mesmo que em valores baixos os valores de C.E. aumentaram gradativamente ao longo de cada perfil (Tabela 4).

Tabela 4. Atributos químicos dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.

Horizontes		pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _c dm ⁻³)								P	COT	V	m	100 Na ⁺	Pasta
Simb.	Prof. (cm)	H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S.B.	Al ³⁺	(H+Al)	(T)	(mg Kg ⁻¹)	(g Kg ⁻¹)	(%)	(%)	T (%)	Saturada C.E. dS m ⁻¹ (25°C)
P1- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico																	
Ap	0-13	5,15	3,96	1,47	0,73	0,13	0,02	2,36	0,21	4,49	6,85	22,24	6,42	34	8	0,3	0,33
A	13-24	5,17	3,89	1,63	0,74	0,05	0,10	2,52	0,28	4,51	7,03	15,01	4,35	36	10	1,4	0,38
E1	24-35	5,62	4,04	1,60	0,70	0,04	0,10	2,69	0,11	2,91	5,60	8,89	2,69	48	4	1,8	0,38
E2	35-44	5,93	4,27	1,17	0,82	0,03	0,11	2,35	0,05	2,32	4,67	9,64	1,71	50	2	2,4	0,51
Bt	44-55	7,06	4,97	5,17	9,73	0,12	0,69	15,71	0,07	2,75	18,47	1,68	2,53	85	0	3,7	0,45
Btn	55-90	7,85	5,98	6,01	10,70	0,15	1,29	18,15	0,05	2,84	21,98	12,31	2,46	86	0	6,1	1,42
Cr	90-93+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P2- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico salino vertissólico																	
A	0-15	5,24	4,44	0,86	1,13	0,05	0,00	2,04	0,07	2,57	4,60	3,18	6,70	44	3	0,0	0,60
EA	15-27	5,77	4,51	0,34	0,69	0,01	0,01	1,06	0,05	0,83	1,88	0,92	1,67	56	4	0,5	0,32
E1	27-47	6,33	5,21	0,37	0,80	0,01	0,00	1,18	0,03	0,99	2,17	0,92	1,03	54	3	0,0	0,36
E2	47-58	6,40	5,26	0,48	1,02	0,02	0,03	1,55	0,05	0,58	2,13	0,81	1,46	73	3	1,4	1,02
Btg	58-74	6,61	4,95	2,98	13,31	0,12	0,41	16,82	0,04	0,96	17,78	0,63	4,13	95	0	2,3	1,94
Btgz	74-87	6,39	4,59	3,29	15,57	0,12	0,93	19,90	0,07	1,74	21,65	0,67	3,33	92	0	4,3	4,25
BCv	87-120	6,38	4,36	3,03	15,17	0,08	1,03	19,31	0,11	1,39	20,70	1,05	2,29	93	1	5,0	3,53
Cr	102-119	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P3- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico																	
A	0-22	5,59	4,25	0,58	0,51	0,23	0,05	1,37	0,11	2,07	3,44	3,07	6,57	40	8	1,5	0,38
AE	22-55	5,70	4,69	1,02	0,60	0,12	0,05	1,79	0,08	1,99	3,78	1,07	4,48	47	4	1,3	0,50
E1	55-75	5,83	4,76	0,63	0,56	0,08	0,05	1,32	0,10	1,49	2,81	0,78	2,51	47	7	1,8	0,46
E2	75-87	5,84	4,65	0,23	0,52	0,05	0,05	0,86	0,06	1,24	2,10	0,67	1,60	41	7	2,4	0,63
E3	87-94	5,98	4,73	0,17	0,52	0,04	0,03	0,77	0,07	1,41	2,17	0,67	1,09	35	9	1,4	0,60
Btg1	94-111	5,59	4,11	1,73	6,17	0,23	0,37	8,50	0,08	2,57	11,07	0,69	4,66	77	1	3,3	1,10
Btg2	111-130+	5,59	4,03	1,90	6,88	0,24	0,65	9,68	0,12	3,01	12,69	0,54	2,80	76	1	5,1	1,76
Cr	130-135+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P4- ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico planossólico saprolítico																	
A1	0-9	4,95	3,98	0,67	0,84	0,17	0,05	1,73	0,16	3,75	5,48	1,88	10,25	32	9	0,9	0,48
A2	9-18	4,96	3,92	0,55	0,81	0,09	0,05	1,63	0,17	2,41	4,05	0,96	6,24	40	9	1,2	0,34
AB	18-31	5,18	3,93	0,68	1,02	0,03	0,03	1,92	0,15	2,75	4,67	0,93	4,05	41	7	0,6	0,23
BA	31-34	5,44	3,97	1,59	2,66	0,05	0,03	4,33	0,19	3,21	7,53	0,79	4,32	57	4	0,4	0,62
Bt	34-50	5,29	4,28	3,18	5,20	0,04	0,14	8,56	0,20	4,61	13,17	0,66	5,10	65	2	1,1	0,32
Cr	50-70+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(Símb.) – Símbolo; (Prof) - Profundidade; (S.B.) – Soma de Bases; (T) – Capacidade de troca de cátions a pH 7; (COT) – Carbono orgânico total; (V) – Saturação por bases; (m) – Saturação por alumínio; (C.E.) – Condutividade elétrica.

Os valores de $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{ox}/\text{Fe}_2\text{O}_3\text{dit}$ obtidos a partir da extração seletiva foram na maioria dos horizontes ao longo dos quatro perfis condizentes com as condições de limitado intemperismo. Entretanto, os horizontes BCv, Cr (perfil 2), Btg1, Btg2, Cr (perfil 3) e Cr (perfil 4) apresentaram valores mais baixos do que o esperado, valores inferiores a 0,05, o que indica a predominância de óxidos cristalinos, condizente com um solo mais desenvolvido (JUNIOR INDA & KAMPF, 2003) (Tabela 5).

Tabela 5. Extração seletiva dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.

Horizontes Simb.	Prof. (cm)	Fe_2O_3 (g kg ⁻¹)		$\text{Fe}_2\text{O}_3\text{ox}/\text{Fe}_2\text{O}_3\text{dit}$
		Oxalato	Ditionito	
P1- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico				
Ap	0-13	2,12	6,94	0,31
A	13-24	2,84	8,24	0,34
E1	24-35	2,04	7,66	0,27
E2	35-44	1,44	8,85	0,16
Bt	44-55	1,98	15,48	0,13
Btn	55-90	2,26	17,53	0,13
Cr	90-93+	3,81	16,46	0,23
P2- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico salino vertissólico				
A	0-15	1,64	2,35	0,70
EA	15-27	1,28	2,00	0,64
E1	27-47	1,23	2,89	0,43
E2	47-58	0,75	2,13	0,35
Btg	58-74	2,92	18,96	0,15
Btgz	74-87	1,96	18,59	0,11
BCv	87-120	1,25	22,73	0,05
Cr	102-119	1,17	30,44	0,04
P3- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico				
A	0-22	0,90	6,10	0,15
AE	22-55	0,75	7,86	0,09
E1	55-75	1,43	6,65	0,21
E2	75-87	1,55	7,13	0,22
E3	87-94	1,30	7,25	0,18
Btg1	94-111	0,71	19,51	0,04
Btg2	111-130+	1,56	30,86	0,05
Cr	130-135+	0,37	25,93	0,01
P4- ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico planossólico saprolítico				
A1	0-9	2,57	7,52	0,34
A2	9-18	2,68	9,02	0,30
AB	18-31	2,47	9,90	0,25
BA	31-34	5,85	23,01	0,25
Bt	34-50	8,80	57,98	0,15
Cr	50-70+	1,99	43,09	0,05

(Símb.) – Símbolo; (Prof) – Profundidade.

Nos valores semiquantitativos de óxidos foi observado que o material estudado é constituído principalmente de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 e K_2O os quais ocorreram em maiores quantidades em relação aos demais, sendo os teores de SiO_2 bem mais alto que os demais ao longo de todos os perfis. Os valores de TiO_2 , apresentaram o mesmo comportamento ao longo dos 4 perfis, com aumento gradativo em subsuperfície. O CIA (Índice químico de alteração) obtido a partir dos valores semiquantitativos apresentou valores mais altos em profundidade principalmente nos perfis 3 e 4 (Tabela 6).

Tabela 6. Valores semiquantitativos de óxidos determinados por FRX dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.

Horizontes	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	PF	Total	CIA	
Símb. Prof. (cm)													
											%		
P1-PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico													
Ap	0-13	0,5	0,2	11,6	62,5	0,2	7,9	3,8	1,0	3,8	7,6	99,9	49
A	13-24	0,5	0,3	12,3	61,8	0,2	7,8	4,1	1,2	4,4	6,6	99,9	50
E1	24-35	0,5	0,2	12,5	61,4	0,1	7,5	4,1	1,1	3,9	7,7	99,8	51
E2	35-44	0,6	0,2	12,1	63,5	0,1	9,4	3,9	0,8	3,0	5,7	99,8	47
Bt	44-55	0,4	0,6	14,7	55,4	0,1	5,1	2,6	1,5	10,3	8,9	99,8	64
Btn	55-90	0,3	0,9	15,2	51,9	0,1	4,5	2,8	2,1	13,4	7,8	99,8	67
Cr	90-93+	0,4	1,0	15,6	53,2	0,1	5,0	2,8	2,0	12,7	6,3	99,9	66
P2-PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico salino vertissólico													
A	0-15	0,3	0,1	8,1	74,5	0,1	7,3	1,1	0,5	1,6	5,4	99,4	48
EA	15-27	0,4	0,1	8,4	72,5	nd	7,9	2,0	0,5	1,3	6,3	99,8	45
E1	27-47	0,4	0,1	7,9	71,3	nd	7,5	1,7	0,4	0,9	8,7	99,4	45
E2	47-58	0,2	0,1	8,2	71,0	nd	9,2	1,1	0,5	1,4	7,8	99,8	44
Btg	58-74	0,2	0,4	17,7	55,3	nd	3,8	1,3	1,3	12,1	7,1	99,8	77
Btgz	74-87	0,3	0,1	9,5	69,2	nd	9,2	0,7	0,9	1,1	8,4	99,8	48
BCv	87-120	0,3	1,1	14,5	48,7	0,1	3,0	2,4	2,0	17,3	9,4	99,8	72
Cr	102-119	0,4	0,5	15,7	55,0	0,1	6,0	1,6	1,8	10,8	7,4	99,8	66
P3- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico.													
A	0-22	0,1	0,1	7,7	74,5	0,1	7,9	0,6	0,6	1,2	6,7	99,9	47
AE	22-55	0,1	0,1	9,2	71,1	0,1	8,8	0,7	0,8	1,5	7,0	99,9	49
E1	55-75	0,2	0,1	10,8	67,2	0,1	7,6	1,1	0,9	2,4	8,8	99,7	55
E2	75-87	0,2	0,1	9,0	69,6	nd	10,3	0,6	0,9	1,1	7,6	99,9	45
E3	87-94	0,2	Nd	8,3	50,8	tr	3,7	0,7	1,8	10,0	9,4	99,8	64
Btg1	94-111	0,1	0,2	20,9	53,5	0,1	4,1	0,7	1,7	10,2	8,0	99,9	81
Btg2	111-130+	0,2	0,5	21,8	48,5	0,2	3,7	1,0	2,2	13,3	7,9	99,8	82
Cr	130-135+	0,2	0,1	10,9	67,6	nd	10,6	1,0	0,6	1,9	6,4	99,9	48
P4- ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico planossólico saprolítico													
A1	0-9	0,2	0,1	11,2	69,0	0,1	7,6	1,1	0,7	Nd	7,2	99,9	56
A2	9-18	0,2	0,1	11,7	67,7	0,1	7,3	1,0	1,4	3,0	6,9	99,9	58
AB	18-31	0,2	1,1	20,9	49,3	0,1	3,9	1,5	2,0	11,6	8,4	99,9	79
BA	31-34	0,2	0,2	16,7	60,2	0,1	5,7	0,7	1,4	7,0	7,3	99,9	72
Bt	34-50	0,3	1,2	15,0	50,1	Tr	3,1	2,5	2,1	17,6	7,1	99,9	72
Cr	50-70+	0,6	0,3	26,3	54,1	0,1	2,9	0,6	1,1	7,3	6,3	99,8	87

(Símb..) – Símbolo; (Prof.) – Profundidade; (PF) – Perda ao fogo; (nd) – não detectado; (tr) – traços.

A partir dos fatores de enriquecimento pode-se observar que na maioria dos horizontes ao longo do perfil houve um aumento gradativo dos valores de Fe_2O_3 e MgO em subsuperfície e uma redução dos teores de SiO_2 , K_2O , CaO e Na_2O em profundidade (Tabela 7).

Tabela 7. Fator de enriquecimento a partir dos valores semiquantitativos de óxidos determinados por FRX dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.

Horizontes		SiO_2	Fe_2O_3	K_2O	CaO	Na_2O	MgO
Simb.	Prof. (cm)						
P1- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico							
Ap	0-13	2,35	0,60	3,16	2,71	2,50	0,40
A	13-24	1,94	0,58	2,60	2,44	2,08	0,50
E1	24-35	2,10	0,56	2,73	2,66	2,27	0,36
E2	35-44	2,98	0,59	4,70	3,48	3,75	0,50
Bt	44-55	1,39	1,08	1,36	1,24	1,33	0,80
Btn	55-90	0,93	1,00	0,86	0,95	0,71	0,86
Cr	90-93+	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
P2- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico salino vertissólico							
A	0-15	4,88	0,53	4,38	2,48	2,70	0,72
EA	15-27	4,75	0,43	4,74	4,50	3,60	0,72
E1	27-47	5,83	0,38	5,63	4,78	4,50	0,90
E2	47-58	4,65	0,47	5,52	2,48	1,80	0,72
Btg	58-74	1,39	1,55	0,88	1,13	0,69	1,11
Btgz	74-87	2,52	0,20	3,07	0,88	1,50	0,40
BCv	87-120	0,80	1,44	0,45	1,35	0,68	1,98
Cr	102-119	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
P3- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico.							
A	0-22	1,10	0,63	0,75	0,60	0,50	1,00
AE	22-55	0,79	0,59	0,62	0,53	0,38	0,75
E1	55-75	0,66	0,84	0,48	0,73	0,67	0,67
E2	75-87	0,69	0,39	0,65	0,40	0,67	0,67
E3	87-94	0,25	1,75	0,12	0,23	0,33	ND
Btg1	94-111	0,28	1,89	0,14	0,25	0,18	0,71
Btg2	111-130+	0,20	1,91	0,10	0,27	0,27	1,36
Cr	130-135+	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
P4- ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico planossólico saprolítico							
A1	0-9	2,00	0,00	4,12	2,88	0,52	0,52
A2	9-18	0,98	0,32	1,98	1,31	0,26	0,26
AB	18-31	0,50	0,87	0,74	1,38	0,18	2,02
BA	31-34	0,87	0,75	1,54	0,92	0,26	0,52
Bt	34-50	0,49	1,26	0,56	2,18	0,26	2,10
Cr	50-70+	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

(Símb.) – Símbolo; (Prof.) – Profundidade; (ND) – Não definido.

Nas rochas, semelhante aos valores da TFSA, pode-se observar na média, maiores teores de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 e K_2O , sendo o CaO um contribuinte dos valores mais altos, sendo o SiO_2 , no entanto, bem mais alto que os demais óxidos (Tabela 8).

Tabela 8. Valores semiquantitativos de óxidos determinados por FRX das rochas estudadas no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.

Perfil	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	K_2O	CaO	TiO_2	Fe_2O_3	PF	Total
	%										
1	0,6	Tr	11,9	68,1	nd	12,4	2,2	0,2	3,0	1,0	100,0
2A	0,7	0,1	12,1	66,8	nd	11,4	2,5	0,1	2,1	3,7	100,0
2B	0,7	2,7	12,9	48,6	0,4	2,8	10,0	1,8	18,4	0,9	100,0
2C	0,7	0,4	13,7	60,5	0,4	12,9	1,9	1,6	5,5	1,2	100,0
4	0,7	0,1	12,1	67,1	0,4	9,3	2,3	0,4	4,5	2,0	100,0

(PF) – Perda ao fogo; (nd) – não detectado; (tr) – traços; (2A, 2B e 2C) – Distintas rochas encontradas próximas ao ponto de coleta do perfil 2.

4.3. Atributos mineralógicos

Na mineralogia da fração areia grossa dos solos estudados, foi observado a predominância de quartzo ao longo de todos os perfis, seguido por feldspatos de coloração branca e rosa, tendo os feldspatos dos horizontes Cr (perfil 3) e Bt (perfil 4) também colorações mais alaranjadas e avermelhadas provenientes de incrustações de óxido de ferro. Fragmentos de rochas também foram encontrados ao longo dos perfis, tendo diversos minerais formadores como quartzo, feldspato, biotita, anfibólio, epidoto, minerais opacos dentre outros (Tabela 9 e Apêndice).

Em menores proporções foram encontrados no primeiro perfil diversos minerais como anfibólio em todos os horizontes analisados, biotita inclusive em alteração (alta porcentagem no horizonte Cr) e outros. No perfil 2 foi observada a presença de biotita alterada no primeiro e último horizonte dentre outros. No perfil 3 encontrou-se biotita alterada, exceto no horizonte E2, com grande quantidade no Btg2. O perfil 4 apresentou biotita no primeiro e último horizonte, com agregado manganoso no horizonte Bt (Tabela 9 e Apêndice).

Na mineralogia da fração areia fina foi observada uma assembleia mineralógica semelhante a da areia grossa, o quartzo continuou sendo o mineral mais abundante, entretanto, houve uma visível redução na quantidade de feldspato ao longo dos perfis. Não foram identificados fragmentos de rochas. E os outros minerais encontrados foram em maior porcentagem que na areia grossa (Tabela 10 e Apêndice).

Merece destaque no perfil 1 a presença de anfibólios em grande quantidade em todos os horizontes e de 30% de biotita sendo alterada no horizonte Cr, no perfil 2 esses minerais também estão presentes, com 43% de biotita no Cr e epidoto ao longo de todo perfil, o perfil 3 e 4 possuem valores menores desses minerais em relação ao 1 e 2, mas sendo ainda valores altos, de 2% ou mais (Tabela 10 e Apêndice).

Os outros minerais de importância para o entendimento da pesquisa, encontrados na fração areia dos solos estudados, encontram-se nas tabelas 9, 10 e Apêndice.

Tabela 9. Composição da fração areia grossa dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.

Horizontes		Quartzo	Feldspato	Fragmentos de rochas	Fragmentos orgânicos	Outros
Símb.	Prof. (cm)					
P1-PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico						
Ap	0-13	78% de quartzo, em geral hialino, muito anguloso a anguloso, sendo também observados raros grãos subarredondados.	9% de feldspatos, alguns apresentando cor branca e outro rosa.	10% fragmento de rochas, com quartzo ± feldspato ± minerais opacos ± anfibólio.	1% de fragmentos orgânicos, formados de carapaça de animais, sementes e raízes.	2% de: anfibólio; minerais opacos (dentre eles magnetita); biotita, algo esverdeada; agregados ferruginosos de cor marrom avermelhado e traço vermelho (hematita), alguns fortemente magnéticos (maghemita); e agregados argilosos.
E2	35-44	80% de quartzo, em grãos muito angulosos a angulosos, alguns apresentando cor avermelhada devido a incrustações de óxido de ferro.	10% de feldspatos.	7% de fragmentos de rochas, constituídos por: quartzo ± feldspatos ± anfibólio ± biotita ± minerais opacos ± epidoto.	fragmentos orgânicos formados de tecido vegetal e sementes.	3% de: anfibólio; epidoto; biotita alterada, de cor castanha; agregados ferrosos, com traço vermelho, indicativo para hematita; granada.
Bt	44-55	75% de quartzo, em geral, muito angulosos a angulosos, alguns apresentando cor avermelhada devido a incrustações de óxido de ferro.	10% de feldspatos, brancos e róseos, sugere a presença de 2 tipos.	13% de fragmento de rochas, com quartzo ± feldspatos ± anfibólio ± minerais opacos ± epidoto ± granada (?).	fragmentos orgânicos formados por tecido vegetal.	2% de: anfibólio; epidoto; minerais opacos; agregados ferruginosos, com traço vermelho, sugestivo para hematita; agregados argilosos, de cor bege e friáveis.
Cr	90-93+	38% de quartzo, em geral, hialino e muito angulosos a angulosos.	15% de feldspato.	43% de fragmentos de rochas, constituídos por quartzo ± feldspato ± anfibólio ± minerais opacos ± biotita.	-	3% de mica, apresentando cor marrom a preto (centro) e castanho dourado, provavelmente, biotita em diferentes estágios de alteração; 1% de: anfibólio; minerais opacos (dentre eles magnetita); e agregados argiloso, friáveis de cor bege a cinza.
P2-PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico salino vertissólico						
A	0-15	91% de quartzo, muito angulosos a angulosos, hialinos e brancos, ocorrendo grãos de cor avermelhada (óxido de ferro). Também são observados grão subangulosos a subarredondados.	5% de feldspatos, com cores branca e rósea (2 tipos).	3% de fragmentos de rochas, com quartzo ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos.	fragmentos orgânicos formados por tecido vegetal, sementes e fragmentos de carapaças de animais.	1% de: biotita alterada, com cor castanho dourada; minerais opacos; epidoto; anfibólio.

Horizontes		Quartzo	Feldspato	Fragmentos de rochas	Fragmentos orgânicos	Outros
Símb.	Prof. (cm)					
E2	47-58	61% de quartzo em geral em grãos hialinos e brancos, muito angulosos a angulosos. Observam-se grãos alaranjados e avermelhados e raros grãos subangulosos a subarredondados.	18% de feldspatos.	20% de fragmentos de rochas, constituídos por quartzo ± feldspatos ± minerais opacos ± epidoto.	fragmentos orgânicos (raízes, sementes e fragmentos de carapaças de animais).	1% de: minerais opacos; epidoto.
Btg	58-74	55% de quartzo em grão muito angulosos a angulosos, em geral hialino e branco, sendo observados raros grãos de cor alaranjada, associada à precipitação de óxido de ferro em suas reentrâncias.	19% de feldspatos, sendo observados grãos de cor branca e de cor rósea.	25% de fragmentos de rochas, constituídos por: quartzo ± feldspatos ± minerais opacos.	fragmentos orgânicos (tecido vegetal).	1% de: agregado ferroso, geralmente, globular, de cor marrom avermelhada e traço alaranjado, provavelmente, goethita; minerais opacos, dentre eles a magnetita.
Cr	102-119	30% de quartzo, em geral muito anguloso a angulosos, alguns apresentando cor alaranjada.	25% de feldspatos de 2 tipos, alguns com cor branca e outros rosados.	40% de fragmentos de rochas, com quartzo ± feldspatos ± anfibólio ± biotita ± minerais opacos	-	3% de biotita em vias de alteração, com cor castanho esverdeada a castanho dourado; 1% de minerais opacos, dentre eles a magnetita; 1% de: anfibólio; e epidoto
P3- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico.						
A	0-22	92% de quartzo, em grãos muito angulosos a angulosos, com cor avermelhada a alaranjada, também sendo observados grãos subangulosos a subarredondados.	3% de feldspatos.	4% de fragmento de rochas, com quartzo ± feldspatos ± minerais opacos.	fragmentos orgânicos (tecido vegetal, sementes e carvão).	1% de biotita de cor marrom esverdeada (alteração para clorita); agregados ferrosos, irregulares, de cor marrom avermelhada e traço vermelho (hematita); agregado argilo-ferroso, de cor bege amarronzado, algo friável.
E2	75-87	93% de quartzo, predominantemente, em grãos hialinos, subangulosos a subarredondados, mas também sendo observados os muito angulosos a angulosos e grãos com cor avermelhada devido a incrustações de óxido de ferro.	5% de feldspatos.	1% de fragmentos de rochas, com quartzo ± feldspatos ± minerais opacos.	fragmentos orgânicos (tecido vegetal).	1% de: minerais opacos; agregados argilosos, friável, apresentando cores bege e cinza; zircão; anfibólio.

Horizontes		Quartzo	Feldspato	Fragmentos de rochas	Fragmentos orgânicos	Outros
Símb.	Prof (cm)					
Btg1	94-111	67% de quartzo em grãos, em geral, hialinos muito angulosos a angulosos, também sendo observados grãos subangulosos a subarredondados.	20% de feldspatos esbranquiçados.	7% de fragmentos de rochas, constituídos por: quartzo ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos.	1% de fragmentos orgânicos (tecido vegetal).	5% de micas, possivelmente biotita alterada, que ocorrem como grãos individuais com cor castanho dourada ou como diminutos grãos de cor dourado agregados em torno de fragmentos orgânicos. 1% de: minerais opacos, dentre eles magnetita; e agregados argilosos friáveis, de cor bege.
Cr	130-135+	50% de quartzo, apresentando cor alaranjada devido a incrustações de óxido de ferro, em geral em grãos muito angulosos a angulosos, sendo também observados grãos subangulosos a subarredondados.	23% de feldspatos, por vezes também apresentando cor alaranjada devido ao óxido de ferro.	25% de fragmentos de rochas: quartzo ± feldspatos ± minerais opacos ± biotita.	fragmentos orgânicos (tecido vegetal) muitas vezes agregando diminutas micas.	2% de: mica cor marrom claro a dourado, provavelmente biotita alterada; minerais opacos, dentre eles a magnetita; agregado argilo-ferroso de cor marrom claro algo alaranjada.
P4- ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico planossólico saprolítico						
A1	0-9	93% de quartzo, predominando os grãos subangulosos a subarredondados de cor alaranjada e avermelhada. Também são observados grãos arredondados e angulosos.	2% de feldspatos.	4% de fragmentos de rochas, com quartzo ± feldspatos ± minerais opacos.	fragmentos orgânicos (tecido vegetal e sementes).	1% de: biotita alterada, de cor castanha dourada.
AB	18-31	96% de quartzo, em geral, muito anguloso a anguloso, com cores alaranjada e avermelhada. Também são observados grãos subangulosos a arredondados	1% de: feldspatos.	3% de fragmentos de rochas, com quartzo ± feldspatos ± minerais opacos.	fragmentos orgânicos (tecido vegetal e sementes)..	-
Bt	34-50	80% de quartzo, predominantemente em grãos muito angulosos a angulosos, alguns grãos têm cor avermelhada, devido à presença de incrustações de óxido de ferro.	11% de feldspatos, brancos e róseos, alguns também apresentam incrustações de óxido de ferro e coloração avermelhada.	8% de fragmentos de rochas, com quartzo ± feldspatos ± minerais opacos.	fragmentos orgânicos (tecido vegetal, sementes e fragmentos de carapaças de animais).	2% de: agregado ferroso de cor marrom avermelhada e traço vermelho (hematita); agregado manganoso, de cor preta, friável e reagente à H ₂ O ₂ a 10% a frio; mica em placas finas, de cor cinza, provavelmente, muscovita.

Horizontes		Quartzo	Feldspato	Fragmentos de rochas	Fragmentos orgânicos	Outros
Símb.	Prof. (cm)					
Cr	50-70+	30% de quartzo, em hialino, muito angulosos a angulosos.	28% de feldspatos, brancos e róseos.	40% de fragmentos de rochas, com quartzo ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos.	fragmentos orgânicos (tecido vegetal e fragmento de carapaça de animais).	2% de: biotita alterada de cor marrom a castanho dourado; minerais opacos, dentre eles magnetita; agregados manganosos; agregados argilosos.

(Símb.) – Símbolo; (Prof.) – Profundidade.

Tabela 10. Composição da fração areia fina dos solos estudados no município de Lagoa do Ouro, Pernambuco.

Horizontes		Quartzo	Feldspato	Fragmentos orgânicos	Outros
Símb.	Prof. (cm)				
P1-PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico					
Ap	0-13	91% de quartzo, em geral hialino, muito anguloso a anguloso, sendo também observados raros grãos subarredondados.	5% de feldspatos.	1% de fragmentos orgânicos, fragmento de carapaça de animais, sementes e raízes.	2% de anfibólio; 1% de: minerais opacos (dentre eles magnetita); epidoto; biotita; e zircão.
E2	35-44	95% de quartzo, hialino e branco, em grãos muito angulosos a angulosos, alguns apresentando cor avermelhada. Também são observados grãos subangulosos a subarredondados.	2% de feldspatos.	fragmentos orgânicos (tecido vegetal e sementes).	2% de anfibólio; 1% de: biotita alterada; epidoto; zircão; minerais opacos; agregados argilosos, de cor bege a cinza, friáveis.
Bt	44-55	88% de quartzo, em geral, muito angulosos a angulosos, alguns apresentando cor avermelhada devido a incrustações de óxido de ferro. Observam-se raros grãos subangulosos a subarredondados.	7% de feldspatos.	fragmentos orgânicos (tecido vegetal e fragmento de carapaça de animais).	3% de anfibólio; 2% de: mica de cor dourada, possivelmente biotita alterada; epidoto; minerais opacos; agregados argilosos; zircão; titanita; granada.
Cr	90-93+	55% de quartzo, em geral, hialino e muito angulosos a angulosos.	10% de feldspato.	-	30% de biotita em vias de alteração; 4% de anfibólio; 1% de: minerais opacos (dentre eles magnetita); epidoto; e titanita.
P2- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico salino vertissólico.					
A	0-15	98% de quartzo, em geral, muito angulosos a angulosos, porém, correndo também grãos subangulosos a subarredondados.	1% de feldspato.	fragmentos orgânicos (tecido vegetal e sementes).	1% de: biotita alterada, com cor marrom a castanho; minerais opacos; epidoto; anfibólio; zircão; rutilo.

Horizontes		Quartzo	Feldspato	Fragmentos orgânicos		Outros
Símb.	Prof. (cm)					
E2	47-58	97% de quartzo em geral muito angulosos a angulosos, sendo raros os subangulosos a subarredondados.	1% de feldspatos.	-		2% de: mica de cor dourada, provavelmente, biotita; epidoto; anfibólio; rutilo; minerais opacos (dentre eles magnetita); turmalina; zircão; agregados argilosos a argilo-ferrosos, cujas cores variam de bege a marrom alaranjado e os primeiros mais friáveis.
Btg	58-74	92% de quartzo em grão muito angulosos a angulosos, em geral hialino e branco, sendo observados raros grãos de cor alaranjada, associada à precipitação de óxido de ferro em suas reentrâncias.	6% de feldspatos, sendo observados grãos de cor branca e de cor rósea.	fragmentos orgânicos (tecido vegetal).		2% de: epidoto; mica de cor castanho dourada, provavelmente biotita alterada; minerais opacos (inclusive magnetita); rutilo; agregado ferroso, irregulares, de cor marrom avermelhada e traço alaranjado (goethita); agregado argiloso, de cor bege a crema e friável.
Cr	102-119	45% de quartzo, em geral muito anguloso a angulosos, alguns apresentando cor alaranjada.	10% de feldspatos de 2 tipos, alguns com cor branca e outros rosados.	-		43% de biotita em vias de alteração, com cor castanha esverdeada a castanho dourado; 1% de minerais opacos, dentre eles a magnetita; 1% de anfibólio; e epidoto.
P3- PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico.						
A	0-22	95% de quartzo, em grãos muito angulosos a angulosos, com cor avermelhada a alaranjada, além de raros grãos subangulosos a subarredondados.	3% de feldspatos.	fragmentos orgânicos (tecido vegetal e carvão).		e 2% de: mica, incolor a marrom esverdeada (biotita alterada); anfibólio; zircão; epidoto; minerais opacos; turmalina; agregado argiloso, de cor bege, friável.
E2	75-87	97% de quartzo, predominantemente, em grãos hialinos, subangulosos a subarredondados, mas também sendo observados os muito angulosos a angulosos e grãos com cor avermelhada devido a incrustações de óxido de ferro.	1% de feldspatos.	fragmentos orgânicos (tecido vegetal).		2% de: minerais opacos; agregados argilosos, friável, apresentando cores bege e cinza; zircão; epidoto; mica castanha (biotita); anfibólio; turmalina, subarredondada.

Horizontes		Quartzo	Feldspato	Fragmentos orgânicos			Outros
Símb.	Prof. (cm)						
Btg1	94-111	89% de quartzo em grãos, em geral, hialinos muito angulosos a angulosos, também sendo observados grãos subangulosos a subarredondados.	7% de feldspatos.	1% de: fragmentos orgânicos (tecido vegetal).			2% de micas de cor castanho dourada, possivelmente, biotita alterada; minerais opacos (dentre eles magnetita); zircão; epidoto; e agregados argilosos friáveis, de cor bege. minerais opacos (dentre eles magnetita); zircão; epidoto; e agregados argilosos friáveis, de cor bege.
Cr	130-135+	91% de quartzo, apresentando cor alaranjada devido a incrustações de óxido de ferro, em geral em grãos muito angulosos a angulosos, sendo também observados grãos subangulosos a subarredondados.	4% de feldspatos, muitos com cor alaranjada devido ao óxido de ferro.	fragmentos orgânicos (tecido vegetal).			3% de agregado argilo-ferroso, de cor marrom claro algo alaranjada; 2% de micas, algumas com cor marrom claro a dourado e outras em placas mais finas (biotita) e límpidas, de incolor (moscovita); anfibólio; minerais opacos, dentre eles a magnetita; zircão; epidoto.
P4- ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico planossólico saprolítico							
A1	0-9	94% de quartzo, predominando os grãos subangulosos a subarredondados de cor alaranjada e avermelhada. Também são observados grãos arredondados e angulosos.	2% de: feldspatos.	fragmentos orgânicos (tecido vegetal).			minerais opacos; anfibólitos; turmalina, algo arredondada; zircão; epidoto.
A2	18-31	98% de quartzo, predominando os grãos subangulosos a subarredondados, hialinos, com raros grãos com cor alaranjada.	2% de: feldspatos.	fragmentos orgânicos (tecido vegetal).			biotita com cor esverdeada; anfibólio; epidoto; zircão; minerais opacos (dentre eles magnetita); agregados argilosos.
Bt	34-50	90% de quartzo, predominantemente em grãos muito angulosos a angulosos, alguns grãos com cor avermelhada. Também são observados grãos subangulosos a subarredondados.	7% de feldspatos.	fragmentos orgânicos (tecido vegetal, sementes).			3% de: anfibólio; zircão, mica, de cor castanha dourada (biotita); titanita; granada; agregado ferroso a ferro-argiloso (os primeiros são mais escuros e menos friáveis que os últimos); agregado manganoso; agregado argiloso.
Cr	50-70+	76% quartzo, em hialino, muito angulosos a angulosos.	20% de feldspatos, brancos e róseos.	fragmentos orgânicos (tecido vegetal e fragmento de carapaça de animais).			2% de biotita alterada de cor marrom a castanho dourado; 2% de: minerais opacos, dentre eles magnetita; epidoto; anfibólio; agregados manganosos; agregados argilosos.

(Símb.) – Símbolo; (Prof.) – Profundidade.

Na mineralogia da fração silte foram encontrados basicamente quartzo e feldspato ao longo de todos os perfis (Figura 10).

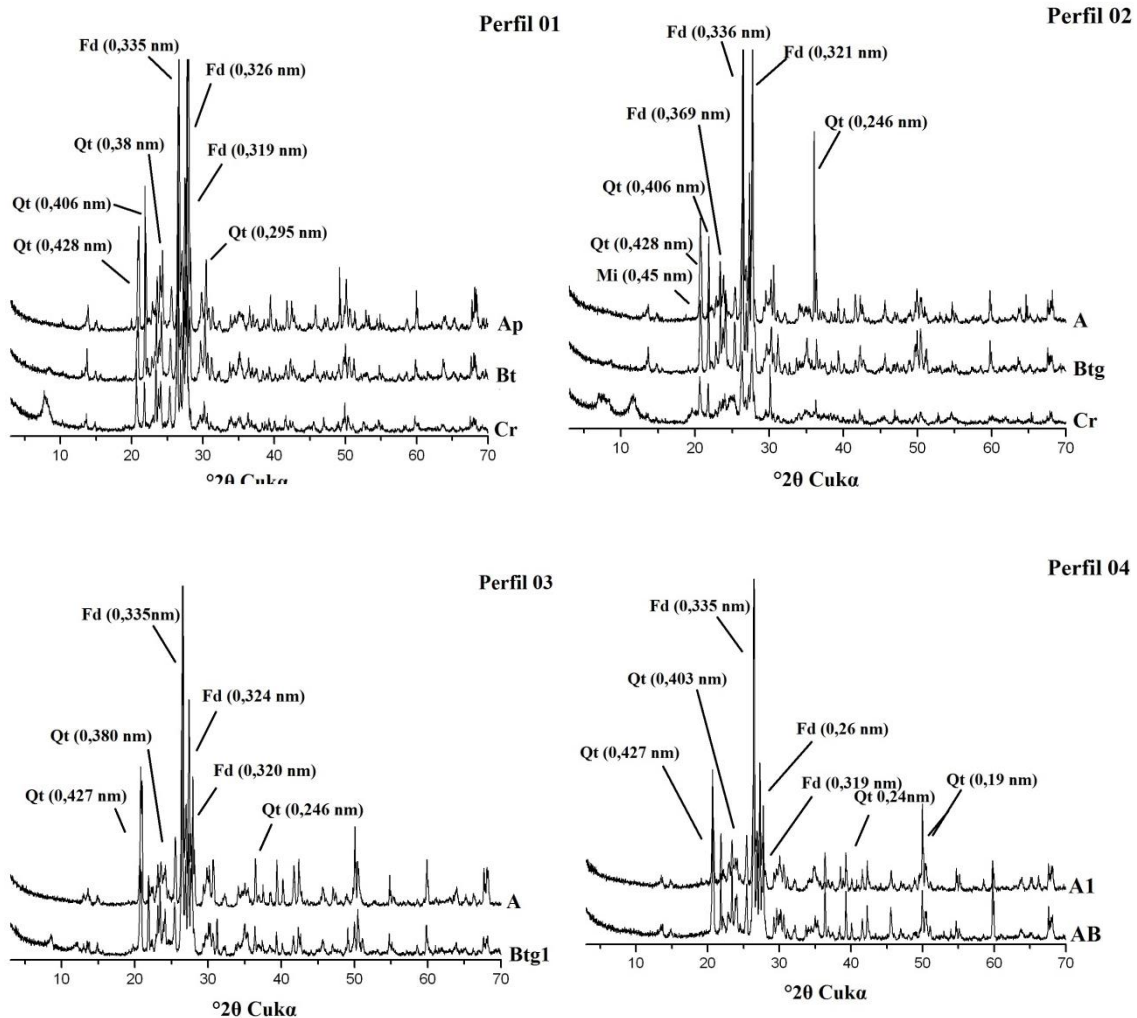


Figura 10 – Difractogramas de raios-X da fração silte dos perfis estudados. Perfis 1, 2, 3 e 4 (Qt-quartzo; Fd-feldspato).

Na mineralogia da fração argila (natural) foi observada uma assembleia mineralógica formada de caulinita, feldspato e mica em todos os perfis (Figura 11).

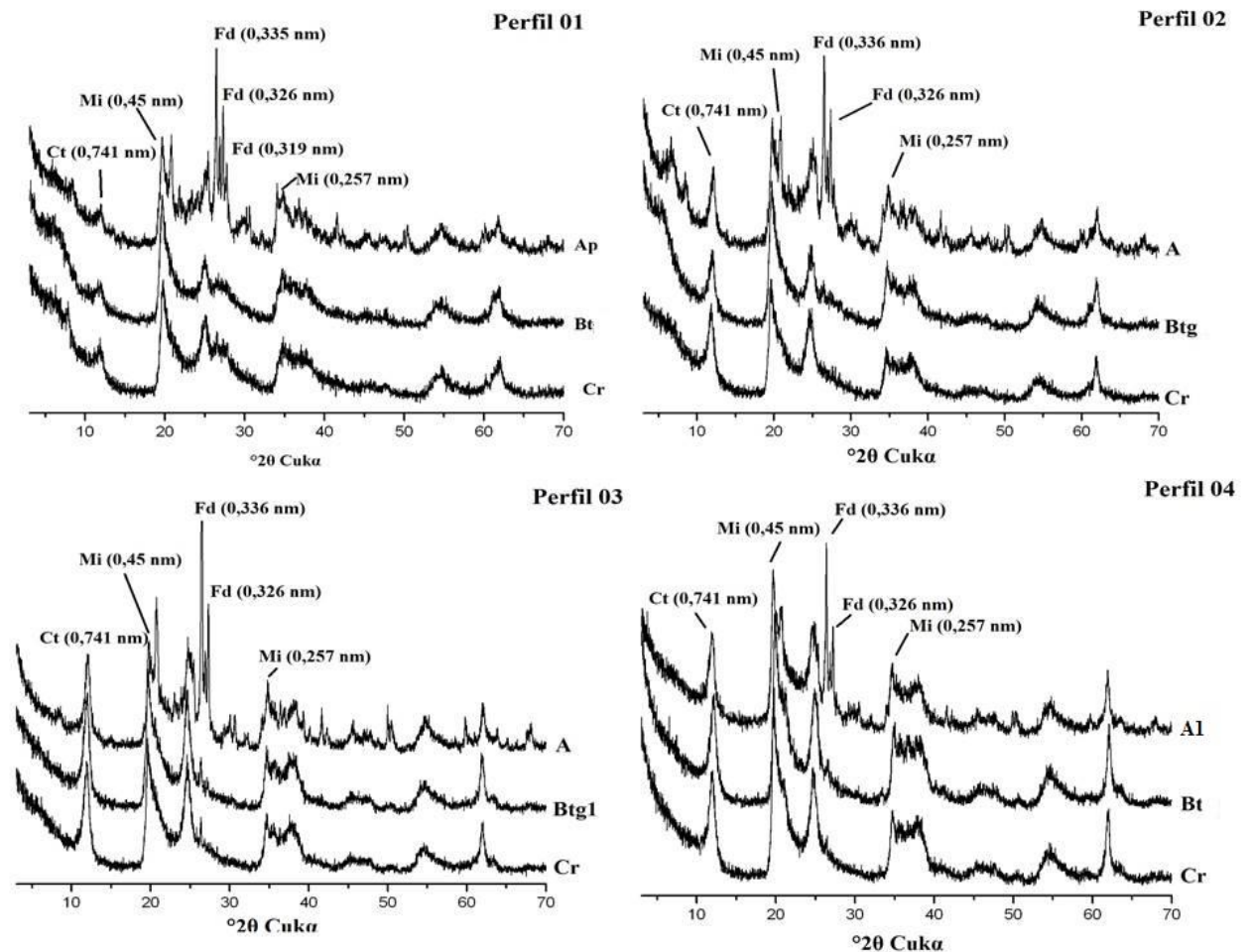


Figura 11 – Difratomogramas de raios-X da fração argila dos perfis estudados. Perfis 1, 2, 3 e 4 (Fd-feldspato; Ct-caulinita; Mi-mica).

Nos tratamentos com Mg e Mg com glicerol pode-se observar a clara presença de esmectitas por sua expansão em glicerol, fato evidente nos perfis 1 e 2 (Figuras 12 e 13).

Nos tratamentos com K-550°C pode-se evidenciar a presença de caulinita nas amostras através de seu desaparecimento, bastante evidente nos perfis 3 e 4 (Figuras 14 e 15). Não foi evidente a presença de haloisita nos solos estudados, o teste de pulverização com formamida foi realizado, entretanto, não houve resposta para presença do mineral.

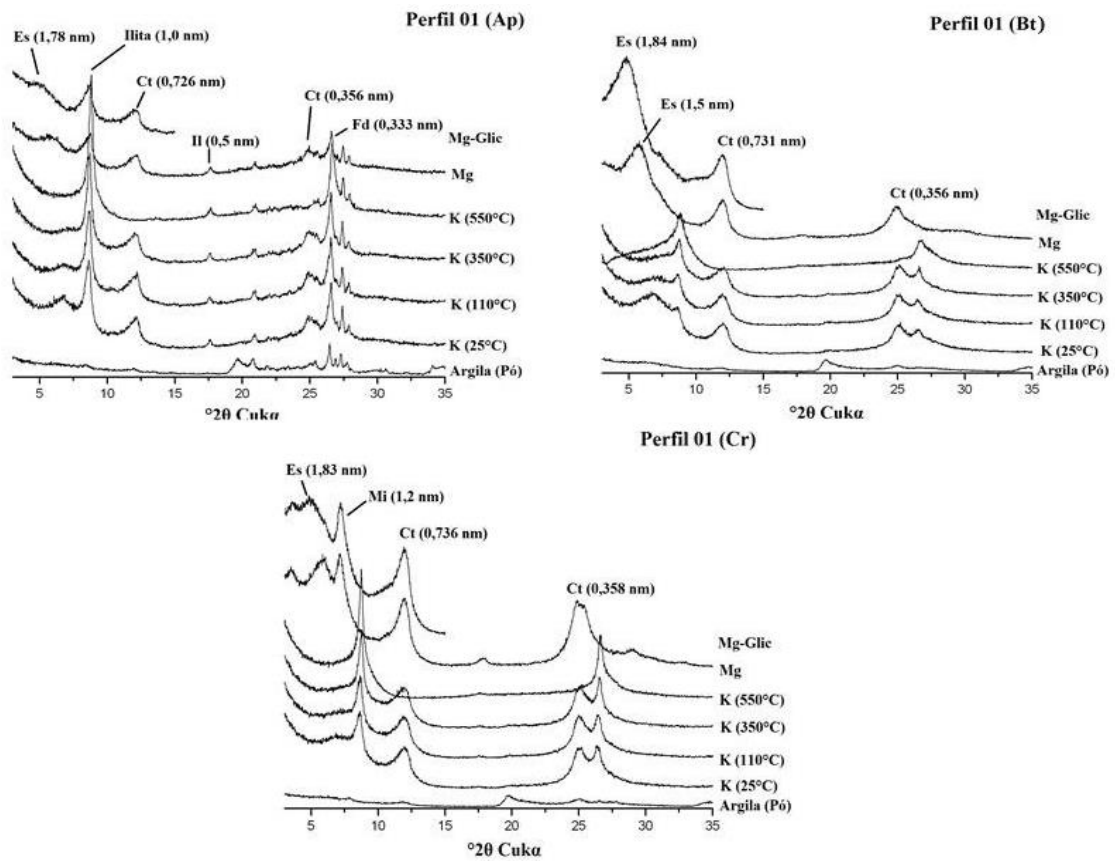


Figura 12 – Difratomogramas de raios-X da fração argila saturada do perfil 1 (Fd-feldspato; Ct-caulinita; Illita; Es-esmectita).

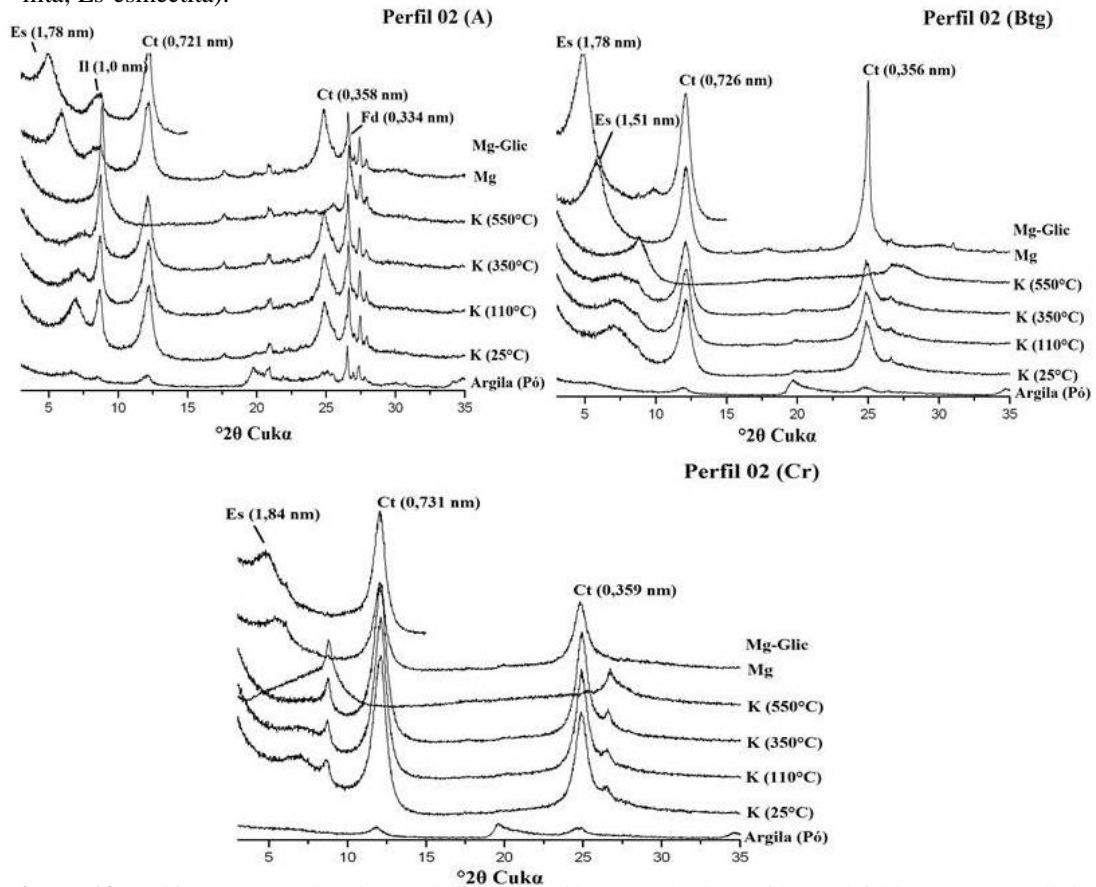


Figura 13 – Difratomogramas de raios-X da fração argila saturada do perfil 2 (Fd-feldspato; Ct-caulinita; Illita; Es-esmectita).

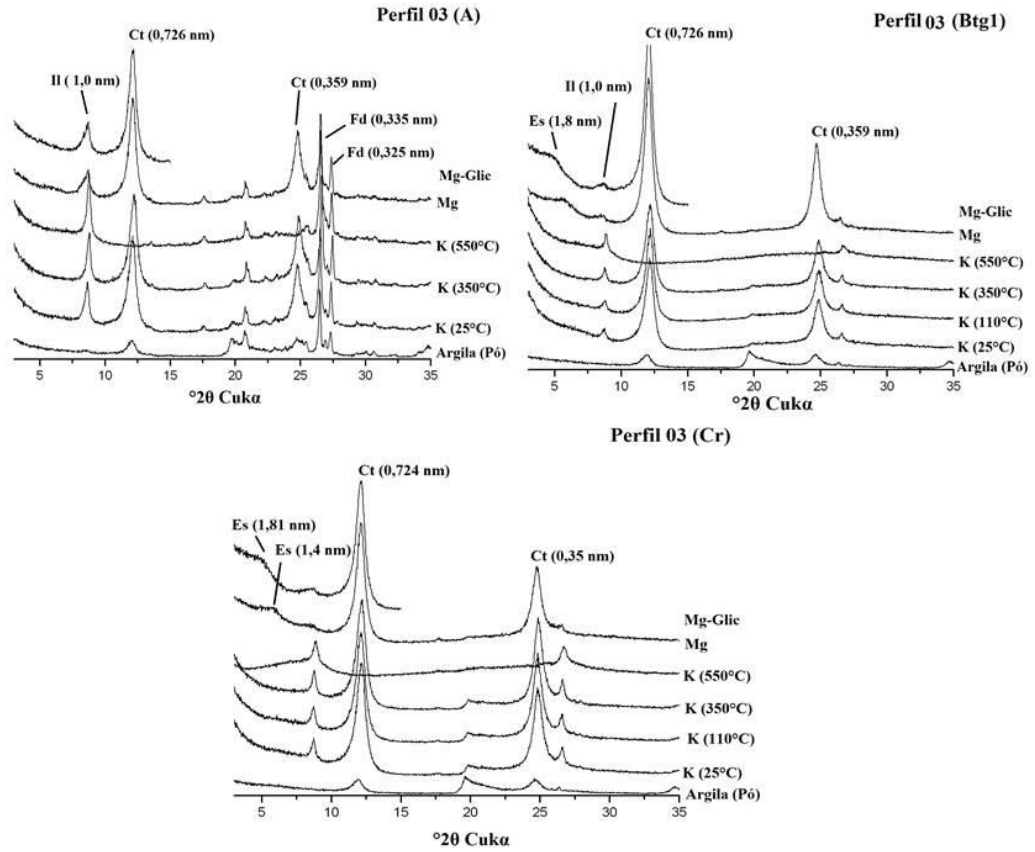


Figura 14 – Difratomogramas de raios-X da fração argila saturada do perfil 3 (Fd-feldspato; Ct-caulinita; Il-ilita; Es-esmectita).

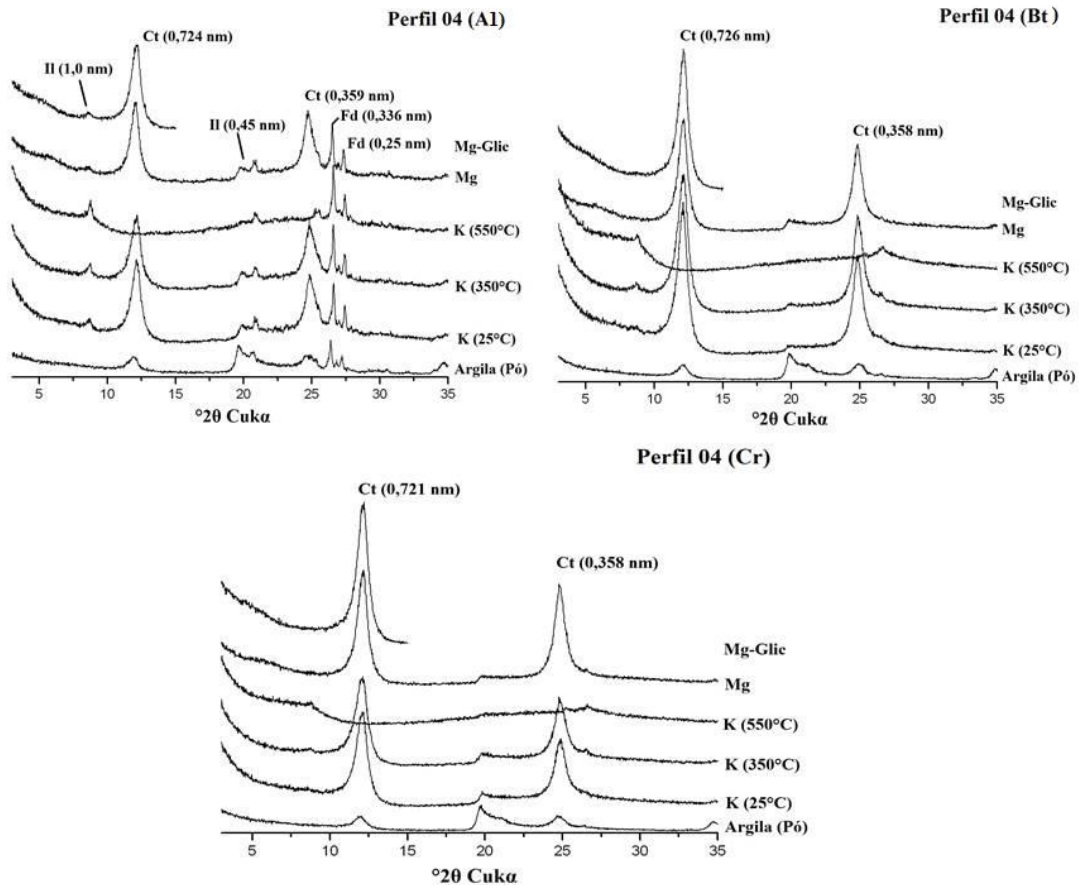


Figura 15 – Difratomogramas de raios-X da fração argila saturada do perfil 4 (Fd-feldspato; Ct-caulinita; Il-ilita).

Só foram realizados o teste de Greene-Kelly nos horizontes que mostraram evidente a presença de esmectita. No horizonte Ap e Bt do perfil 1, foi evidente a presença de mica/montmorilonita e de beidelita/nontronita (Figura 16), no A e Btg do perfil 2 foi evidente a presença de beidelita/nontronita, mica/montmorilonita e montmorilonita (Btg) (Figura 17), já no Btg1 do perfil 3 foi clara a presença de montmorilonita (Figura 18).

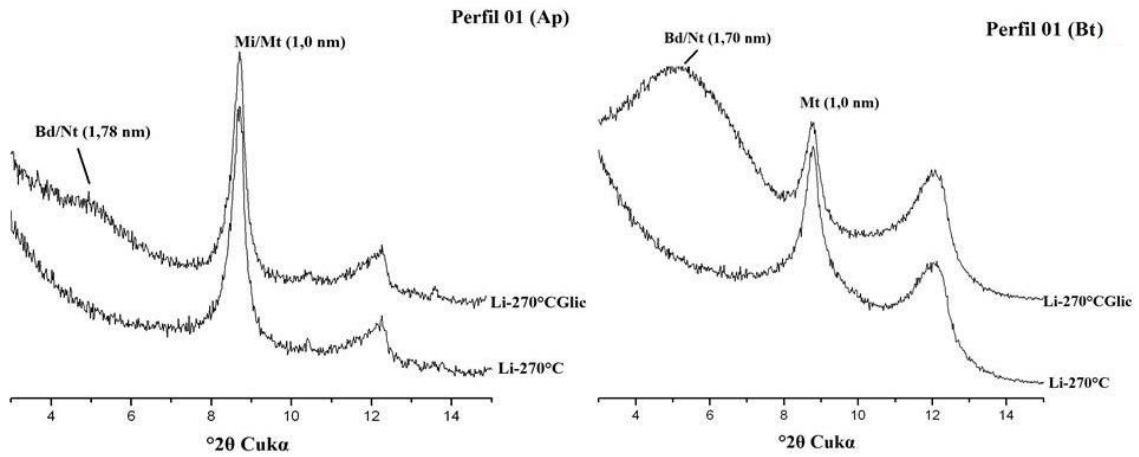


Figura 16 – Difratomogramas de raios-X da fração argila. Teste de Greene-Kelly do perfil 1 (Bd/Nt-Beidelita/Nontronita; Mi/Mt-Mica/Montmorilonita; Mt-Montmorilonita).

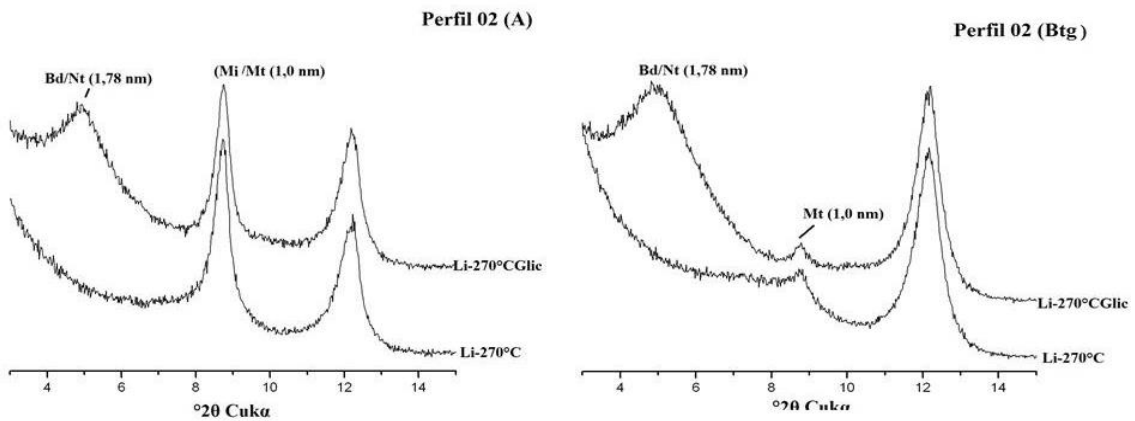


Figura 17 – Difratomogramas de raios-X da fração argila. Teste de Greene-Kelly do perfil 2 (Bd/Nt-Beidelita/Nontronita; Mi/Mt-Mica/Montmorilonita; Mt-Montmorilonita).

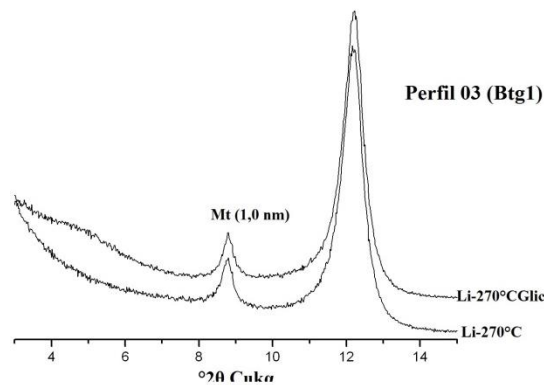


Figura 18 – Difratomogramas de raios-X da fração argila. Teste de Greene-Kelly do perfil 3 (Mt-Montmorilonita).

4.4. Classificação dos solos

Os perfis selecionados foram caracterizados por intermédio de seus atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos, e classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013).

Os solos foram classificados como PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico (perfil 1), PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico salino vertissólico (perfil 2), PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico (perfil 3) e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico planossólico saprolítico (perfil 4) apresentando sequência de horizontes Ap-A-E1-E2-Bt-Btn-Cr (perfil 1), A-EA-E1-E2-Btg-Btgz-BCv-Cr (perfil 2), A-AE-E1-E2-E3-Btg1-Btg2-Cr (perfil 3), A1-A2-AB-BA-Bt-Cr (perfil 4) (Apêndice).

A mudança textural abrupta e a transição abrupta entre determinados horizontes (E-B) ao longo dos perfis, aliado à relação textural (Tabelas 1 e 2), à presença de estruturas em blocos subangulares, angulares e prismáticos para alguns horizontes (Tabela 1), as cores acinzentadas (10YR, 7,5YR) ou variegadas, com a presença de mosqueados (indício de baixa permeabilidade) (Tabela 1), ou seja, a existência de um B plânico, foram fatores de grande importância para classificar os perfis 1, 2 e 3 como PLANOSSOLOS. O perfil 4 foi considerado ARGISSOLO devido a presença de horizonte B textural, com argila de atividade baixa.

No segundo nível categórico os PLANOSSOLOS foram considerados HÁPLICOS porque não apresentaram valores suficientes de horizonte plânico com caráter sódico (Tabela 4), e o ARGISSOLO, VERMELHO-AMARELO por não se enquadrarem nas demais classes.

No terceiro nível categórico foram considerados Eutróficos pelos valores obtidos de saturação por bases ($V \geq 50\%$) nos horizontes diagnósticos (Tabela 4).

No quarto nível categórico o perfil 1 foi considerado solódico pela presença de caráter solódico ($(100 \text{ Na}^+/\text{T})$ entre 6% e < 15%) no horizonte Btn o qual encontra-se dentro de 120 cm da superfície do solo (Tabelas 4). O perfil 2 foi considerado arênico por possuir textura arenosa desde a superfície do solo até o início do horizonte B plânico dentro dos 100 cm de profundidade, salino pela presença de caráter salino evidenciado no horizonte Btgz pela CE maior que 4 dS m^{-1} e vertissólico pela presença

de caráter vértico no horizonte BCv (Tabelas 4). O perfil 3 foi considerado arênico por possuir textura arenosa desde a superfície do solo até o início do horizonte Btg1 que ocorre dentro de 100 cm de profundidade (Tabelas 1). O perfil 4 foi considerado planossólico por possuir caráter plânico (Tabelas 1 e 4).

5. DISCUSSÃO

5.1. Atributos morfológicos, físicos e químicos

A coloração apresentada dos solos estudados foi semelhante a observada por Parahyba et al. (2010) em solos do agreste de Pernambuco, Cornelis et al. (2014) em Planossolos no sudoeste da Etiópia bem como por Coringa et al. (2012) em solos hidromórficos do Pantanal Norte Matogrossense, sendo atribuído pelos últimos, o motivo da coloração acinzentada da matiz dos solos à redução dos compostos de ferro em presença de matéria orgânica, com ou sem alternância de oxidação, por efeito de flutuação do nível do lençol freático, em condições de regime de excesso de umidade permanente ou periódico. O que condiz com os solos estudados, que em determinada época do ano permanecem sob condições de redução pelo possível impedimento a passagem de água promovida pelos horizontes B adensados, formando lençol freático suspenso, fator visível também pela presença de mosqueados em alguns horizontes (Tabela 1). Foi observado por Mota et al. (2002) colorações variegadas em Planossolo do sertão do Ceará, por influência de sua localização na paisagem, uma zona de maior acumulação de água e drenagem imperfeita.

A água afeta o estado de oxidação tanto do ferro como do manganês. Os compostos de ferro quando reduzidos, propiciam o aparecimento de baixas tonalidades cinzentas e azuladas em solos pobremente drenados. Sob condições anaeróbicas prolongadas, o ferro reduzido é removido dos recobrimentos das partículas, frequentemente expondo as cores cinza-claro, característica dos minerais silicatados (BRADY & WEIL, 2013), presentes ao longo de todos os perfis estudados, minerais esses como quartzo, feldspato, argilominerais e outros (Tabelas 9 e 10; Figuras 10 e 11).

A esse processo envolvendo a água e oxidação de elementos como Fe, Mn e de matéria orgânica intitula-se gleização ou redoximorfismo (FANNING & FANNING, 1989). Os óxidos de ferro e manganês após sofrerem redução liberam ao meio os elementos Fe^{+2} e Mn^{+2} os quais oxidam e precipitam em locais onde há presença de O_2 (poros, interior de agregados, raízes, zonas de oscilação do lençol freático), originando

concentrações localizadas de ferro (KAMPF & CURI, 2012), processo evidente pela presença de mosqueados e concreções manganosas em alguns horizontes, inclusive relacionado a presença de raízes (Apêndice).

A cor do solo é uma das características mais evidentes (BRADY & WEIL, 2013), é um dos mais úteis atributos para caracterizar solos e sua determinação constitui importante fonte de informação para a pedologia (CAMPOS & DEMATTÊ, 2004).

As cores do solo podem variar de um lugar para outro na paisagem, bem como variar em profundidade entre os vários horizontes de um perfil, ou mesmo dentro de um mesmo horizonte (BRADY & WEIL, 2013). Geralmente em áreas deprimidas, além da água de precipitação pluvial que incide diretamente na região, há contribuição tanto da água proveniente de enxurradas como da que se movimenta lateralmente internamente no solo das vertentes próximas. Essas áreas apresentam condições ideais para manifestação dos fenômenos de redução resultando solos de coloração acinzentada, esverdeada ou azulada e geralmente apresentando mosqueados (OLIVEIRA, 2011), como evidenciado anteriormente. Em relação a todo o planalto da Borborema, as áreas dos perfis estudados são de menor altitude, fator que favorece esse acúmulo e movimentação da água.

Outro processo, que não foi aferido, mas que é de grande importância para o desenvolvimento da cor acinzentada típica desses solos é o de ferrólise. O processo envolve uma sequência repetitiva de ciclos com fase anaeróbica e aeróbica. A oxidação da matéria orgânica fornece a energia para conduzir todo o processo. Durante a fase anaeróbica o ferro livre é reduzido com simultânea oxidação da matéria orgânica e formação de íons de hidroxila. O ferro ferroso desloca cátions trocáveis, os quais são lixiviados total ou parcialmente. Durante a fase aeróbia o ferro ferroso é oxidado, produzindo hidróxido férrico e íons de hidrogênio, tais íons de H^+ deslocam o ferro ferroso trocável desgastando as camadas octaédricas das bordas dos minerais de argila, sendo ao mesmo tempo liberado na solução do solo alumínio, magnésio e outros íons presentes nos minerais, sendo assim, em cada ciclo cátions são lixiviados e parte da estrutura do mineral é destruída. Com a continuação da ferrólise o solo pode tornar-se com baixo teor de argila, limitada CTC (BRINKMAN, 1970). O processo origina solos hidromórficos com horizontes superficiais eluviais ácidos e descolorados (álbicos), situados sobre horizontes subsuperficiais mais argilosos (KAMPF & CURI, 2012).

Esse processo de ferrólise pode ainda ser utilizado para explicar a ocorrência de inúmeros fenômenos nos solos estudados, como a formação de um horizonte adensado subsuperficialmente, com nítida mudança textural abrupta, ou seja, a formação do horizonte Bt presente em todos os perfis (Tabela 1 e 2), já que a destruição dos argilominerais origina horizontes superficiais menos argilosos e mais ácidos, sobre um subsolo mais argiloso e menos ácido (KAMPF & CURI, 2012), tal diferença de acidez dos horizontes, mesmo que moderada pode ser vista nos perfis 1 e 2 (Tabela 4) podendo também a ferrólise explicar essa diferença de pH.

Essa variação de textura entre os horizontes foi também observado por Mota & Oliveira (1999) Parahyba et al. (2010), Coringa et al. (2012), Nascimento et al. (2013) e Dumon et al. (2014), dentre outros. Mota & Oliveira (1999) não aferiram mas também não descartaram a ferrólise como alternativa de gênese para os Planossolos do Ceará que estudaram. Parahyba et al. (2009) afirmaram que para os Planossolos do Agreste Pernambucano a perda de argila estava mais relacionada a perdas laterais, em subsuperfície, que se processam por arraste mecânico ou dissolução em função do posicionamento do solo no relevo.

Oliveira (2011) afirma que o relevo regula os movimentos de água ao longo de uma vertente, tanto em superfície como no interior do solo, agindo sobre seu regime hídrico e, conseqüentemente, sobre os fenômenos de percolação interna e ações correlatas, lixiviação de solutos, transporte de partículas coloidais em suspensão no meio líquido e ainda nos fenômenos de hidrólise, hidratação, dissolução, os quais são indispensáveis a presença de água. Fator de grande importância para formação do gradiente textural. Com isso pode-se afirmar que existe uma estreita relação entre morfologia de solos, posição que os mesmos se encontram em uma vertente e o nível do lençol freático de um local (KAMPF & CURI, 2012).

Ranst et al. (2011) descarta a ferrólise como processo predominante para formação dos Planossolos estudados no Planalto Etíope, destacando para formação dos mesmos a remoção por erosão seletiva (remoção de finos) e recobrimento por outro material, e após o recobrimento o intemperismo e posterior lixiviação dos elementos facilmente solúveis ou transformação em menores componentes minerais. Destacando outros processos de grande importância para formação de um horizonte Bt.

Os outros processos que merecem destaque na formação de um horizonte Bt são o de eluviação e iluviação de argila, dispersa em água de percolação no solo: lessivagem e formação de argila no horizonte subsuperficial (KAMPF & CURI, 2012).

A lessivagem, referida por Bockheim & Gennadiyev (2000) como argiluviação, refere-se ao movimento em suspensão de partículas da fração argila, principalmente argila fina, óxidos e compostos orgânicos, no interior do solo, tendo como consequência, horizontes superficiais empobrecidos (eluviados), enquanto os horizontes subsuperficiais enriquecidos em argila (iluviados). As partículas da fração argila são muito suscetíveis de permanecerem em suspensão e serem transportadas pela água que percola através do solo, principalmente em macro e mesoporos, nos quais o fluxo de água são suficientemente rápidos. A deposição dessas argilas ocorre onde a dispersão ou o transporte são menos efetivos. A mobilização das partículas de argila inicia-se por esboroamento ou por dispersão (KAMPF & CURI, 2012). Os altos valores de argila dispersa em água obtidos são um forte indicio para a ocorrência desse processo na formação do gradiente textural nos solos estudados.

A dispersão dessas argilas é promovida pela baixa concentração de sais na solução do solo. As partículas eluviadas em geral podem ser iluviadas por processo de floculação, o qual pode ser induzido pelo aumento da salinidade na solução do solo ou um aumento de Ca^{+2} , por filtração das substâncias, ou secagem da água proveniente da lixiviação (FANNING & FANNING 1989). Fatores visíveis nos solos estudados, tanto a baixa concentração de sais, principalmente nos horizontes superficiais, e aumento dos mesmos em subsuperfície, incluindo um significativo aumento de Ca^{+2} (Tabela 4).

A formação de argila no horizonte subsuperficial também é um processo de grande importância para formação desses horizontes adensados. Segundo Kampf & Curi (2012) o horizonte B tende a ter maior teor de argila pela possibilidade da matéria orgânica inibir a formação de argila no horizonte superficial, e/ou, pela maior concentração de solutos no horizonte B promover a supersaturação que favorece a precipitação e formação de argilominerais. Nos solos estudados foi evidente a maior presença de cátions básicos em subsuperfície e de matéria orgânica em superfície (Tabela 4).

Esses solutos são muitas vezes provenientes dos minerais que sofreram intemperismo químico, ficando no solo ou se recombinao e formando novos minerais.

Segundo Pedro (1983), o que fica de mineral primário após isso é o chamado esqueleto do solo (estrutura), formado apenas pelos minerais mais resistentes ao intemperismo. Esqueleto esse que pode ser representado nos perfis estudados pelo quartzo, presente como mineral mais abundante para todos os perfis e em todos os horizontes, seguido pelo feldspato e outros (Tabelas 9 e 10), demonstrando que mesmo com a grande presença de quartzo os solos ainda possuem minerais de mais fácil alteração, sujeitos a inúmeros processos. Oliveira et al. (2008) encontraram situação semelhante em Planossolos estudados no semiárido brasileiro, tanto quanto a transformação e neoformação de minerais, como do esqueleto presente no solo.

O recobrimento por colúvio, ou seja, sedimentos inconsolidados mais recentes (LEPSCH, 2011), também é um fator de grande importância nesses solos. Segundo Parahyba et al. (2010) o elevado gradiente textural típico dos Planossolos quase sempre sugere influência de mais de um material de origem contribuindo para sua formação, ou que ao menos a parte superficial do solo tenha sido influenciada por um retrabalhamento do seu material de origem via ciclos de erosão-transporte-deposição, característicos de regiões semi-árida.

Parahyba et al. (2010) constataram em suas pesquisas que a formação dos Planossolos estudados tem natureza autóctone, mas com indício de retrabalhamento nos horizontes superficiais e pouca influência do relevo na diferenciação deles. Com base nos resultados estatísticos desse trabalho (Tabela 3) pode-se observar uma homogeneidade entre os horizontes quanto ao material arenoso, o que não indica ao certo que não houve influência de outros materiais, fora o material de origem, sobre esses solos, já que pode ter tido influência de materiais semelhantes aos formadores.

Outro fator de grande importância para mostrar a natureza do solo estudado foi quanto ao grau de arredondamento da fração areia analisada, em especial do quartzo, como mineral mais resistente e abundante, presente ao longo de todos os horizontes. Foi observado a presença em todos os horizontes dos 4 perfis, areias finas e grossas com o grau de arredondamento muito anguloso e anguloso, mostrando que praticamente não possuem sinais intensos de retrabalhamento. Em alguns horizontes, no entanto, principalmente superficiais, foi constatada a presença de grãos subangulosos a subarredondados (Tabelas 9 e 10), mostrando que houve, mesmo que em menor quantidade, retrabalhamento do material superficial do solo, já que o grau de

subarredondamento já é considerado considerável retrabalhamento. Sendo observado apenas no horizonte superficial do perfil 4 grãos arredondados. A forma e o arredondamento dos grãos de areia têm sido usados desde há muito tempo para decifrar histórias de depósitos sedimentares dos quais eles fazem parte (SUGUIO, 1973).

Segundo Kampf & Curi (2012), a espessura e textura dos horizontes variam com a posição do solo na paisagem. A tendência é a espessura do horizonte A ser maior na parte inferior da mesma e o horizonte B ser mais argiloso e com gradiente textural em relação ao horizonte A. Fator evidenciado pela espessura do horizonte Ap + A no perfil 1, quando comparada aos outros perfis na paisagem (Tabela 1), mostrando que apesar do clima ser muito importante para a formação de um solo, a posição que o mesmo encontra-se na paisagem merece destaque, já que no ambiente estudado as condições climáticas são as mesmas. A maior espessura do horizonte A, é fator de grande importância para agricultura nessas regiões, já que esses solos apresentam sérias limitações pela camada de impedimento normalmente presente.

Silva et al. (2001) descreveu a formação de Planossolos Háplicos no terço inferior de uma encosta, sobre sedimentos colúvio-aluvionares. A concavidade da superfície e a drenagem imperfeita contribuíram para o processo de eluviação da argila, associado a condições de oxidação e redução do processo de ferrólise.

Os solos estudados apesar do gradiente textural e da notória presença de argila, possui grande quantidade de areia ao longo dos horizontes. A composição granulométrica (Tabela 2) mostra bem tal fato, a resistência dessa fração no solo se dá principalmente pelo elevado teor de quartzo presente em todos os horizontes (Tabelas 9 e 10), podendo ser observado também através da grande quantidade de SiO₂ obtidos por FRX tanto no solo, como na rocha, mostrando a natureza quartzosa do material estudado (Tabelas 6 e 8). Parahyba et al. (2009; 2010) observaram a predominância do Si em Planossolos do agreste de Pernambuco, bem como um acúmulo nos horizontes superiores.

A fração silte, apesar da menor proporção em relação a areia, ainda resiste e se mantém constante ao longo dos horizontes, sendo em alguns, maior que o teor de argila, tal fato pode ser explicado pelo alto teor de quartzo presente nos mesmos (Figura 10), outro mineral de destaque nessa fração é o feldspato, tal qual observado por Parahyba et al. (2010) em Planossolos do semiárido pernambucano.

A natureza arenosa desses solos proporciona, conseqüentemente, maiores valores de densidade dos solos (Tabela 2), tendo em vista que em solos arenosos as partículas sólidas estão menos predispostas a formarem agregados, e conseqüentemente, a formação de menos poros, já que os valores de densidade são obtidos pela proporção de espaços porosos em relação ao volume de sólidos. A densidade do solo tende a aumentar em profundidade, isto, provavelmente, devido ao menor teor de matéria orgânica, menos raízes e uma compactação causada pela massa das camadas superiores nesses horizontes subsuperficiais (BRADY & WEIL, 2013).

Outro fator que merece destaque para o aumento dessa densidade em subsuperfície é o provável transporte (dos horizontes superficiais) e acúmulo (horizontes subsuperficiais) de partículas mais finas, como argila, silte e a própria areia fina e muito fina, entupindo os poros existentes em subsuperfície, e aumentando conseqüentemente a densidade. Os altos valores de argila dispersa em água são forte indício de possível movimentação interna dessas argilas, como enfatizado anteriormente. Esses processos influenciam diretamente os valores de porosidade do solo, que refere-se ao espaço, entre e dentro dos agregados, ocupado pela água ou ar do solo (LEPSCH, 2011), o que interfere, conseqüentemente, na aeração e infiltração da água e na condução desta através do solo (OLIVEIRA, 2011). Cabral et al. (2015) e Parahyba et al. (2010) estudando Planossolos da região semiárida de Pernambuco encontraram valores semelhantes de densidades do solo e porosidade apresentadas.

As partículas do solo individualizadas também possuem uma densidade, a qual não leva em consideração o espaço poroso para determinação. Sua determinação está relacionada basicamente com a composição química e estrutura cristalina de cada mineral que a compõem (BRADY & WEIL, 2013). Nos solos estudados, a maioria reflete a natureza mineralógica do solo, composta basicamente de quartzo, feldspato e mica, sendo as maiores densidades (acima de $2,75 \text{ kg dm}^{-3}$) relacionadas a minerais como magnetita, epidoto, granada e outros (Tabelas 2, 9 e 10). Santos et al. (2012) atribuíram os valores de densidade de partículas obtidos em sua pesquisa a natureza litológica e composição mineralógica dos solos estudados da região semiárida de Pernambuco.

A organização e distribuição dessas partículas no solo influenciam diretamente na textura do mesmo. A textura do solo não está facilmente sujeita a mudanças, de forma que ela é considerada uma propriedade permanente (BRADY & WEIL, 2013).

A alta dispersão evidenciada ao longo de todos os perfis pode ser associada, como já enfatizado, anteriormente, aos baixos valores de Na^+ e altos valores de Mg^{+2} e Ca^{+2} trocáveis, principalmente, em subsuperfície. Já que o Mg pode incrementar o efeito de dispersão quando predomina em relação ao Ca (RIBEIRO et al., 2009) fato evidenciado nos solos estudados, principalmente em subsuperfície. Apesar da mesma valência que o Ca, o Mg possui menor raio iônico e, por isso, maior raio hidratado, dificultando sua aproximação das partículas coloidais carregadas negativamente para neutralização de suas cargas elétricas. Isto proporciona um remanescente de carga negativa nas partículas dos solos, com conseqüente dispersão e movimentação de colóides ao longo do perfil do solo, ocasionando a criação de camadas mais adensadas que funcionam como impedimento à movimentação de ar e água em profundidade (RIBEIRO et al., 2009). Mota et al. (2002) estudando um Planossolo Háptico Eutrófico solódico no Ceará confirmou a predominância dos cátions Ca^{+2} e Mg^{+2} no complexo de troca.

Segundo Lepsch (2011) o cálcio e magnésio costumam ser os cátions dominantes nos solos neutros ou pouco ácidos, sendo as concentrações de magnésio comumente 50 a 80% menores que as de cálcio. Fato não evidenciado nos solos estudados (Tabela 4). Muitos pesquisadores afirmam a maior presença de Mg em relação ao Ca em Planossolos do Brasil, como Jacomine et al. (1971; 1973; 1975; 1977) nos boletins de análises, Oliveira et al. (2003), Parahyba et al. (2010), Coringa et al. (2012) e Cabral et al. (2015).

A principal fonte do Mg^{+2} e Ca^{+2} nos solos estudados, bem como de outros elementos, são os minerais primários presentes principalmente nas frações areia e silte, sendo os anfibólios fornecedores de cálcio, magnésio e ferro, a biotita fornecedora de Mg, K, e Fe, o epidoto de Ca e Fe, a granada de Ca e Mg, os feldspatos (plagioclásios-cálcicos) de Ca, a muscovita de K e a turmalina de Ca e Mg (Tabelas 9 e 10) (MELO et al. (2009). Oliveira et al. (2008) afirmou ser os plagioclásios a maior fonte de cálcio e a biotita de ferro no Planossolo estudado o semiárido brasileiro.

A mineralogia observada nos solos estudados, é bem parecida com a constatada por Parahyba et al. (2009; 2010) em Planossolos no agreste de Pernambuco sendo o quartzo, micas e feldspatos os principais minerais formadores da fração grosseira, com menores quantidades de zircão, turmalina, rutilo, epidoto e piroxênios. Nesses solos observou-se que os elementos de mais fácil mobilização, como Fe, Ca e Mg diminuíram seus percentuais de ocorrência na direção dos horizontes superiores, até o Ti, componente de minerais considerado extremamente resistente em muitos ambientes, mostrou similar variação. Tal fato foi visível nos solos estudados (Tabelas 4 e 6), e é provavelmente ligada a maior quantidade de minerais, fontes de tais elementos, em subsuperfície, e/ou a limitação de drenagem existente nesses ambientes, o que promove o transporte e acúmulo interno desses elementos em diferentes períodos.

Apesar dos baixos valores de K^+ trocáveis (Tabela 4), os solos estudados possuem grande fonte do elemento de acordo com os dados de FRX (Tabelas 6 e 8), proveniente, possivelmente, de biotitas e feldspatos (ortoclásio/microclínio).

Nos solos estudados os teores de carbono orgânico total não foram muito elevados, mas principalmente, os apresentados em superfície foram, provavelmente, os causadores dos baixos valores de pH. O carbono orgânico total do solo é reflexo da matéria orgânica presente nos mesmos. A matéria orgânica possui a capacidade de liberar ou receber íons H^+ . A liberação de H^+ no solo se dá a partir da dissociação dos grupos funcionais presentes na matéria orgânica (SILVA et al., 2012), como os valores de Al^{+3} são baixos para todos os horizontes, é possível afirmar que o H^+ refletido nos valores de pH e acidez potencial ($H+Al$) são provenientes na matéria orgânica. Segundo Oliveira et al. (2008), espera-se, teoricamente nos horizontes superficiais alguma acidificação resultante da decomposição da matéria orgânica e da extração de cátions básicos pelas plantas.

O fósforo do solo é proveniente do seu material de origem. Com o intemperismo o elemento é liberado e pode ser absorvido e incorporado a biomassa do solo (SANTOS et al., 2008), sendo, portanto, a matéria orgânica uma importante fonte de fósforo (BRADY & WEIL, 2013). Com isso, é possível afirmar que os valores de P encontrados, principalmente nos horizontes superficiais, estão ligados ao carbono orgânico do solo, ou seja, a matéria orgânica do mesmo (Tabela 4). Santos et al. (2012)

atribuíram os valores de P mais altos em superfície dos solos estudados do semiárido pernambucano aos maiores teores de carbono orgânico total nesses horizontes.

O aumento gradativo dos valores de CE nos solos foi proveniente da concentração de bases em subsuperfície (Tabela 4), já que a condutividade elétrica de um solo é determinada pela concentração de íons em solução que conduzem a corrente elétrica. Com isso, quanto maior a concentração salina (Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^+), maior a concentração de íons e mais intensa a corrente conduzida pela solução (MEURER et al., 2012). Apesar da concentração em subsuperfície, os valores foram baixos, mostrando que mesmo com limitação de drenagem, a mesma foi suficiente para impedir a formação de solos salinos e sódicos, sendo essas características apresentadas apenas em dois horizontes um do perfil 1 e outro do 2, justamente os que encontram-se em posições mais baixas da paisagem (Figuras 19 e 20), o que limita a drenagem favorecendo um acúmulo de água nos mesmos.

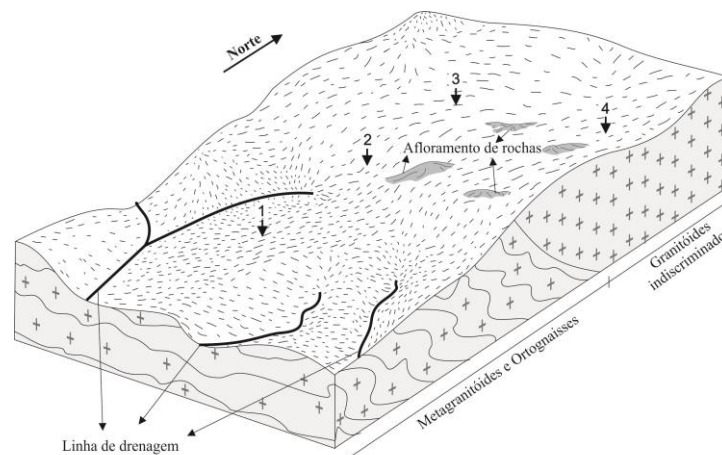


Figura 19 – Bloco diagrama da paisagem com a localização dos perfis dos solos estudados.

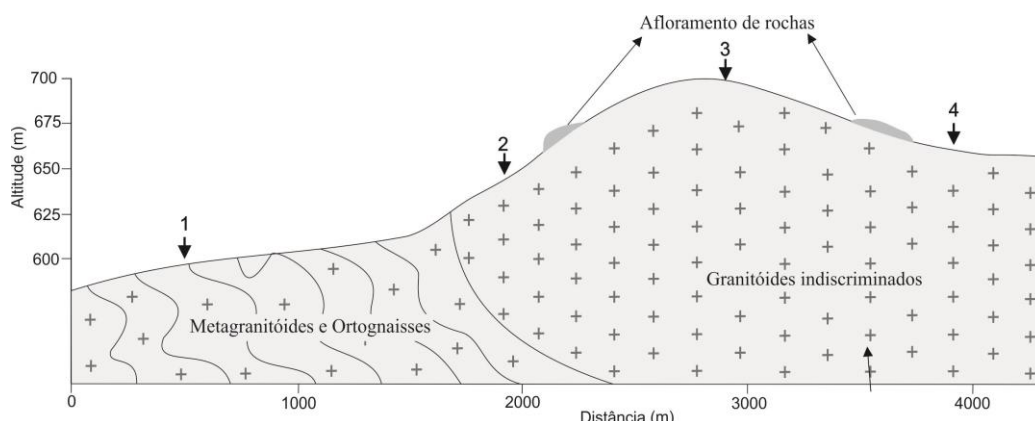


Figura 20 – Corte geológico e pedogeomorfológico esquemático da paisagem estudada, com destaque as localizações dos perfis de solo.

A matéria orgânica tá diretamente ligada a formação de óxidos de ferro no solo, já que na presença de agentes orgânicos quelantes o Fe^{+3} pode ser complexado e mantido na forma solúvel (ANJOS et al., 2008). A capacidade complexante dos compostos orgânicos (KAMPF & SCHWERTMANN, 1983) aliada a pouca disponibilidade de ferro nos horizontes superficiais dos ambientes estudados e a condição de redução em certos períodos do ano promove a limitada formação de ferro na forma mais cristalina, sendo, portanto, as relações de Fe_2O_3 (oxalato)/ Fe_2O_3 (ditionito) da maioria dos horizontes estudados, condizentes com o ambiente de estudo (Tabela 5).

Os baixos valores da relação Fe_2O_3 (oxalato)/ Fe_2O_3 (ditionito) obtidos em alguns horizontes subsuperficiais (Tabela 5), podem ser explicados pelo processo de redução e remoção de Fe nos horizontes superficiais, prevalecendo as formas mais cristalinas desses óxidos em subsuperfície, tal qual evidenciados por Coringa et al. (2012) os quais afirmaram que a distribuição de Fe_2O_3 nos solos estudados do Pantanal Norte Matogrossense pode estar relacionada a presença de formas mais cristalinas de óxidos de ferro, nódulos de ferro e manganês nos horizontes inferiores, e a perda do elemento nos horizontes superficiais pelo processo de redução, comum em ambientes mal drenados, onde o ferro na forma reduzida torna-se bastante solúvel e passível de ser lixiviado. Já que em geral, a solubilidade do Fe^{3+} é baixa em relação ao Fe^{2+} que é moderadamente solúvel (CORNELL & SCHWERTMANN, 1996). Fato evidenciado pela presença de incrustações de óxido de ferro em alguns minerais da fração areia (Tabelas 8 e 9) e incremento de ferro em subsuperfície (Tabela7). Jordanova et al. (2011) associam em seu trabalho com Planossolos os valores referentes a óxidos de ferro cristalino, em subsuperfície, a processos de ferrólise.

Para avaliar o grau de evolução dos solos estudados foi escolhido o CIA como melhor índice. Segundo Nesbitt & Young (1982) os feldspatos são, de longe, o mineral mais abundante e reativo, conseqüentemente, o processo dominante durante o intemperismo químico na crosta é a degradação de feldspatos e simultânea formação de minerais de argila. Geralmente durante o intemperismo elementos como Ca, Na e K liberados dos feldspatos são removidos do solo aumentando a proporção de alumínio nos mesmos, e isso é uma boa medida para avaliar o grau de intemperismo de um solo originado de rochas cristalinas.

A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que possivelmente esteja ocorrendo mais processos intempéricos em subsuperfície. Entretanto, é válido lembrar que a análise é feita em TFSA, podendo atingir inúmeros minerais que possuam alumínio na sua estrutura além dos feldspatos, como a própria caulinita, beidelita, notronita e etc (Figuras 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18), que estão influenciando diretamente dos maiores valores de alumínio obtidos em subsuperfície e conseqüentemente maiores valores de CIA na mesma região (Tabela 6). Nos solos estudados é visível a presença de todos esses minerais, principalmente nos perfis 3 e 4 (mais caulinita). Coringa et al. (2014) atribuíram os maiores valores de Fe_2O_3 e Al_2O_3 nos horizontes subsuperficiais como uma distribuição geoquímica esperada para elementos pouco móveis.

5.2. Atributos mineralógicos

A presença dos minerais alteráveis (biotita e plagioclásios) nas frações mais grosseiras dos perfis indica pequeno grau de intemperismo, e ou, maturidade dos solos (MOTA et al., 2002).

Apesar da limitada drenagem dos solos estudados, e da existência de considerável quantidade de minerais primários alteráveis, pode-se observar uma evolução mineralógica a depender da posição dos perfis na paisagem, sendo o 1 e 2 menos evoluídos em termo de mineralogia quando comparados ao 3 e 4. Segundo Melo & Wypych (2009) se a lixiviação do solo for ineficiente, as reações de troca iônica serão bloqueadas ou atenuadas, e os constituintes minerais tendem a ficar preservados, ocorrendo pouca evolução. Com isso pode-se afirmar, que mesmo limitada, a drenagem foi suficiente para transformação e formação de minerais nos solos estudados, principalmente nos perfis 3 e 4, os quais encontram-se em locais mais altos na paisagem (Figuras 19 e 20).

Apesar de litologias distintas, houve grande semelhança quanto a composição das mesmas (Figura 7; Tabelas 9 e 10), evidenciando ainda mais a questão do relevo na formação dos minerais vistos anteriormente (Figuras 12, 13, 14 e 15), principalmente esmectita e caulinita, já que o fator clima é o mesmo para todos os solos. Mota et al. (2002) atribuem a diferença mineralógica entre os solos do sertão central do Ceará estudados como resultado da diferença de drenagem interna, reflexo de suas posições na topossequência.

A presença de esmectitas mesmo que em baixos teores é de grande importância no solo, devido suas propriedades contrastantes em relação aos minerais 1:1 e óxidos. As mesmas podem ser formadas durante a pedogênese ou serem herdadas do material de origem, sendo as esmectitas dioctaedrais (montmorilonita, beidelita e notronita) formadas pelo resultado do intemperismo de outros minerais (transformação), podendo também ser originárias por neoformação no solo (AZEVEDO & TORRADO, 2009). As esmectitas dioctaedrais foram predominantes nos solos estudados (Figuras 16, 17 e 18), como observado principalmente nos perfis 1 e 2.

As esmectitas formadas por precipitação a partir da solução são intituladas de neogênicas (BORCHARDT, 1989). Para a neoformação e permanência de esmectitas é preciso uma solução rica em Si com presença de Mg, Fe e Al, terreno plano a levemente ondulado, nas partes mais baixas do relevo e impedida drenagem ou clima semiárido, porque essas condições permitem a manutenção de grandes concentrações de íons necessária para precipitação de esmectitas (AZEVEDO & TORRADO, 2009; KAMPF, et al. 2012). Harder (1972) enfatiza que a síntese de esmectitas depende do teor de magnésio presente na solução do solo. Sendo o processo de formação desses minerais intitulado de bissialitização (TEIXEIRA et al., 2000). A limitação de drenagem é típica nos solos estudados, sendo, no entanto, mais expressiva nos perfis de posição mais baixa na paisagem, o 1 e 2 (Figuras 19 e 20). Pode-se afirmar com isso que a neogênese de esmectitas nos solos estudados é expressa pelo processo de bissialitização, indicando um processo de hidrólise mais incipiente, típica das condições em que esses perfis se encontram na paisagem, e com acúmulo típico de bases (Tabelas 4 e 7).

Furquim et al. (2010a) enfatizam a formação de esmectitas em posições mais baixas na paisagem, por precipitação direta em ambiente com maior concentração salina. Furquim et al. (2010b), também apresentam a neoformação de esmectitas em ambiente rico em magnésio.

A neoformação de esmectitas necessita que o material de origem forneça os elementos que as constituem como, por exemplo, Mg e/ou Fe, o que faz com que sua ocorrência seja mais característica de certos materiais de origem como as rochas magmáticas básicas (AZEVEDO & TORRADO, 2009).

Muitos minerais de argila tendem a se formar nos horizontes superiores, onde os fatores de formação do solo são mais intensos. A neogênese de esmectitas, no entanto,

tende a se formar em solos de baixo para cima, ou seja, nos horizontes subsuperficiais (BORCHARDT, 1989), como pode ser visto nos perfis 1 e 2, principalmente, nos quais os picos de esmectita obtidos por DRX estão mais intensos nos horizontes Bt (horizontes subsuperficiais) (Figuras 12 e 13). Parahyba et al. (2010) observaram nos perfis estudados de Planossolos que a intensidade das esmectitas diminuía com nitidez e tamanho na direção dos horizontes superficiais.

Os argilominerais filossilicatados 1:1 são, provavelmente, o grupo de maior frequência em solos do mundo, merecendo destaque a caulinita e haloisita. No ambiente do solo a formação de caulinita é favorecida por relações mais altas de Al/Si, pH baixo e visível ausência de Na, Ca, Mg, Fe e K na solução do solo (MELO & WYPYCH, 2009).

A caulinita é, de longe, o argilomineral mais comum das argilas silicatadas do tipo 1:1 existentes no solo. Cada camada de caulinita consiste em uma lâmina tetraédrica e uma lâmina octaédrica (BRADY & WEIL, 2013), dois terços da posição octaédrica são ocupadas por íons de Al, e a posição tetraédrica é ocupada por íons de Si (DIXON, 1989). Sendo $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ sua composição ideal (ALLEN & HAJEK, 1989; KAMPF, et al. 2012).

A alta frequência da ocorrência de caulinita nos solos deve-se, em parte, a possibilidade da sua formação a partir de vários minerais diferentes (KAMPF, et al. 2012), ou seja, qualquer mineral primário fonte de Si e Al, apresenta potencial de formação de caulinita, a partir da liberação de seus constituintes para a solução do solo através do intemperismo químico (MELO & WYPYCH, 2009), desde que haja remoção parcial de cátions básicos e de sílica. O processo de dessilicação parcial favorece a formação e a estabilidade da caulinita nos solos (KAMPF et al., 2012).

A dessilicação consiste basicamente num processo de remoção de silício liberado na alteração e/ou transformação dos minerais. O processo se inicia com a intemperização dos minerais primários do material de origem, seguindo continuamente como processo pedogenético na evolução dos solos sobre minerais primários e secundários (KAMPF & CURI, 2012), altas temperaturas e extrema lixiviação favorecem a rápida dessilicação (BUOL et al., 1997). Como pode ser observado, a dessilicação é mais intensa nos perfis 3 e 4 (Tabela 7), favorecendo ao processo de monossilicização e formação de caulinita. É interessante enfatizar que o perfil 4 é

menos profundo (Tabela 1) que os demais, entretanto, encontra-se em uma posição na paisagem (Figuras 19 e 20) que favorece maior drenagem, e portanto, o processo de monossilização é mais intenso, com a formação de caulinita, evidenciada por picos de maior intensidade, e ausência de esmectitas (Figura 15).

A caulinita não é formada exclusivamente a partir do intemperismo de minerais primários, a depender das condições pedobioclimáticas. A mesma pode ser formada a partir de outros minerais secundários, mais ricos em sílica, eventualmente existentes na fração argila dos solos, podendo, por exemplo, ocorrer como produto da precipitação do Si e Al da solução do solo, liberados com o intemperismo e dissolução da esmectita (MELO & WYPYCH, 2009). No entanto, a caulinita tem sido comumente descrita como produto do intemperismo do feldspato (ALLEN & HAJEK, 1989).

A transformação direta de feldspatos em caulinita (neogênese - dissolução e recristalização dos elementos na solução do solo) é muito comum em saprolitos de solos originados de granito no Brasil. O intemperismo químico age sobre o mineral pelas reações de hidrólise, tornando as partículas progressivamente menores, a lâmina externa solubilizada libera grande quantidade de sílica, alumínio e outros elementos constituintes para solução do solo, sendo a caulinita possível resultado da recristalização dos dois primeiros componentes (Si e Al) (MELO & WYPYCH, 2009). Muitos desses componentes são lixiviados do sistema solo, mas os que prevalecem recombina-se como caulinita (FANNING & FANNING, 1989). A redução de feldspato na fração areia fina dos perfis 3 e 4 (principalmente) é notória quando comparada areia grossa, podendo essa redução ser reflexo da hidrólise dos mesmos e consequente formação de caulinita (monossilização) incrementando a fração argila, outro indicio de tal intemperismo é a redução significativa de Si (Tabela 7) e Ca em profundidade para esses perfis, evidenciando o intemperismo dos plagioclásios-cálcicos. Pode-se observar que nos perfis 1 e 2 a perda de Si em profundidade é mais amena (Tabelas 6 e 7), e nesses a predomínio de esmectita como mineral neoforado.

Cornelis et al. (2014) evidenciaram a neofomação de caulinita no horizonte E dos Planossolos estudados no da sudoeste da Etiópia, a partir da dissolução de feldspato e de outros componentes, ambiente com menos Ca e Si, e mais lixiviado. Dumon et al. (2014) também enfatizaram o processo de neofomação de caulinita em horizontes superficiais.

Segundo Kampf et al. (2009) o produto da intemperização dos feldspatos podem ser a montmorilonita em climas semiáridos e bacias mal drenadas sob clima tropical e a caulinita ou haloisita, até a gibbsita em condições de boa drenagem e fluxo intenso.

Apesar da caulinita ser comumente descrita como produto do intemperismo do feldspato, a biotita também tem sido listada como um mineral precursor para a caulinita (ALLEN & HAJEK, 1989), sendo possivelmente outra fonte de formação do mineral nos solos estudados. Oliveira et al, (2008) e Parahyba et al. (2010) evidenciam a formação de argila “in situ”, pela transformação de biotita. Segundo Melo et al. (2009) é preciso apenas o Si e Al na solução do solo podendo recombinar-se e formar minerais secundários como caulinita, aumentando o teor de argila no mesmo.

Parahyba et al. (2010) observaram a total ausência de micas na fração silte, mesmo nos horizontes mais profundos e menos intemperizados, embora fosse um mineral presentes em grandes quantidades, especialmente a biotita, na fração areia, associando isso a instabilidade da biotita e sua transformação direta em argilominerais expansíveis do tipo 2:1. Sendo, portanto, um possível processo para explicar a ausência de micas no silte dos perfis estudados, e a presença de ilita na fração argila (Figuras 12, 13, 14, 15), já que segundo Brady & Weil (2013) a ilita encontrada na fração argila dos solos é produto do intemperismo de biotita e muscovita.

Harder (1974), no entanto, afirma que a formação da ilita pode ser favorecida por soluções salinas. Furquim et al. (2010a; 2010b) também evidenciam a neoformação de ilita no solo na presença de solução salina. Podendo, portanto, a ilita presente nos solos, ser fruto de neoformação do ambiente.

Mota et al. (2002) em um Planossolo Háptico Eutrófico solódico, localizado em uma topossequência e originado de gnaiss no Ceará, identificaram na mineralogia da fração argila o predomínio caulinita e montmorilonita, e em menor proporção de um mineral interstratificado regular de mica+vermiculita. Foram sugeridas pelos autores as seguintes sequências de alteração para formação desses minerais nos solos estudados: biotita-ilita-interstratificado-vermiculita-montmorilonita-caulinita e hornblenda-montmorilonita-caulinita.

5.3. Gênese

Os Planossolos estudados foram formados a partir do intemperismo do material de origem subjacente e contribuição de material coluvial, sendo os processos atuantes para sua formação: intemperismo de minerais primários por hidrólise, neoformação de argila (monossilicização e bissialitização), ferrólise, lessivagem, gleização.

Apesar de não terem sido realizadas determinadas análises, alguns processos podem ser inferidos por resultados obtidos ao longo da pesquisa.

A semelhança entre os resultados de FRX tanto do solo quanto da rocha (Tabelas 6 e 8), principalmente relacionado ao elemento Si, bem como a paridade da mineralogia ao longo do perfil (Tabelas 9 e 10), indicam a similaridade do material de origem e evidenciam o intemperismo e formação, ao menos de parte do solo, a partir da rocha subjacente. O grau de seleção (pobrememente selecionado) (Tabela 3) é outro fator de grande importância para confirmar tal fato, a distribuição de tamanho de partículas sugeriu elevado grau de similaridade, sendo evidencia da homogeneidade textural do material de origem. Como observado por Feijtel et al. (1988), em Planossolos na França.

A redução nos valores de feldspatos na fração areia fina (Tabela 10), são reflexo do intemperismo por hidrólise (MELO & WYPYCH, 2009) tendo como consequência a neoformação de esmectitas (KAMPF et al. 2009) (bissialitização) evidenciada principalmente, nos perfis 1 e 2 (Figuras 12 e 13), e de caulinita (ALLEN & HAJEK, 1989) (monossilicização) nos perfis 3 e 4 (Figuras 14 e 15) e consequente, formação do horizonte Bt. Diferença resultante da posição que os perfis se encontram na paisagem (Figuras 19 e 20) e consequente condições internas de drenagem, como enfatizado por Mota et al. (1999; 2002), nos Planossolos do sertão central do Ceará, os quais evidenciaram a interferência na gênese de argilominerais, por tal limitação.

A biotita (Tabelas 9 e 10) foi outro mineral que influenciou no desenvolvimento do horizonte Bt, sendo fonte para formação de caulinita (ALLEN & HAJEK, 1989) e esmectitas. Como bem mostra Parahyba et al. (2010) evidenciando a formação de argila “in situ”, pela transformação de biotita em Planossolos do agreste pernambucano.

Acredita-se que a formação dos horizontes B foi favorecida ainda pelo processo de lessivagem (BOCKHEIM & GENNADIYEV, 2000), os altos valores de argila

dispersa em água (Tabela 2) favoreceram a movimentação de argila ao longo do perfil, tornando os horizontes superficiais eluviados e os subsuperficiais iluviados (FANNING & FANNING 1989). Como visto por Parahyba et al. (2009) em um perfil de solo estudado do agreste pernambucano.

Os baixos valores da relação Fe_2O_3 (oxalato)/ Fe_2O_3 (dicionito) indicam o processo de ferrólise nos perfis 2, 3 e 4 (Tabela 5), favorecendo o incremento de argila no horizonte B, pela destruição da mesma nos horizontes superiores (BRINKMAN, 1970), o desenvolvimento da cor e baixos valores de pH em superfície (KAMPF & CURI, 2012) visto no perfil 2 (Tabelas 1 e 4). A baixa capacidade de troca de cátions nos horizontes superficiais também é um forte indicio para o processo de ferrólise, como visto por Feijtel et al. (1988).

O desenvolvimento da cor acinzentada dos perfis estudados (Tabela 1 e Apêndice) foi reflexo também do processo de gleização (BRADY & WEIL, 2013), bem como a presença de mosqueados e concreções manganosas (KAMPF & CURI, 2012) (Tabela 1 e Apêndice). A estagnação de água em certo período do ano, promovida pela camada de impedimento, favoreceu os mesmos, resultado dos processos de redução e oxidação do ferro, manganês e matéria orgânica (FANNING & FANNING, 1989) presente nos solos.

Apesar de ser desenvolvido do material de origem, os perfis sofreram mesmo que sutilmente, influência de material coluvial, advindos de locais próximos, o que não alterou a composição de sua mineralogia, fatos que comprovam tal influência, são algumas partículas de areia menos arestadas (Tabela 9), visualizadas na mineralogia. Tal qual evidenciado por Parahyba et al. (2009; 2010) em Planossolos do agreste pernambucano, que apesar da natureza autóctone, os solos apresentaram indício de retrabalhamento nos horizontes superficiais via ciclos de erosão-transporte-deposição.

6. CONCLUSÕES

A formação de minerais está diretamente ligada a posição do solo na paisagem, e não, exclusivamente, pela atual condição climática (precipitação x evaporação), sendo solos com maior drenagem propícios a processos de monossilização e formação de minerais 1:1 (caulinita), e os solos com drenagem mais restrita propícios a processos de bissialitização e formação de minerais 2:1 (esmectita).

Os quatro perfis estudados foram considerados autóctones, com provável retrabalhamento superficial.

Os solos ainda possuem quantidade significativa de minerais alteráveis (biotita, feldspato, anfibólios) nas frações mais grosseiras indicando o pequeno grau de intemperismo, e/ou, maturidade dos solos.

Os solos estudados foram classificados como Planossolos e um Argissolo, por suas características físicas, químicas e morfológicas típicas das classes.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, B. L.; HAJEK, B. F. Mineral occurrence in soil environments. In: DIXON, J. B.; WEED, S. B. **Minerals in Soil Environments**. 2ª Ed. USA, Soil Science Society of America, 1989, p.199-264.

ALMEIDA, B.G. de. **Métodos alternativos de determinação de parâmetros físicos do solo e uso de condicionadores químicos no estudo da qualidade do solo**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Tese de doutorado). Piracicaba, São Paulo. 103p. 2008.

ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; FONTANA, A. Matéria orgânica e pedogênese. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. Q. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2 ed. rev. e atual. Porto Alegre: Metropole, 2008. p. 65-86.

ARAÚJO FILHO, J.C.; BURGOS, N; LOPES, O. F.; SILVA, F. H. B. B.; MEDEIROS, L. A. R.; MELO FLHO, H. F.; PARAHYBA, R. B. V.; CAVALCANTI, A. C.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SILVA, F. B. R.; LEITE, A. P.; SANTOS, J. C. P.; SOUSA NETO, N. C.; SILVA, A. B.; LUZ, L. R. Q. P.; LIMA, P. C.; REIS, R. M. G.; BARROS, A. H. C. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de Pernambuco**. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2000. 382p. (EMBRAPA SOLOS, Boletim de Pesquisa; 11).

AZEVEDO, A. C.; TORRADO-, P. V. Esmectita, vermiculita, minerais com hidróxi entrecamadas e clorita. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. **Química e mineralogia do solo parte I - conceitos básicos**. Viçosa, MG: SBCS, 2009. p. 382-426.

BELTRÃO, B. A; MASCARENHAS, J. C.; MIRANDA, J. L. F.; SOUZA JUNIOR, L. C.; GALVÃO, M. J. T. G.; PEREIRA, S. N. (Org). **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea estado de Pernambuco: diagnóstico do município de Petrolina**. Recife; CPRM; PRODEEM, 2005, 12 p.

BOCKHEIM, J. G.; GENNADIYEV, A. N. The role of soil-forming processes in the definition of taxa in Soil Taxonomy and the World Soil Reference Base. **Geoderma**, 95, pp. 53-72, 2000.

BORCHARDT, G. Smectitas. In: DIXON, J.B.& WEED, S.B., eds. **Minerals in soils environments**. 2.ed. Madison, Soil Science Society of America, 1989. p.675-718.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. Tradução técnica: Igo Fernando Lepsch. 3 ed. Porto Alegre: Bookman 2013. 686 p.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Relatório de Impacto Ambiental – RIMA**. Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional. Brasília, 2004. 66 p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria de Geologia, mineração e transformação mineral; CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Pernambuco – Diagnóstico do município de Triunfo**. Brasília: CPRM, 2005. 21 p.

BRINKMAN, R. Ferrollysis, a hydromorphic soil forming process. **Geoderma**, n.3, p.199-144, 1970.

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.

BUOL, S. W.; HOLE, F. D.; MCCracken, R. J.; SOUTHARD, R. J. **Soil Genesis and Classification**. 4 ed. Iowa State University Press/Ames, 1997. 521p.

CABRAL, R. L.; ALVES, A. G. C. A.; FILHO, M. R. R.; JÚNIOR, V. S. S.; RIBEIRO, M. R.; SANTOS, C. G. R. Peasant and scientific knowledge on Planosols as a source of material in the making of non-industrial pottery. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 39, n.1, Viçosa, 2015.

CAMARGO, M. G. Sysgran: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 36 (2), p. 371-378, 2006.

CAMPOS, R. C.; DEMATTÊ, J. A. M. Cor do solo: uma abordagem da forma convencional de obtenção em oposição à automatização do método para fins de classificação de solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, pp. 853-863, 2004.

CHURCHMAN, G. J.; WHISTTON, J. S.; CLARIDGE, G. G. C.; THENG, B. K. G. Intercalation method using formamide for differentiating halloysite from kaolinite. **The Clay Minerals Society. Clays and Clay Minerals**, Vol. 32, No. 4, 241-248, 1984.

CORINGA, E. A. O.; COUTO, E. G.; PEREZ, X. L. O.; TORRADO, P. V. Atributos de solos hidromórficos no Pantanal Norte Matogrossense. **Acta Amazônica**, v 42 (1), p 19-28, 2012.

CORINGA, E. A. O.; COUTO, E. G.; TORRADO, P. V. Geoquímica de solos do Pantanal Norte, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 38, p. 1784-1793, 2014.

CORNELIS, J. -T.; DUMON, M.; TOLOSSA, A. R.; DELVAUX; DECKERS, J.; RANST, E. V. The effect of pedological conditions on the sources and sinks of silicon in the Vertic Planosols in south-western Ethiopia. **Catena**, 112, pp. 131-138, 2014.

CORNELL, R. M.; SCHWERTMANN, U. **The Iron Oxides: structure, properties, reactions, occurrence and uses**. Weinheim; New York; Basel; Cambridge; Tokyo; VHC, 1996, 573 p.

CRM. Coleção Mateus Rosas. Mapas perfil de referência 14 - Planossolo Háptico. Disponível em: <<http://www.colecaomateusrosas.com.br/imagens/mapas/perfil14.png>> Acesso em jun. 2015.

DIXON, J. B. Kaolin and serpentine group minerals. In: DIXON, J. B.; WEED, S. B. **Minerals in Soil Environments**. 2ª Ed. USA, Soil Science Society of America, 1989, p. 467-525.

DUMON, M.; TOLOSSA, A. R.; CAPON, B.; DETAVERNIER, C.; RANST, E. V. Quantitative clay mineralogy of a Vertic Planosol in southwestern Ethiopia: Impact on soil formation hypotheses. **Geoderma**, 214-215, pp.184-196, 2014.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª edição. Rio de Janeiro, RJ, 2011. 230p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª edição. Brasília, DF, 2013. 353p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: CNPS, 1997, 212p

FANNING, D. S.; FANNING, M. C. B. **Soil: morphology, genesis, and classification**. New York: John Wiley, 1989. 395 p.

FAO. IUSS Working Group WRB. 2014. **World reference base for soil resources**. World Soil Resources Reports N°. 106. FAO, Roma. 2014.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Disponível em <<http://www.fao.org/docrep/003/y1899e/y1899e12.htm> Acesso em: 06 de julho de 2015.

FEIJTEL, T. C.; JONGMANS, A. G.; VAN BREEMEN, N.; MIEDEMA, R. Genesis of two Planosols in the Massif Central, France. **Geoderma**, v. 43, p. 249–269, 1988.

FLINT, A. L.; FLINT, L. E. Particle density. In: DANE, J. H.; TOPP, G. C. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: Soil Science Society of America. pt. 4, p. 229-240, 2002.

FURQUIM, S. A. C.; BARBIÉRO, L.; GRAHAM, R. C.; NETO, J. P. Q.; FERREIRA, R. P. D.; FURIAN, S. Neof ormation of micas in soils surrounding an alkaline-saline lake of Pantanal wetland, Brazil. **Geoderma**, 158:331-342, 2010a.

FURQUIM, S. A. C.; GRAHAM, R. C.; BARBIÉRO, L.; NETO, J. P. Q.; -TORRADO, P. V. Soil mineral genesis and distribution in a saline lake landscape of the Pantanal Wetland, Brazil. **Geoderma**. 154:518-528, 2010b.

GEE, G.W.; OR, D. Particle size analysis. In: DANE, J.H.; TOPP, C.T. **Methods of soil analysis: physical methods**. Cap II, p.255-289, SSSA, Madison, 2002. 866p.

GREENE-KELLY, R.. The identification of montmorilonitoids in clays. **European Journal of Soil Science**, v.4 (2), p. 233-237, 1953.

GRESENS, R. L. Composition-volume relationships of metasomatism. **Chemical Geology**, v.2, p. 47-55, 1967.

GROSSMAN, R. B.; REINSCH, T. G. Bulk density and linear extensibility. In: DANE, J. H.; TOPP, G. C. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: Soil Science Society of America, pt. 4, p. 201-225, 2002.

GUEDES, J. A. Geoquímica e meio ambiente. **Geo temas** .v, 2. n.1, p. 145-151, 2012.

HARDER, H. Illite mineral synthesis at surface temperatures. **Chemical Geology**, 14: 241-253, 1974.

HARDER, H. The role of magnesium in the formation of smectite minerals. **Chemical Geology**, 10: 31-39, 1972.

HOLMGREN, G.G.S. A rapid citrate-dithionite extractable iron procedure. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.31, 1967, p.210-211.

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

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>> Acesso em: 30 de junho de 2015.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Manual Técnico de Pedologia**. 2 ed. Manuais Técnicos em Geociências, n. 4, Rio de Janeiro, p, 316, 2007.

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

JACOMINE, P. K. T.; ALMEIDA, J. C.; MEDEIROS, L. A. R. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do estado do Ceará**. Recife: EMBRAPA/SUDENE, 1973. 502p. v.2. (Boletim técnico, 28; Série Pedologia, 16).

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; FORMIGA, R. A.; SILVA, F. B. R.; BURGOS, N.; MEDEIROS, L. A. R.; LOPES, O. F.; MÉLO FILHO, H. F. R. de; PESSÔA, S. C. P.; LIMA, P. C. de. **Levantamento exploratório – reconhecimento de**

solos do norte de Minas Gerais. Recife: EMBRAPA/SUDENE, 1979. 407p. (Boletim técnico, 60; Série Recursos de Solos, 12).

JACOMINE, P. K. T.; **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos da margem direita do rio São Francisco estado da Bahia.** Recife: EMBRAPA/SUDENE, 1977. 738p. v. 1. (Boletim técnico, 52; Série Recursos de Solos, 10).

JACOMINE, P. K. T.; MONTENEGRO, J. O.; RIBEIRO, M. R.; FORMIGA, R. A. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do estado de Sergipe.** Recife: EMBRAPA/SUDENE, 1975. 506p. (Boletim técnico, 36; Série Recursos de Solos, 6).

JACOMINE, P. K. T.; SILVA, F. B. R. e; FORMIGA, R. A.; ALMEIDA, J. C.; BELTRÃO, V. de A.; PESSOA, S. C. P.; FERREIRA, R. C. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do estado do Rio Grande do Norte.** Recife: EMBRAPA/SUDENE, 1971. 531p. (Boletim técnico, 21; Série Pedologia, 9).

JACOMINE, P.K.T. Solos sob caatingas: características e uso agrícola. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentável.** Viçosa, SBCS-UFV, 1996. 930p.

JACOMINE, P.K.T.; RIBEIRO, M.R.; MONTENEGRO, J.O. et al. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Pernambuco.** Bol.Téc.15 - MASN. Recife, 1972. 683p.

JORDANOVA, N.; JORDANOVA, D.; PETROV, P. Magnetic imprints of pedogenesis in Planosols and Stagnic Alisol from Bulgaria. **Geoderma.** 160:477-489, 2011.

JUNIOR INDA, A. V.; KAMPF, N. Avaliação de procedimentos de extração dos óxidos de ferro pedogênicos com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** 27:1139-1147, 2003.

KAMPF, N. & CURI, N. Formação e evolução do solo (Pedogênese). In: KER, J. C.; CURI, N.; SCHAEFER, C. E. G. R.; VIDAL-TORRADO, P. **Pedologia: fundamentos.** Viçosa, MG: SBCS, 2012. p. 207-302.

KAMPF, N.; CURI, N. & MARQUES, J. J. Intemperismo e ocorrência de minerais no ambiente do solo. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. **Química e mineralogia do solo parte I - conceitos básicos**. Viçosa, MG: SBCS, 2009. p. 333-379.

KAMPF, N.; MARQUES, J. J.; CURI, N. Mineralogia de solos brasileiros In: KER, J. C.; CURI, N.; SCHAEFER, C. E. G. R.; VIDAL-TORRADO, P. **Pedologia: fundamentos**. Viçosa, MG: SBCS, 2012. p. 81-146.

KAMPF, N.; SCHWERTMANN, U. Goethite and hematite in a climosequence in Southern Brazil and their application in classification of kaolinitic soils. **Geoderma**, 29: 27-39, 1983.

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

LEPSCH, I. F. **19 Lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de textos, 2011. 456p.

LIM, C. H. & JACKSON, M. L. **Expandable phyllosilicate reactions with lithium on heating**. **Clays and Clay Minerals**, v. 34 (3), p. 346-352, 1986.

MABESSONE, J.M.; História geológica da Província Borborema (NE Brasil). **Revista de Geologia**, v.15, p. 635-643, Ago. 2002

McKEAGUE, J.A., DAY, J.H. Dithionite and oxalate-extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. **Canadian Journal Science**, v.46, 1966.

MEHRA, O.P.; JACKSON, M.L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. **Clay and clay minerals**, v.7, 1960.

MELO, V. F.; CASTILHOS, R. M. V.; PINTO, L. F. S. Reserva Mineral do Solo. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. **Química e mineralogia do solo parte I - conceitos básicos**. Viçosa, MG: SBCS, 2009. p. 252-332.

MELO, V. F.; WYPYCH, F. Caulinita e Haloisita. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. **Química e mineralogia do solo parte I - conceitos básicos**. Viçosa, MG: SBCS, 2009. p. 428-504.

MENDES, V. A.; BRITO, M. F. L.; PAIVA, I. P. Programa geologia do Brasil-PGB. Arapiraca, folha SC. 24-X-D: Estados de Alagoas, Pernambuco e Sergipe. Mapa geológico. Recife: CPRM. 1 mapa, color, 112, 37 cm x 69, 42 cm. Escala 1:250:000. 2009.

MEURER, E. J.; BISSANI, C. A.; CARMONA, F. C. Solos ácidos e solos afetados por sais. In: MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. 5ª Ed. Porto Alegre: Evangraf, 2012, p. 155-174.

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

MOTA, F. O. B.; OLIVEIRA, J. B. Mineralogia de solos com excesso de sódio no estado do Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, pp. 799-806, 1999.

MOTA, F. O. B.; OLIVEIRA, J. B.; GEBHARDT, H. Mineralogia de um Argissolo Vermelho-amarelo Eutrófico e de um Planossolo Háptico Eutrófico solódico numa topossequência gnaisse no sertão central do Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, pp. 607-618, 2002.

MOURA, M.S.B; GALVINCIO, J.D.; BRITO, L.T.L.; SOUZA, L.S.B.; SÁ, I.I.S. & SILVA, T.G.F. 2007. **Clima e água de chuva no semiárido**. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/36534/1/OPB1515.pdf>>. Acesso em: 07 julho 2015.

MURPHY, C.P. **Thin section preparation of soils and sediments**. Berkhamsterd: Academic Publis. 1986. 145p.

NASCIMENTO, A. F.; FURQUIM, S. A. C.; COUTO, E. G.; BEIRIGO, R. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. C.; CAMARGO, P. B.; TORRADO, P. V. Genesis of textural contrasts in subsurface soil horizons in the northern Pantanal-Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, pp. 1113-1127, 2013.

NESBITT, H. W.; YOUNG, G. M. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major elements chemistry of lutites. **Nature**, v. 299, p. 715–717, 1982.

OLIVEIRA, D. P.; FERREIRA, T. O.; ROMERO, R. E.; FARIAS, P. R. S.; COSTA, M. C. G. Microrrelevo e a distribuição de frações granulométricas em Cambissolos de origem calcária. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.4, p.676-684, 2013.

OLIVEIRA, J.B. **Pedologia Aplicada**. 4 ed. Piracicaba: FEALQ, 2011. 592p.

OLIVEIRA, L. B.; FONTES, M. P. F.; RIBEIRO, M. R.; KER, J. C. Micromorfologia e gênese de Luvisolos e Planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, pp. 2407-2423, 2008.

OLIVEIRA, L. B.; FONTES, M. P. F.; RIBEIRO, M.R.; KER, J.C. Morfologia e classificação de luvisolos e planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semiárido do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, pp. 1333-1345, 2009.

OLIVEIRA, L. B.; 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**, v. 27, pp. 685-693, 2003.

PALMIERI, F.; SANTOS, H. G. dos; ANTONELLO, L. L.; ANTUNES, F. dos S.; BARRETO, W. de O.; DURIEZ, M. A. de; JOHAS, R. A. L.; SOUZA, J. L. R. de; PAULA, J. L. de; LIMA, T. C.; BLOISE, R. M.; DYNIA, J. F.; MOREIRA, G. N. C. **Levantamento semidetalhado e aptidão agrícola dos solos do município do Rio de Janeiro, RJ**. Recife: EMBRAPA, 1980. 389p. (Boletim técnico, 66).

PARAHYBA, R. B. V.; SANTOS, M. C.; ROLIM NETO, F. C. Evolução quantitativa de planossolos do agreste do estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 991-999, 2009.

PARAHYBA, R. B.V.; SANTOS, M. C.; NETO, F. C. R. & JACOMINE; P. K. T. Pedogênese de Planossolos em topossequência do Agreste pernambucano. **Revista Brasileira de Ciência do solo.**, v. 34, pp. 1991-2000, 2010.

PEDRO, G. Structuring of some basic pedological processes. **Geoderma**, 31, pp. 289-299, (1983).

PERNAMBUCO. Governo do Estado. **Geografia de Pernambuco**. Disponível em: <<http://www.pe.gov.br/conheca/geografia/>>. Acesso em: 06 julho. 2015.

RANST, E. V.; DUMON M.; TOLOSSA, A. R.; CORNELIS, J.T.; STOOPS, G.; VANDENBERGHE, R. E.; DECKERS, J. Revisiting ferrollysis processes in the formation of Planosols for rationalizing the soils with stagnic properties. **Geoderma**, 163, p. 265-274, 2011.

RANST, E. V.; TOLOSSA, A. R.; DUMON M.; CORNELIS, J.T.; DECKERS, J. On the origino of Planosols - the process of ferrollysis revisited. In: **World Congress of Soil Science, Soil Science, Soil Solutions for a Changing World**, 19., Brisbane, Austrália. 6 de agosto de 2010.

RASMUSSEN C.; DAHLGREN, R. A.; SOUTHARD, R. J. Basalt weathering and pedogenesis across an environmental gradient in the southern Cascade Range, California, USA. **Geoderma**, v. 154, p. 473–485, 2010.

RIBEIRO, M. R.; BARROS, M. F. C.; FREIRE, M. B. C. S. Química dos solos salinos e sódicos. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. **Química e mineralogia do solo parte II - Aplicações**. Viçosa, MG: SBCS, 2009. p. 449-484.

SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. Matéria orgânica do solo no bioma caatinga. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. Q. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2 ed. rev. e atual. Porto Alegre: Metropole, 2008. p. 419-441.

SANTOS, D. R.; CASSOL, P. C.; KAMINSKI, J.; ANGHINONI, I. Fósforo orgânico do solo. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. Q. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2 ed. rev. e atual. Porto Alegre: Metropole, 2008. p. 101-111.

SANTOS, J. C. B.; JÚNIOR SOUZA, V. S.; CORRÊA, M. M.; RIBEIRO, M. R.; ALMEIDA, M. C.; BORGES, L. E. P. Caracterização de Neossolos Regolíticos da região semiárida do estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36: 683-695, 2012.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 6. ed. Viçosa. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 100p.

SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O.; CERETTA, C. A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. 5ª Ed. Porto Alegre: Evangraf, 2012, p. 61-85.

SILVA, M. S. L.; KLAMT, E.; CAVALCANTI, A. C.; KROTH, P. L. Adensamento subsuperficial em solos do semiárido: processos geológicos e/ou pedogenéticos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6. n.2. p. 314-320, 2002.

SILVA, M.B.; ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M.G. & NASCIMENTO, R.A.M. Estudo de topossequência da Baixada Litorânea Fluminense: Efeitos do material de origem e posição topográfica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 25:965-976, 2001.

SIQUEIRA, A. C. A.; MAGINI, C.; DANTAS, E. L.; FUCK, R. A.; SASAKI, J. M. Lateritas do Domínio Médio Coreaú-Comportamento geoquímico de mantos lateríticos do Noroeste do Estado do Ceará. **Brazilian Journal of Geology**, 44 (2): 249- 264, 2014.

SOIL SURVEY DIVISION STAFF. **Soil survey manual**. Washington, Soil Conservation Service, U.S., Department of Agriculture, 1993. 325p. (Handbook, 180).

SPAARGAREN, O. **Lecture notes on Major Soils of the World: College on Soil Physics**. FAO World Soil Resources Reports 94. Rome, 334pp. 2001

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo, Edgard Blucher, Ed. da Universidade de São Paulo, 1973, 317 p.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T.; TAIOLI, F. (Orgs.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 568 p.

TORRADO, P. V.; CALVO, R.; MACIAS, F. CARVALHO, S. G.; SILVA, A. C. Evolução geoquímica e mineralógica em perfis de alteração sobre rochas serpentinizadas no sudoeste de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 31, p. 1069-1083, 2007.

TORRES, F. S. M.; PFALTZGRAFF, P. A. S. **Geodiversidade do estado de Pernambuco**, Recife: CPRM, 282p. 2014.

TORRES, F. S. M.; PFALTZGRAFF, P. A. S. **Geodiversidade do estado de Pernambuco**. Recife: CPRM. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. 2014, 282 p.

VASCONCELOS, A. M.; GOMES, F. E. M. (Orgs.). **Geologia. Iguatu, folha SB.24-Y-B: Estado do Ceará**. Brasília: CPRM. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil –PLGB, Escala 1:250.000. 1998, 59 p.

APÊNDICE
DADOS MORFOLÓGICOS E ANALÍTICOS DOS PERFIS

A- DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL 01

DATA: 01/10/2014

CLASSIFICAÇÃO: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura média-arenosa/média-argilosa cascalhenta, A moderado, epidistrófico, endossolódico, atividade muito alta, fase caatinga hipoxerófila, relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO: No intermédio da estrada para Igapó, próximo a escola municipal, 09°09'05,2"S e 36° 29'02,2"W.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE: Terço inferior da vertente com declividade entre 5,0 -12,0 %.

ALTITUDE: 592 metros (GPS)

LITOLOGIA: Metagranitóides e ortognaisses, bandados a migmatíticos, de composição tonalítica, granodiorítica a granítica, com biotita e/ou anfibólio, textura equigranular média a grossa a inequigranular porfirítica com fenocristais de feldspato; as vezes miloníticos e com augens.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Complexo Belém do São Francisco.

CRONOLOGIA: Riaciano.

MATERIAL DE ORIGEM: Produto de alteração do material cristalino, com provável contribuição de material coluvial.

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado.

EROSÃO: Laminar ligeira.

DRENAGEM: Imperfeita

VEGETAÇÃO LOCAL: Caatinga hipoxerófila.

VEGETAÇÃO REGIONAL: Caatinga hipoxerófila.

USO ATUAL: Área de descanso (pastagem em repouso) e palma forrageira.

CLIMA: As, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Valdomiro Severino de Souza Júnior, Alexandre Ferreira do Nascimento, Marcelo Metri Corrêa, Juliet Emília Santos de Sousa, José Fernando Wanderley Fernandes de Lima, Elaine Almeida Delarmelinda, Marilya Gabryella Fernanda de Sousa.

B- DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap – (0-13 cm) – bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmida) e cinzento-bruno-claro (10YR 6/2, seca); francoarenosa; moderada, muito pequena e grande, blocos sub-angulares; ligeiramente dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.

A – (13-24 cm) – bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmida) e cinzento-claro (10YR 7/2, seca); francoarenosa; maciça e partes moderada, pequena a grande, blocos sub-angulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

E1 – (24-35 cm) – bruno (10YR 5/3, úmida); mosqueado pouco, pequeno e distinto, bruno-forte (7,5YR 5/6, úmido); francoarenosa; moderada, pequena e grande, blocos sub-angulares; ligeiramente dura, muito friável, não plástica, não pegajosa e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

E2 – (35-44 cm) – bruno-claro (10YR 6/3, úmida); areia franca; fraca, muito pequena, média, bloco sub-angular; macio, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada.

Bt – (44-55 cm) – bruno-amarelado (10YR 5/4, úmida); franco argiloarenosa; maciça, média, grande, bloco sub-angular; muito duro, muito firme, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

Btn – (55-90 cm) – bruno-amarelado (10YR 5/4, úmida); franco argiloarenosa; maciça, grande, muito grande, bloco sub-angular; muito duro, muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição abrupta e plana.

Cr – (90-93 cm+) – Saprólito alterado escavável com martelo pedológico.

RAÍZES – Comuns no horizonte Ap, poucas no A, E1 e Btn, raras no E2 e Bt e ausentes no Cr.

OBSERVAÇÕES – 1. Ocorrência de fragmentos de rochas básicas em parte do horizonte Bt, com concreções manganosas em parte desses fragmentos;

2. Presença de feição redoxomórfica a partir do horizonte E1;

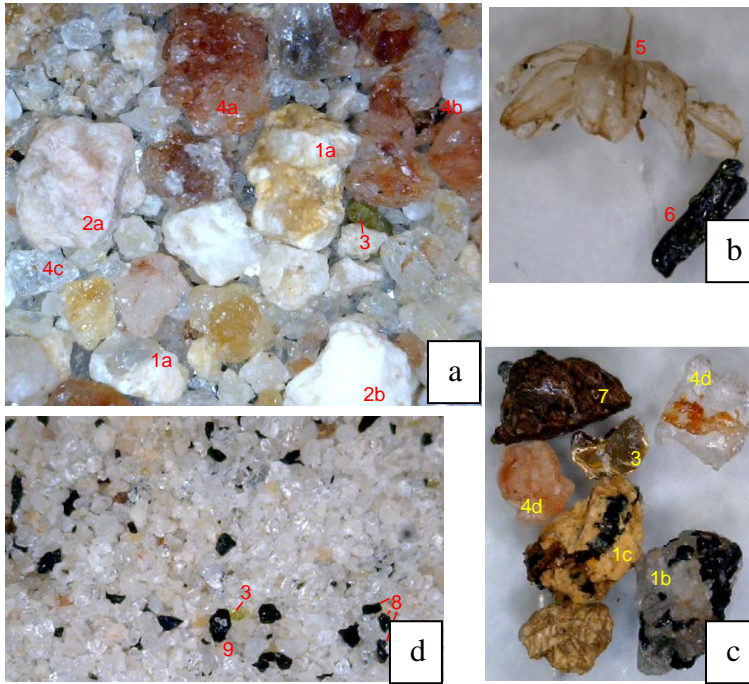
3. O horizonte Bt foi coletado úmido.

ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E MINERALÓGICAS.

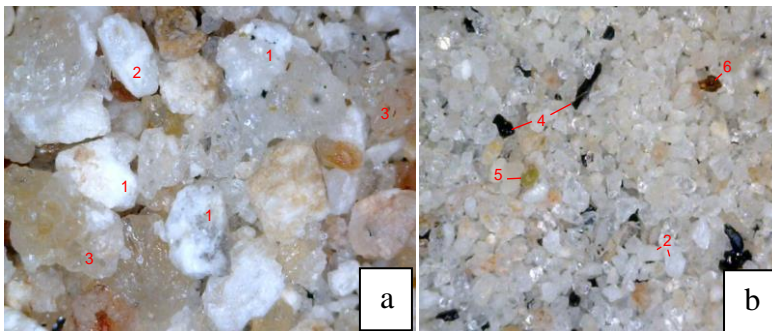
Horizontes		Calhaus (>20mm) (%)	Casc. (20-2mm) (%)	TFSA (<2mm) (%)	Composição granulométrica da TFSA (g kg ⁻¹)										Densidade (kg dm ⁻³)			
Símb.	Prof. (cm)				A.M.G. (2-1mm)	A.G. (1-0,5mm)	A.M. (0,5-0,25mm)	A.F (0,25-0,1mm)	A.M.F. (0,1-0,05mm)	A.T. (2-0,05mm)	Silte (0,05-0,002mm)	Argila (<0,002mm)	A.D.A. (g kg ⁻¹)	G.F. (%)	Silte Argila	Solo	Partíc.	P. (%)
Ap	0-13	0	3	97	72	110	173	215	180	750	175	75	71	5	2,34	1,48	2,78	47
A	13-24	0	2	98	80	89	160	223	192	733	187	80	61	24	2,34	1,45	2,81	48
E1	24-35	0	4	96	90	89	165	211	173	728	197	75	71	5	2,65	1,54	2,79	45
E2	35-44	0	38	62	258	132	167	149	96	803	119	79	61	23	2,35	1,61	2,91	44
Bt	44-55	0	22	78	188	147	157	67	36	594	114	292	222	24	0,39	1,90	2,79	32
Btn	55-90	2	8	90	135	117	137	96	57	542	118	340	237	30	0,35	1,94	2,89	33
Cr	90-93+	3	41	57	174	130	129	104	61	598	57	345	-	-	0,16	-	-	-

Horizontes		pH (1:2,5)			Complexo Sortivo (cmol _c dm ⁻³)								100 Na ⁺				Ativ. Argila	Pasta Saturada		
Símb.	Prof. (cm)	H ₂ O	KCl	Δ Ph	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S.B.	Al ³⁺	(H+Al)	(T)	P (mg Kg ⁻¹)	COT (g Kg ⁻¹)	V (%)	m (%)	T (%)	(cmol _c Kg ⁻¹)	C.E. dS m ⁻¹ (25°C)	pH
Ap	0-13	5,15	3,96	-1,19	1,47	0,73	0,13	0,02	2,36	0,21	4,49	6,85	22,24	6,42	34	8	0,3	91,20	0,33	5,76
A	13-24	5,17	3,89	-1,29	1,63	0,74	0,05	0,10	2,52	0,28	4,51	7,03	15,01	4,35	36	10	1,4	88,03	0,38	5,60
E1	24-35	5,62	4,04	-1,58	1,60	0,70	0,04	0,10	2,69	0,11	2,91	5,60	8,89	2,69	48	4	1,8	74,44	0,38	6,80
E2	35-44	5,93	4,27	-1,67	1,17	0,82	0,03	0,11	2,35	0,05	2,32	4,67	9,64	1,71	50	2	2,4	77,34	0,51	5,80
Bt	44-55	7,06	4,97	-2,09	5,17	9,73	0,12	0,69	15,71	0,07	2,75	18,47	1,68	2,53	85	0	3,7	63,24	0,45	6,89
Btn	55-90	7,85	5,98	-1,87	6,01	10,70	0,15	1,29	18,15	0,05	2,84	21,98	12,31	2,46	86	0	6,1	61,72	1,42	7,58
Cr	90-93+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

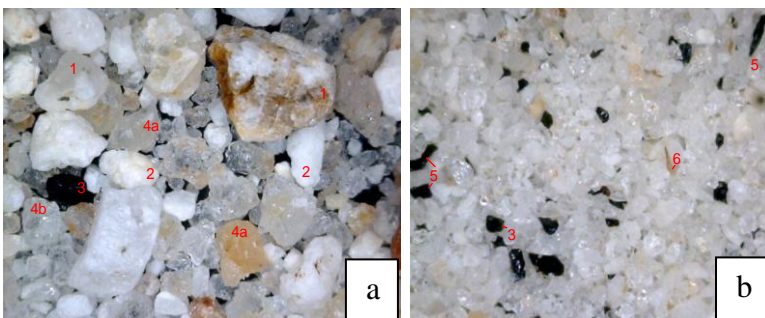
Horizontes		Fe ₂ O ₃ Oxalato	Fe ₂ O ₃ Ditionito	Fe ₂ O ₃ ox/Fe ₂ O ₃ dit
Símb.	Prof. (cm)	g kg ⁻¹		
Ap	0-13	2,12	6,94	0,31
A	13-24	2,84	8,24	0,34
E1	24-35	2,04	7,66	0,27
E2	35-44	1,44	8,85	0,16
Bt	44-55	1,98	15,48	0,13
Btn	55-90	2,26	17,53	0,13
Cr	90-93+	3,81	16,46	0,23



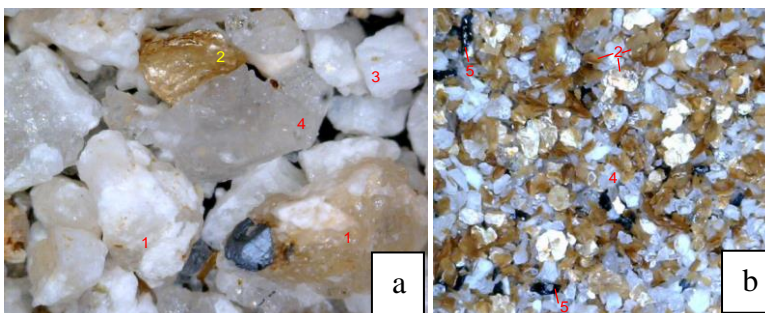
Perfil 1 – Horizonte Ap - (a), (b) e (c) Areia grossa; (d) Areia fina: 1a - fragmento de rocha (quartzo ± feldspato); 1b – fragmento de rocha (quartzo ± anfibólio); 1c - fragmento de rocha (feldspato ± anfibólio ± min. opacos); 2a – feldspato rosa; 2b – feldspato branco; 3 – biotita; 4a – quartzo hialino muito anguloso, com incrustações de óxido de ferro; 4b - quartzo hialino subarredondado, com incrustações de óxido de ferro; 4c – quartzo anguloso, hialino com incrustação de óxido de ferro; 4c – quartzo subanguloso, com incrustação de óxido de ferro; 5 – fragmento orgânico; 6 – anfibólio; 7 – agregado ferroso; 8 - anfibólio; 9 – minerais opacos.



Perfil 1 – Horizonte E2 - (a) Areia grossa (b) Areia fina: 1 – fragmento de rochas (quartzo ± feldspatos ± min. opacos); 2 – feldspatos; 3 – quartzo, muito anguloso a anguloso com incrustações de óxido de ferro; 4 – anfibólio; 5 – epidoto.



Perfil 1 – Horizonte Bt - (a) Areia grossa (b) Areia fina: 1 – fragmento de rochas (quartzo ± feldspatos ± min. opacos); 2 – feldspatos; 3 - mineral opaco; 4a – quartzo, subanguloso a subarredondado; 4b – quartzo, muito anguloso; 5 – anfibólio; 6 – fragmento orgânico.



Perfil 1- Horizonte Cr - (a) Areia grossa (b) Areia fina: 1 – fragmento de rochas (quartzo ± feldspatos ± biotita ± min. opacos); 2 – biotita alterada; 3 – feldspato; 4- quartzo hialino, muito anguloso a angulosos; 5 – anfibólio.



Perfil 1. PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura média-arenosa/média-argilosa cascalhenta, A moderado, epidistrófico, endossolódico, atividade muito alta, fase caatinga hipoxerófila,

A- DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL 02

DATA: 02/10/2014

CLASSIFICAÇÃO: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico salino vertissólico, textura arenosa-média/argilosa pouco cascalhenta, A moderado, endossalino, atividade muito alta, fase caatinga hipoxerófila, relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO: No intermédio da estrada para Igapó, 09°08'29,8"S e 36°28'38,8"W.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE: Terço médio da vertente com declividade entre 5,0 – 12,0 %

ALTITUDE: 647 metros (GPS).

LITOLOGIA: Granitóides indiscriminados: monzogranitos, sienogranitos, granodioritos, tonalitos e sienitos predominantemente equigranulares finos a médios, às vezes grossos e, localmente, porfiríticos. Possuem xenólitos. São isotrópicos e, localmente, exibem foliação magmática.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Plutonismo Sin a Tardi Orogênico.

CRONOLOGIA: Ediacarano.

MATERIAL DE ORIGEM: Produto da alteração da litologia local com contribuição de material coluvial.

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Pouco rochoso.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado.

EROSÃO: Laminar ligeira e laminar moderada.

DRENAGEM: Imperfeita.

VEGETAÇÃO LOCAL: Caatinga hipoxerófila.

VEGETAÇÃO REGIONAL: Caatinga hipoxerófila.

USO ATUAL: Repouso (Pastagem degradada).

CLIMA: As, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Valdomiro Severino de Souza Júnior, Alexandre Ferreira do Nascimento, Marcelo Metri Corrêa, Juliet Emília Santos de Sousa, José Fernando Wanderley Fernandes de Lima, Elaine Almeida Delarmelinda, Marilya Gabryella Fernanda de Sousa.

B- DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A – (0-15 cm) – bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmida) e cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seca); areia franca; grão simples; fraca, pequena e grande, blocos sub-angulares; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana.

EA – (15-27 cm) – bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmida) e cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seca); areia franca; grão simples; fraca, pequena e média, blocos sub-angulares; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição clara e plana.

E1 – (27-47 cm) – bruno-acinzentado (2,5Y 5/2, úmida) e cinzento claro (2,5Y 7/1, seca); mosqueados poucos, pequenos, distintos, vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido); areia franca; grão simples, fraca, pequena e média, blocos sub-angulares; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição clara e plana.

E2 – (47-58 cm) – bruno-acinzentado (2,5Y 5/2, úmida); areia; grão simples; solta, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e plana.

Btg – (58-74 cm) – cinzento-muito-escuro (2,5Y 3/1, úmida), cinzento-esverdeado-escuro (10GY 4/1, úmida), bruno-amarelado (10YR 5/8, úmida) e bruno (10YR 4/3, úmida); argiloarenosa; maciça e partes moderada, média e muito grande, blocos sub-angulares e blocos angulares; plástica, muito plástica, pegajosa e muito pegajosa; transição clara e plana.

Btgz – (74-87 cm) – bruno (10YR 4/3, úmida); mosqueados cinzento-esverdeado-escuro (10GY 4/1, úmida) comum, médio e distinto, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmida) comum, pequeno, médio e difuso; argila; maciça e partes moderada a forte, grande, muito grande, blocos sub-angulares e prismática; muito plástica e muito pegajosa; transição clara e plana.

BCv – (87-120 cm) – bruno (10YR 4/3, úmida), cinzento-esverdeado-escuro (10GY 4/1, úmida) e cinzento-muito-escuro (2,5Y 3/1, úmida); franco argiloarenosa; maciça e partes média, grande, bloco sub-angular; plástica e pegajosa.

Cr – (102-119 cm+) – Saprólito alterado escavável com martelo pedológico.

RAÍZES – Muitas nos horizontes A e EA, comuns nos E1 e E2, raras nos Btg e Btgz e ausentes no BCv.

OBSERVAÇÕES –

1. O perfil está, em média, próximo 200 m da linha de drenagem;
2. Perfil descrito úmido, a partir do horizonte Btg para baixo, molhado;
3. Presença de bastante cascalho no horizonte BCv;
4. Presença de muito cascalho no horizonte E2, o que limitou a retirada de anéis para análise de densidade do solo.

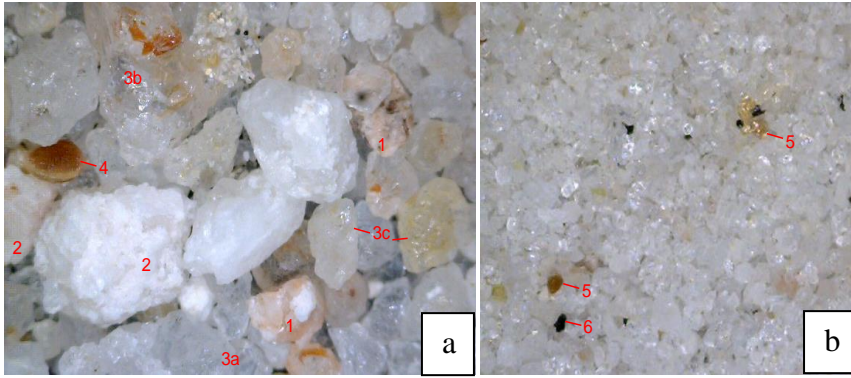
5. Revestimento de material escuro (matéria orgânica) nos horizontes Btg e Btgz;
6. Presença de slickensides no horizonte BCv;
7. Não tem concreções em óxidos de manganês.

ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E MINERALÓGICAS.

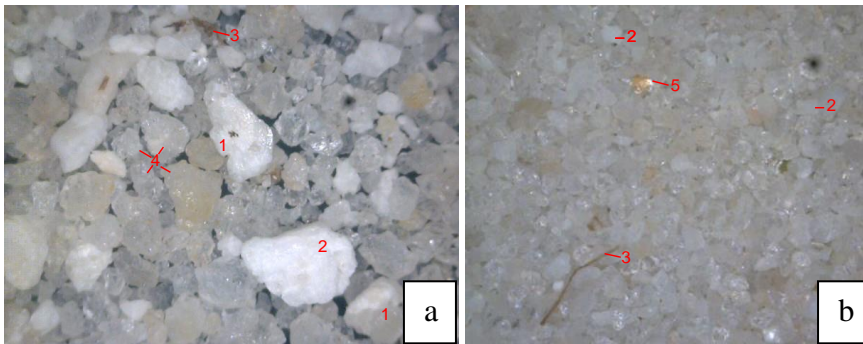
Horizontes		Calhaus (>20mm) (%)	Casc. (20-2mm) (%)	TFSA (<2mm) (%)	Composição granulométrica da TFSA (g kg ⁻¹)										Densidade (kg dm ⁻³)			
Símb.	Prof. (cm)				A.M.G. (2-1mm)	A.G. (1-0,5mm)	A.M. (0,5-0,25mm)	A.F (0,25-0,1mm)	A.M.F. (0,1-0,05mm)	A.T. (2-0,05mm)	Silte (0,05-0,002mm)	Argila (<0,002mm)	A.D.A. (g kg ⁻¹)	G.F. (%)	Silte Argila	Solo	Partíc.	P. (%)
A	0-15	0	2	98	118	224	261	169	81	853	86	61	37	39	1,42	1,71	2,77	39
EA	15-27	0	1	99	70	181	254	206	136	847	112	41	37	10	2,76	1,72	2,68	36
E1	27-47	0	5	95	94	150	249	230	141	863	96	41	37	10	2,36	1,70	2,79	39
E2	47-58	1	34	65	305	190	236	97	51	879	70	51	37	27	1,39	1,58	2,70	41
Btg	58-74	0	13	87	170	117	102	47	22	458	112	430	319	26	0,26	1,95	2,72	28
Btgz	74-87	0	4	96	79	112	132	87	21	430	164	406	329	19	0,41	1,69	2,83	40
BCv	87-120	0	8	92	64	93	160	149	65	531	182	287	225	22	0,64	1,74	2,85	40
Cr	102-119	1	48	51	324	166	109	75	41	716	132	152	-	-	0,86	-	-	-

Horizontes		pH (1:2,5)			Complexo Sortivo (cmol _c dm ⁻³)								100 Na ⁺				Ativ. Argila (cmol _c Kg ⁻¹)	Pasta Saturada		
Símb.	Prof. (cm)	H ₂ O	KCl	Δ ph	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S.B.	Al ³⁺	(H+Al)	(T)	P (mg Kg ⁻¹)	COT (g Kg ⁻¹)	V (%)	m (%)	T (%)	C.E. dS m ⁻¹ (25°C)	pH	
A	0-15	5,24	4,44	-0,81	0,86	1,13	0,05	0,00	2,04	0,07	2,57	4,60	3,18	6,70	44	3	0	75,49	0,60	5,79
EA	15-27	5,77	4,51	-1,26	0,34	0,69	0,01	0,01	1,06	0,05	0,83	1,88	0,92	1,67	56	4	0,5	45,92	0,32	6,44
E1	27-47	6,33	5,21	-1,12	0,37	0,80	0,01	0,00	1,18	0,03	0,99	2,17	0,92	1,03	54	3	0	53,03	0,36	6,27
E2	47-58	6,40	5,26	-1,14	0,48	1,02	0,02	0,03	1,55	0,05	0,58	2,13	0,81	1,46	73	3	1,4	41,75	1,02	6,13
Btg	58-74	6,61	4,95	-1,66	2,98	13,31	0,12	0,41	16,82	0,04	0,96	17,78	0,63	4,13	95	0	2,3	41,34	1,94	6,93
Btgz	74-87	6,39	4,59	-1,80	3,29	15,57	0,12	0,93	19,90	0,07	1,74	21,65	0,67	3,33	92	0	4,3	53,32	4,25	7,35
BCv	87-120	6,38	4,36	-2,02	3,03	15,17	0,08	1,03	19,31	0,11	1,39	20,70	1,05	2,29	93	1	5,0	72,14	3,53	6,25
Cr	102-119	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

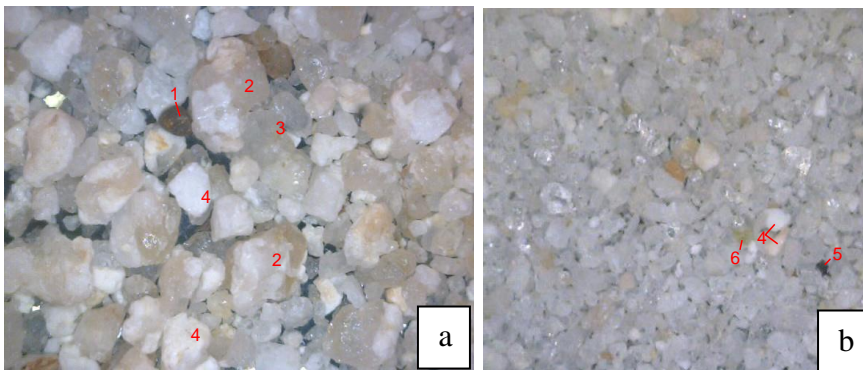
Horizontes		Fe ₂ O ₃ Oxalato	Fe ₂ O ₃ Ditionito	Fe ₂ O ₃ ox/Fe ₂ O ₃ dit
Símb.	Prof. (cm)	g kg ⁻¹		
A	0-15	1,64	2,35	0,70
EA	15-27	1,28	2,00	0,64
E1	27-47	1,23	2,89	0,43
E2	47-58	0,75	2,13	0,35
Btg	58-74	2,92	18,96	0,15
Btgz	74-87	1,96	18,59	0,11
BCv	87-120	1,25	22,73	0,05
Cr	102-119	1,17	30,44	0,04



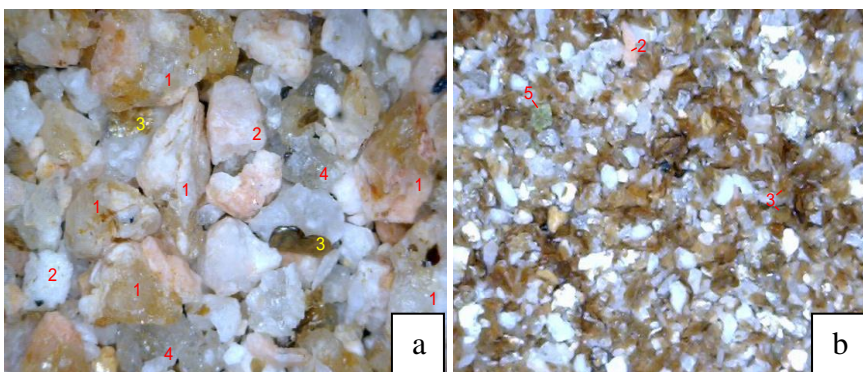
Perfil 2 – Horizonte A - (a) Areia grossa (b) Areia fina: 1 – fragmento de rochas (quartzo ± feldspatos); 2 – feldspatos; 3a – quartzo hialino, muito anguloso a anguloso; 3b – quartzo, muito anguloso a anguloso com incrustações de óxido de ferro; 3c – quartzo subanguloso a subarredondado; 4 – fragmento orgânico (semente); 5 – mica de cor castanho a castanho dourada; 6 – minerais opacos.



Perfil 2 - Horizonte E2 - (a) Areia grossa (b) Areia fina: 1 - fragmento de rocha (quartzo ± feldspato ± min. opacos); 2 – feldspatos; 3 – fragmento orgânico; 4 - quartzo muito anguloso a anguloso, observe cor alaranjada; 5 – biotita.



Perfil 2 – Horizonte Btg - (a) Areia grossa (b) Areia fina: 1 – agregado ferroso; 2 – fragmento de rocha (quartzo ± feldspatos, branco e róseo); 3 – quartzo muito anguloso a anguloso; 4 – feldspatos; 5 – mineral opaco; 6 – biotita.



Perfil 2 – Horizonte Cr - (a) Areia grossa (b) Areia fina: 1 – fragmento de rochas (quartzo ± feldspatos ± biotita ± minerais opacos); 2 – feldspatos; 3 – biotita; 4 – quartzo hialino, muito anguloso a anguloso; 5 - epidoto.



Perfil 2. PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico salino vertissólico, textura arenosa-média/argilosa pouco cascalhenta, A moderado, endossalino, atividade muito alta, fase caatinga hipoxerófila, relevo ondulado.

A- DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL 03

DATA: 02/10/2014

CLASSIFICAÇÃO: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico, textura arenosa-média/argilosa, A moderado, epidistrófico, atividade moderadamente alta, fase caatinga hipoxerófila, relevo plano.

LOCALIZAÇÃO: No intermédio da estrada para Igapó, 09°08'01,5"S e 36°28'29,5"W.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE: Topo da vertente com declividade entre 0 – 2,5%.

ALTITUDE: 693 metros (GPS).

LITOLOGIA: Granitóides indiscriminados: monzogranitos, sienogranitos, granodioritos, tonalitos e sienitos predominantemente equigranulares finos a médios, às vezes grossos e, localmente, porfiríticos. Possuem xenólitos. São isotrópicos e, localmente, exibem foliação magmática.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Plutonismo Sin a Tardi Orogênico.

CRONOLOGIA: Ediacarano.

MATERIAL DE ORIGEM: Produto da alteração da litologia local com contribuição de material coluvial.

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Pouco rochoso.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Imperfeita.

VEGETAÇÃO LOCAL: Caatinga hipoxerófila.

VEGETAÇÃO REGIONAL: Caatinga hipoxerófila.

USO ATUAL: Repouso (pastagem degradada).

CLIMA: As, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Valdomiro Severino de Souza Júnior, Alexandre Ferreira do Nascimento, Marcelo Metri Corrêa, Juliet Emília Santos de Sousa, José Fernando Wanderley Fernandes de Lima, Elaine Almeida Delarmelinda, Marilya Gabryella Fernanda de Sousa.

B- DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A – (0-22 cm) – bruno-acinzentado-muito escuro (10YR 3/2, úmida) e cinzento-bruno-claro (10YR 6/2, seca); areia franca; grão simples; fraca, média e grande, blocos sub-angulares; ligeiramente duro, friável, não plástica e ligeiramente plástica, não pegajosa e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.

AE – (22-55 cm) – bruno-acinzentado-muito escuro (10YR 3/2, úmida) e bruno-acinzentado (10YR 5/2, seca); areia franca; grão simples; fraca, pequena e média, blocos sub-angulares; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.

E1 – (55-75 cm) – bruno (7,5YR 4/2, úmida); mosqueados poucos, pequenos, distintos, vermelho (2,5YR 4/8, úmida); areia franca; grão simples; fraca, pequena, média, blocos sub-angulares; muito friável, não plástica a ligeiramente plástica, não pegajosa a ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.

E2 – (75-87 cm) – bruno-acinzentado (10YR 5/2, úmida); mosqueados, comuns, pequenos, distintos, vermelho (2,5YR 4/8, úmida); areia franca; grão simples; fraca, pequena e média, blocos sub-angulares; solta, não plástica a ligeiramente plástica, não pegajosa a ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

E3 – (87-94 cm) – bruno-claro (10YR 6/3, úmida); areia franca; grão simples; fraca, pequena e média, blocos sub-angulares; solta, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e plana.

Btg1 – (94-111 cm) – cinzento-escuro (10YR 4/1, úmida); mosqueados abundantes, pequenos, médios, distintos, vermelho (2,5YR 4/8, úmida) e abundantes, grandes, difusos, distintos, bruno-amarelado-claro (2,5Y 6/4, úmida); argila; moderada, média e grande a muito grande, blocos sub-angulares, blocos angulares e prismática; firme, muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

Btg2 – (111-130 cm+) – bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmida); mosqueados abundantes, grandes, distintos, vermelho (2,5YR 4/8, úmida) e abundantes, pequenos, grandes, difusos, distintos, bruno-amarelado-claro (2,5Y 6/4, úmida); argila; média e grande a muito grande, blocos sub-angulares, bloco angular e prismática; firme, plástica e pegajosa.

Cr – (130-135 cm+) – Saprólito alterado escavável com martelo pedológico.

RAÍZES – Comuns nos horizontes A, AE e E1, poucas no E2 e raras nos E3, Btg1 e Btg2.

OBSERVAÇÕES – 1. Raízes muito finas;

2. Parte do perfil estava úmido;

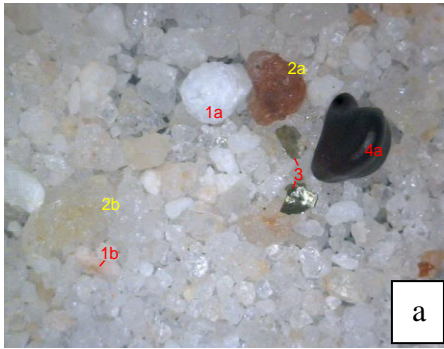
3. No horizonte Btg1 o mosqueado vermelho estava embebido por um amarelo.

ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E MINERALÓGICAS.

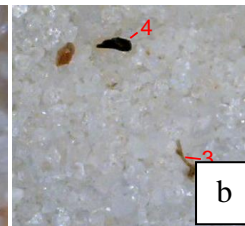
Horizontes		Calhaus (>20mm) (%)	Casc. (20-2mm) (%)	TFSA (<2mm) (%)	Composição granulométrica da TFSA (g kg ⁻¹)										Densidade (kg dm ⁻³)			
Símb.	Prof. (cm)				A.M.G. (2-1mm)	A.G. (1-0,5mm)	A.M. (0,5-0,25mm)	A.F (0,25-0,1mm)	A.M.F. (0,1-0,05mm)	A.T. (2-0,05mm)	Silte (0,05-0,002mm)	Argila (<0,002mm)	A.D.A. (g kg ⁻¹)	G.F. (%)	Silte Argila	Solo	Partíc	P. (%)
A	0-22	0	1	99	108	194	250	186	86	823	117	61	47	23	1,93	1,69	2,79	40
AE	22-55	0	2	98	76	164	241	196	113	789	144	67	67	0	2,16	1,67	2,76	40
E1	55-75	0	3	97	85	133	230	221	118	786	133	81	77	5	2,31	1,74	2,82	38
E2	75-87	0	6	94	139	137	204	197	117	794	159	47	47	0	3,39	1,80	2,77	36
E3	87-94	0	6	93	136	148	227	184	102	797	134	69	47	32	3,56	1,89	2,84	33
Btg1	94-111	0	6	94	75	91	106	84	45	401	155	444	383	14	0,35	1,79	2,80	36
Btg2	111-130+	0	1	99	35	74	113	128	46	396	193	411	333	19	0,47	1,75	2,76	38
Cr	130-135+	1	15	84	78	99	135	145	114	571	179	250	-	-	0,72	-	-	-

Horizontes		pH (1:2,5)			Complexo Sortivo (cmol _c dm ⁻³)								100 Na ⁺				Ativ.	Pasta Saturada		
Símb.	Prof. (cm)	H ₂ O	KCl	Δ Ph	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S.B.	Al ³⁺	(H+Al)	(T)	P (mg Kg ⁻¹)	COT (g Kg ⁻¹)	V (%)	m (%)	T (%)	Argila (cmol _c Kg ⁻¹)	C.E. dS m ⁻¹ (25°C)	pH
A	0-22	5,59	4,25	-1,34	0,58	0,51	0,23	0,05	1,37	0,11	2,07	3,44	3,07	6,57	40	8	1,5	56,34	0,38	6,40
AE	22-55	5,70	4,69	-1,01	1,02	0,60	0,12	0,05	1,79	0,08	1,99	3,78	1,07	4,48	47	4	1,3	56,41	0,50	7,16
E1	55-75	5,83	4,76	-1,08	0,63	0,56	0,08	0,05	1,32	0,10	1,49	2,81	0,78	2,51	47	7	1,8	41,95	0,46	5,98
E2	75-87	5,84	4,65	-1,19	0,23	0,52	0,05	0,05	0,86	0,06	1,24	2,10	0,67	1,60	41	7	2,4	44,63	0,63	5,51
E3	87-94	5,98	4,73	-1,25	0,17	0,52	0,04	0,03	0,77	0,07	1,41	2,17	0,67	1,09	35	9	1,4	51,72	0,60	5,96
Btg1	94-111	5,59	4,11	-1,48	1,73	6,17	0,23	0,37	8,50	0,08	2,57	11,07	0,69	4,66	77	1	3,3	24,93	1,10	7,23
Btg2	111-130+	5,59	4,03	-1,56	1,90	6,88	0,24	0,65	9,68	0,12	3,01	12,69	0,54	2,80	76	1	5,1	30,87	1,76	6,33
Cr	130-135+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

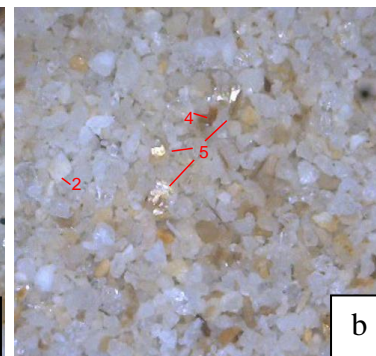
Horizontes		Fe ₂ O ₃ Oxalato	Fe ₂ O ₃ Ditionito	Fe ₂ O ₃ ox/Fe ₂ O ₃ dit
Símb.	Prof. (cm)	g kg ⁻¹		
A	0-22	0,90	6,10	0,15
AE	22-55	0,75	7,86	0,09
E1	55-75	1,43	6,65	0,21
E2	75-87	1,55	7,13	0,22
E3	87-94	1,30	7,25	0,18
Btg1	94-111	0,71	19,51	0,04
Btg2	111-130+	1,56	30,86	0,05
Cr	130-135+	0,37	25,93	0,01



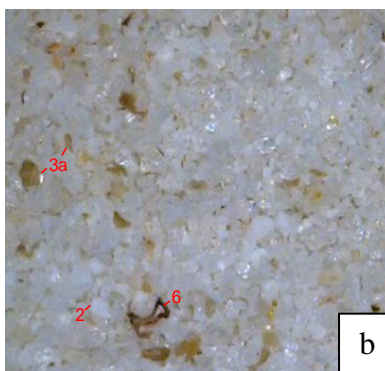
Perfil 3 – Horizonte A - (a) Areia grossa (b) Areia fina: 1a – feldspato branco; 1b – feldspato róseo; 2a – quartzo subarredondado avermelhado (óxido de ferro); 2b - quartzo muito anguloso a anguloso, hialino; 3 – biotita alterada; 4 – fragmentos orgânicos (a) semente e (b) tecido vegetal; 5 – minerais opacos.



Perfil 3 – Horizonte E2 - (a) Areia grossa (b e c) Areia fina: 1 – feldspato; 2a – quartzo hialino, subarredondado; 2b – quartzo, muito anguloso a anguloso; 3 – fragmento orgânico; 4 – anfibólio; 5 – agregado manganoso; 6 – mica castanha; 7 – zircão.



Perfil 3 – Horizonte Btg1 - (a) Areia grossa (b) Areia fina: 1 – fragmento de rochas (quartzo ± feldspatos ± minerais opacos); 2 – feldspatos; 3a – biotita alterada, cor castanho dourado; 3b – biotita alterada, agregada por fragmentos orgânicos; 4 – quartzo hialino, muito anguloso a anguloso; 5 – agregado argiloso; 6 – fragmento orgânico.



Perfil 3 – Horizonte Cr - (a) Areia grossa (b) Areia fina: 1 – fragmento de rochas (quartzo ± feldspatos ± biotita); 2 – feldspato; 3a - quartzo muito anguloso a angulosos, branco e hialino; 3b – quartzo hialino subarredondado; 4 – fragmentos orgânicos; 5 – biotita.



Perfil 3. PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico, textura arenosa-média/argilosa, A moderado, epidistrófico, atividade moderadamente alta, fase caatinga hipoxerófila, relevo plano.

A- DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL 04

DATA: 03/10/2014

CLASSIFICAÇÃO: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico planossólico saprolítico, textura média-arenosa/média-argilosa cascalhenta/argilosa cascalhenta, A moderado, epidistrófico, atividade média, fase caatinga hipoxerófila, relevo plano.

LOCALIZAÇÃO: 09°08'05,8"S e 36°27'57,5"W.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE: Terço inferior da vertente com declividade entre 0-2,5%.

ALTITUDE: 655 metros (GPS).

LITOLOGIA: Granitóides indiscriminados: monzogranitos, sienogranitos, granodioritos, tonalitos e sienitos predominantemente equigranulares finos a médios, às vezes grossos e, localmente, porfiríticos. Possuem xenólitos. São isotrópicos e, localmente, exibem foliação magmática.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Plutonismo Sin a Tardi Orogênico.

CRONOLOGIA: Ediacarano.

MATERIAL DE ORIGEM: Produto da alteração da litologia local com contribuição de material coluvial.

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Pouco rochoso.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado.

EROSÃO: Laminar ligeira.

DRENAGEM: Moderada a imperfeita.

VEGETAÇÃO LOCAL: Caatinga hipoxerófila.

VEGETAÇÃO REGIONAL: Caatinga hipoxerófila.

USO ATUAL: Pastagem natural.

CLIMA: As, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Valdomiro Severino de Souza Júnior, Alexandre Ferreira do Nascimento, Marcelo Metri Corrêa, Juliet Emília Santos de Sousa, José Fernando Wanderley Fernandes de Lima, Elaine Almeida Delarmelinda, Marilya Gabryella Fernanda de Sousa.

B- DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A1 – (0-9 cm) – bruno-escuro (10YR 3/3, úmida) e bruno-claro (10YR 6/3, seca); francoarenosa; grão simples; fraca, pequena e média, blocos sub-angulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

A2 – (9-18 cm) – bruno (10YR 4/3, úmida) e bruno-muito claro (10YR 7/3, seca); mosqueados comuns, pequenas e distintas, bruno-forte (7,5YR 5/8, úmida); francoarenosa; moderada, pequena e média, blocos sub-angulares; duro, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.

AB – (18-31 cm) – bruno (10YR 5/3, úmida) e cinzento-claro (10YR 7/2, seca); mosqueados abundantes, pequenos, médios e distintos, vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmida); francoarenosa; moderada, média, grande, blocos sub-angulares; duro, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e plana.

BA – (31-34 cm) – bruno (10YR 5/3, úmida) e cinzento-claro (10YR 7/2, seca); mosqueados abundantes, pequenos, médios e distintos, vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmida); franco argiloarenosa; moderada, pequena e blocos sub-angulares; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica a plástica, ligeiramente pegajosa a pegajosa; transição abrupta e ondulada.

Bt – (34-50 cm) – bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmida); mosqueados abundantes, pequenos, grandes e distintos, vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmida); muito argilosa; forte, pequena, blocos sub-angulares; dura a muito dura, friável, plástica e pegajosa; transição clara e ondulada.

Cr – (50-70 cm+) – Saprólito alterado escavável com martelo pedológico.

RAÍZES – Comuns no horizonte A1, poucas nos A2, AB e BA, rara no Bt e ausente no Cr.

OBSERVAÇÕES – 1. Presença de óxido de manganês em partes do horizonte Bt;

2. Os mosqueados nos horizontes A2 e AB estão associados principalmente com raízes e canais de raízes;

3. O horizonte BA possui muitos fragmentos de quartzo;

4. Em partes do horizonte Bt à fragmentos de rochas com revestimento de manganês;

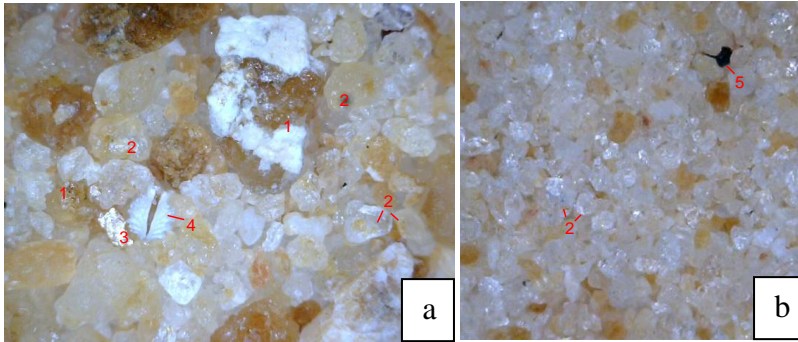
5. No topo do Bt presença de matacões.

ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E MINERALÓGICAS.

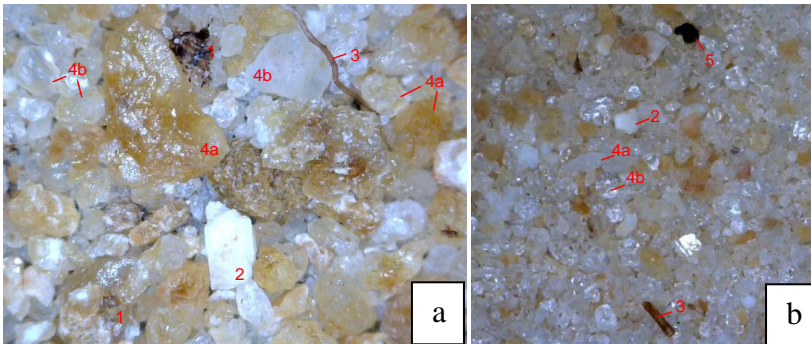
Horizontes		Calhaus (>20mm) (%)	Casc. (20-2mm) (%)	TFSA (<2mm) (%)	Composição granulométrica da TFSA (g kg ⁻¹)										Densidade (kg dm ⁻³)			
Símb.	Prof. (cm)				A.M.G. (2-1mm)	A.G. (1-0,5mm)	A.M. (0,5-0,25mm)	A.F (0,25-0,1mm)	A.M.F. (0,1-0,05mm)	A.T. (2-0,05mm)	Silte (0,05-0,002mm)	Argila (<0,002mm)	A.D.A. (g kg ⁻¹)	G.F. (%)	Silte Argila	Solo	Partíc	P. (%)
A1	0-9	0	2	98	71	119	200	200	135	725	165	111	67	40	1,49	1,66	2,85	43
A2	9-18	0	2	98	71	114	196	201	125	707	162	130	91	30	1,25	1,68	2,72	38
AB	18-31	1	12	87	69	114	194	192	125	693	152	155	110	29	0,98	1,64	2,77	41
BA	31-34	9	39	52	147	113	143	118	63	584	136	280	217	23	0,48	1,34	2,75	52
Bt	34-50	1	16	82	91	80	71	52	28	323	30	648	305	53	0,05	1,72	2,77	39
Cr	50-70+	15	28	57	159	114	89	55	27	444	151	406	-	-	0,37	-	-	-

Horizontes		pH (1:2,5)			Complexo Sortivo (cmol _c dm ⁻³)									100 Na ⁺				Ativ. Argila (cmol _c Kg ⁻¹)	Pasta Saturada	
Símb.	Prof. (cm)	H ₂ O	KCl	Δ Ph	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S.B.	Al ³⁺	(H+Al)	(T)	P (mg Kg ⁻¹)	COT (g Kg ⁻¹)	V (%)	m (%)	T (%)	C.E. dS m ⁻¹ (25°C)	pH	
A1	0-9	4,95	3,98	-0,97	0,67	0,84	0,17	0,05	1,73	0,16	3,75	5,48	1,88	10,25	32	9	0,9	49,36	0,48	5,57
A2	9-18	4,96	3,92	-1,04	0,55	0,81	0,09	0,05	1,63	0,17	2,41	4,05	0,96	6,24	40	9	1,2	31,12	0,34	5,61
AB	18-31	5,18	3,93	-1,25	0,68	1,02	0,03	0,03	1,92	0,15	2,75	4,67	0,93	4,05	41	7	0,6	30,11	0,23	7,38
BA	31-34	5,44	3,97	-1,47	1,59	2,66	0,05	0,03	4,33	0,19	3,21	7,53	0,79	4,32	57	4	0,4	26,90	0,62	7,63
Bt	34-50	5,29	4,28	-1,01	3,18	5,20	0,04	0,14	8,56	0,20	4,61	13,17	0,66	5,10	65	2	1,1	20,32	0,32	6,81
Cr	50-70+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

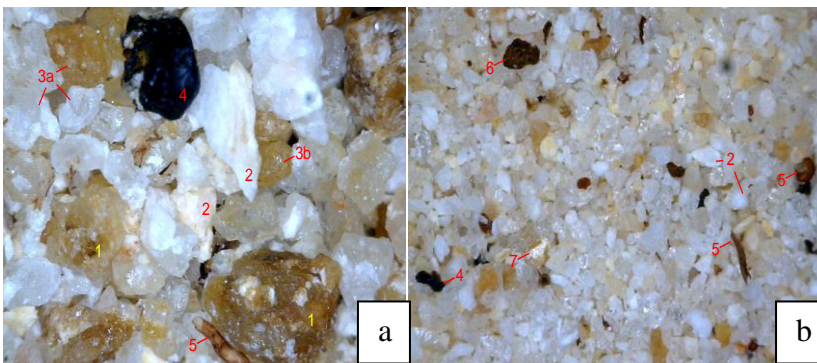
Horizontes		Fe ₂ O ₃ Oxalato	Fe ₂ O ₃ Ditionito	Fe ₂ O ₃ ox/Fe ₂ O ₃ dit
Símb.	Prof. (cm)	g kg ⁻¹		
A1	0-9	2,57	7,52	0,34
A2	9-18	2,68	9,02	0,30
AB	18-31	2,47	9,90	0,25
BA	31-34	5,85	23,01	0,25
Bt	34-50	8,80	57,98	0,15
Cr	50-70+	1,99	43,09	0,05



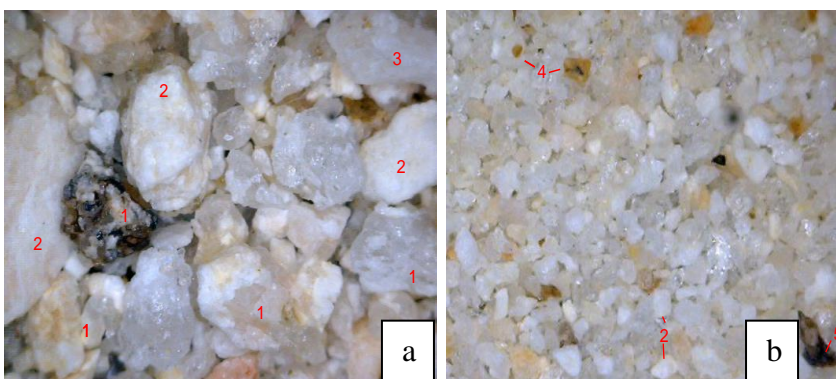
Perfil 4 – Horizonte A1 - (a) Areia grossa (b) Areia fina: 1 – fragmento de rochas (quartzo ± feldspatos); 2 – quartzo, subanguloso a subarredondado; 3 – biotita alterada; 4 – semente; 5 – mineral opaco.



Perfil 4 – Horizonte AB - (a) Areia grossa (b) Areia fina: 1 – fragmento de rochas (quartzo ± feldspatos ± min. opacos); 2 – feldspatos; 3 – fragmento orgânico; 4a - quartzo, muito anguloso a anguloso; 4b – subanguloso a subarredondado; 5 – mineral opaco.



Perfil 4 – Horizonte Bt - (a) Areia grossa (b) Areia fina: 1 – fragmento de rochas (quartzo ± feldspatos); 2 – feldspatos; 3a - quartzo, muito anguloso a anguloso; 3b – quartzo subanguloso a subarredondado; 4 – agregado manganoso; 5 – fragmento orgânico; 6 – agregado ferroso; 7 – mica de cor castanho dourada.



Perfil 4 – Horizonte Cr - (a) Areia grossa (b) Areia fina: 1 – fragmento de rocha, com quartzo ± feldspatos ± minerais opacos; 2 - feldspato; 3 – quartzo hialino, muito anguloso; 4 – biotita alterada; 5 – agregado manganoso.



Perfil 4. ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico planossólico saprolítico, textura média-arenosa/média-argilosa cascalhenta/argilosa cascalhenta, A moderado, epidistrófico, atividade média, fase caatinga hipoxerófila, relevo plano.