

JOSÉ THALES PANTALEÃO FERREIRA

**Caracterização de Planossolos desenvolvidos em diferentes
condições geoambientais do Estado de Pernambuco**

Recife-PE

2011

JOSÉ THALES PANTALEÃO FERREIRA

Caracterização de Planossolos desenvolvidos em diferentes
condições geoambientais do Estado de Pernambuco

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

Orientador:

Mateus Rosas Ribeiro Filho, D. Sc.

Conselheiros:

Mateus Rosas Ribeiro, PhD.

Sheila Maria Bretas Bittar Schulze, D. Sc.

Recife-PE

2011

JOSÉ THALES PANTALEÃO FERREIRA

Caracterização de Planossolos desenvolvidos em diferentes
condições geoambientais do Estado de Pernambuco

Aprovada em

Examinadores:

Mateus Rosas Ribeiro Filho, D. Sc.
(orientador)

Mateus Rosas Ribeiro, PhD.

Valdomiro Severino de Souza Júnior, D. Sc.

Dr. Lindomário Barros de Oliveira, D. Sc.

MENSAGEM

"Quando o homem aprender a respeitar até o menor ser da criação, seja animal ou vegetal, ninguém precisará ensiná-lo a amar seu semelhante."

Albert Schweitzer (Nobel da Paz - 1952)

Esta dissertação é dedicada a toda minha família que sempre esteve presente em minha vida, e em especial aos meus pais Ivaneide Pantaleão e Antonio Cardoso responsáveis pelo meu sucesso.

| Sumário | Pág, |
|---|-------------|
| Agradecimentos | iii |
| Lista de Figuras | iv |
| Lista de Tabelas e Gráfico | vi |
| Resumo | viii |
| Abstract | x |
| 1. Introdução | 12 |
| 2. Revisão de Literatura | 14 |
| 2.1 Planossolos | 14 |
| 2.1.1 Definições e características gerais | 14 |
| 2.1.2 Classificação e uso agrícola de Planossolos | 15 |
| 2.1.3 Mineralogia de Planossolos | 17 |
| 2.1.4 Gênese de Planossolos | 19 |
| 3. Material e Métodos | 23 |
| 3.1 Caracterização das áreas | 23 |
| 3.1.1 Timbaúba | 23 |
| 3.1.2 Altinho | 24 |
| 3.1.3 Arcoverde | 25 |
| 3.1.4 Jataúba | 26 |
| 3.2 Análises e Descrição morfológica dos perfis | 27 |
| 3.2.1 Análises Físicas | 28 |
| 3.2.2 Análises Químicas | 28 |
| 3.2.3 Análises Mineralógicas | 29 |
| 4. Resultados e Discussão | 30 |
| 4.1 Características Morfológicas | 30 |
| 4.2 Características Físicas | 38 |
| 4.3 Características Químicas | 41 |
| 4.4 Mineralogia das frações areia grossa e fina | 44 |
| 4.5 Mineralogia da fração silte e argila | 55 |
| 4.5.1 Mineralogia da fração silte | 55 |
| 4.5.2 Mineralogia da fração argila | 58 |
| 4.5.3 Interestratificados | 60 |
| 5. Conclusões | 70 |
| 6. Referências Bibliográficas | 72 |
| Anexos | 79 |

Lista de Figuras

| | Pág. |
|--|-------------|
| Figura 1. Localização do município de Timbaúba na zona da mata Pernambucana. | 24 |
| Figura 2. Localização do município de Altinho no Agreste de Pernambuco. | 25 |
| Figura 3. Localização do município de Arcoverde no Sertão de Pernambuco. | 26 |
| Figura 4. Localização do município de Jataúba no Agreste de Pernambuco. | 27 |
| Figura 5. Distribuição e classificação dos horizontes em profundidade do PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico em Timbaúba. | 35 |
| Figura 6. Distribuição e classificação dos horizontes em profundidade do PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico em Altinho. | 36 |
| Figura 7. Distribuição e classificação dos horizontes em profundidade do PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico em Arcoverde. | 37 |
| Figura 8. Distribuição e classificação dos horizontes em profundidade do PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico salino em Arcoverde. | 38 |
| Figura 9. Difrátogramas de raios X do perfil de Timbaúba da fração silte (lâminas não-orientadas). | 56 |
| Figura 10. Difrátogramas de raios X do perfil de Altinho da fração silte (lâminas não-orientadas). | 57 |
| Figura 11. Difrátogramas de raios X do perfil de Arcoverde da fração silte (lâminas não-orientadas). | 57 |
| Figura 12. Difrátogramas de raios X do perfil de Jataúba da fração silte (lâminas não-orientadas). | 58 |
| Figura 13. Difrátogramas de raios X do horizonte A do perfil de Timbaúba da fração argila saturada com KCl, Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). | 62 |
| Figura 14. Difrátogramas de raios X do horizonte Bt do perfil de Timbaúba da fração argila saturada com KCl, Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). | 62 |

- Figura 15.** Difractogramas de raios X do perfil de Timbaúba da fração argila (lâminas não-orientadas). 63
- Figura 16.** Difractogramas de raios X do horizonte A do perfil de Altinho da fração argila saturada com KCl , Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). 63
- Figura 17.** Difractogramas de raios X do horizonte Bt do perfil de Altinho da fração argila saturada com KCl , Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). 64
- Figura 18.** Difractogramas de raios X do horizonte Cr do perfil de Altinho da fração argila saturada com KCl , Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). 64
- Figura 19.** Difractogramas de raios X do perfil de Altinho da fração argila (lâminas não-orientadas). 65
- Figura 20.** Difractogramas de raios X do horizonte A do perfil de Arcoverde da fração argila saturada com KCl , Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). 65
- Figura 21.** Difractogramas de raios X do horizonte Bt do perfil de Arcoverde da fração argila saturada com KCl , Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). 66
- Figura 22.** Difractogramas de raios X do horizonte Cr do perfil de Arcoverde da fração argila saturada com KCl , Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). 67
- Figura 23.** Difractogramas de raios X do perfil de Arcoverde da fração argila (lâminas não-orientadas). 67
- Figura 24.** Difractogramas de raios X do horizonte A do perfil de Jataúba da fração argila saturada com KCl , Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). 68
- Figura 25.** Difractogramas de raios X do horizonte Bt do perfil de Jataúba da fração argila saturada com KCl , Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). 68
- Figura 26.** Difractogramas de raios X do horizonte Cr do perfil de Jataúba da fração argila saturada com KCl , Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). 69
- Figura 27.** Difractogramas de raios X do perfil de Jataúba da fração argila 69

(lâminas não-orientadas).

- Figura 28.** Penetração do horizonte E e de fragmentos de rocha entre as unidades estruturais do horizonte Bt de Arcoverde. 95
- Figura 29.** Presença de fragmentos de rocha no topo do horizonte Bt do perfil de Arcoverde. 96
- Figura 30.** Agregados manganoso, presente na areia grossa do horizonte A do perfil de Altinho. 97
- Figura 31.** Grão de biotita em processo de alteração, presente na areia grossa do horizonte A do perfil de Altinho. 97
- Figura 32.** Grão de anfibólio, presente na fração areia grossa do horizonte BC do perfil de Altinho. 97
- Figura 33.** Grão de quartzo subarredondado com incrustações de óxido de ferro, presente na areia grossa do horizonte A do perfil de Altinho. 97
- Figura 34.** Grão de biotita, presente na fração areia grossa do horizonte BC do perfil de Altinho. 98
- Figura 35.** Grão de feldspato com sinais de alteração, presente na fração areia grossa do horizonte BC do perfil de Altinho. 98
- Figura 36.** Agregados argiloso, presente na fração areia grossa do horizonte Bt do perfil de Altinho. 98
- Figura 37.** Grão de feldspato em vias de alteração com incrustações de óxido de ferro, presente na fração areia grossa do horizonte Bt do perfil de Altinho. 98
- Figura 38.** Grão de feldspato róseo em vias de alteração, presente na fração areia grossa do horizonte Bt do perfil de Altinho. 99
- Figura 39.** Grão de quartzo com incrustação de biotita, presente na fração areia grossa do horizonte Bt do perfil de Altinho. 99
- Figura 40.** Grão de quartzo subangular com incrustação de óxido de ferro, presente na fração areia grossa do horizonte E do perfil de Altinho. 99
- Figura 41.** Grãos de quartzo subarredondados com incrustação de óxido de ferro, presente na fração areia grossa do horizonte Bt do perfil de Arcoverde. 99

Lista de Tabelas e Gráficos

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabela 1. Atributos Morfológicos dos Planossolos coletados em Timbaúba e Altinho. | 33 |
| Tabela 2. Atributos Morfológicos dos Planossolos coletados em Arcoverde e Jataúba. | 34 |
| Tabela 3. Análise física de quatro Planossolos de diferentes condições climáticas no Estado de Pernambuco. | 40 |
| Tabela 4. Análise química de quatro Planossolos de diferentes condições climáticas no Estado de Pernambuco. | 43 |
| Tabela 5. Análise da pasta saturada de quatro Planossolos de diferentes condições climáticas no Estado de Pernambuco. | 44 |
| Gráfico 1. Composição mineralógica da fração areia fina e grossa do perfil coletado em Timbaúba (Perfil 1). | 46 |
| Gráfico 2. Composição mineralógica da fração areia fina e grossa do perfil coletado em Altinho (Perfil 2). | 49 |
| Gráfico 3. Composição mineralógica da fração areia fina e grossa do perfil coletado em Arcoverde (Perfil 3). | 51 |
| Gráfico 4. Composição mineralógica da fração areia fina e grossa do perfil coletado em Jataúba (Perfil 4). | 53 |

Resumo

FERREIRA, José Thales Pantaleão, MSc., Universidade Federal Rural de Pernambuco. Fevereiro de 2011. **Caracterização de Planossolos desenvolvidos em diferentes condições geoambientais do Estado de Pernambuco.** Orientador: Mateus Rosas Ribeiro Filho. Conselheiros: Mateus Rosas Ribeiro e Sheila Maria Bretas Bittar Schulze.

O Nordeste brasileiro possui grandes áreas de Planossolos, localizadas principalmente na região semi-árida. Em Pernambuco estes solos ocupam boa parte de seu território, sendo utilizados principalmente com pecuária. São caracterizados por apresentar forte contraste textural, com indícios da contribuição de materiais transportados e uma drenagem deficiente, não existindo consenso em relação a sua formação. Frequentemente, apresentam elevados teores de sódio trocável nos horizontes Bt, BC ou C. Neste sentido, foram estudados quatro perfis de Planossolos localizados em condições climáticas distintas, com a finalidade de entender os processos responsáveis pela formação do horizonte Bt e pela origem do sódio nestes solos, através de análises químicas, físicas e mineralógicas. Ao final do estudo, concluiu-se que os Planossolos estudados apresentam características típicas de sua classe, não havendo dificuldades ou dúvidas para seu enquadramento nos critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Todos os solos possuem influência de material transportado nos horizontes A e E, devido ao grau de arredondamento dos grãos nas frações areia grossa e fina, e a presença de cascalho no topo do horizonte Bt, contudo não foi verificada diferença na mineralogia dos perfis indicando pouca influência de transporte ou intensa pedogênese. Os teores de Mg^{2+} são, em geral, mais elevados que os de Ca^{2+} , nos perfis estudados. Os perfis de Altinho, Arcoverde e Jataúba, possuem elevada fertilidade natural, contudo, o elevado teor de sódio, a drenagem imperfeita e o déficit hídrico, tornam estes solos pouco agricultáveis. O sódio é originado do intemperismo de feldspatos, encontrados em grande quantidade no horizonte BC e Cr. O contraste textural entre os horizontes A ou E e Btn são resultantes da alteração de argilominerais "in situ" no horizonte Btn, do

transponde materiais para os horizontes superficiais, da ferrólise e da eluviação-iluviação de argila.

Abstract

The Brazilian Northeast has large areas of Planosols located mainly in semi-arid region. In Pernambuco these soils occupy a good part of its territory being used mainly with livestock. Are characterized by having strong textural contrast, with indications of the contribution of transported materials and a poor drainage, there is no consensus regarding its formation. Often, there are high levels of exchangeable sodium in the Bt horizons, BC or C. In this sense, we studied four profiles Planosols located in different climatic conditions, in order to understand the processes responsible for the formation of the Bt horizon and the origin of sodium in these soils, using chemical, physical and mineralogical properties. At the end of the study concluded that the Planosols studied show features typical of its class, with no difficulties or questions for their inclusion in the criteria of the Brazilian System of Soil Classification. All soils have a strong influence of material transported in the A and E, due to the roundness of the grains in the coarse and fine sand fraction and the presence of gravel on top of the Bt horizon, but no difference was observed in the mineralogy of the profiles indicating little influence transport or intense pedogenesis. The Mg^{2+} are generally higher than those of Ca^{2+} in the soil profile. The profiles of Altinho, and Arcoverde Jataúba, have high fertility, however, the high sodium content, the imperfect drainage and drought, make these little arable land. Sodium is originated from the weathering of feldspar, found in large quantities on the horizon BC and Cr. The textural contrast between the A or E horizons and Bt are from the modification of clay minerals in situ on the horizon Bt, the transponder materials for the surface horizons of ferrolysis and Elution-illuviation of clay.

1. Introdução

Os solos da ordem dos Planossolos são encontrados em várias regiões do mundo, possuindo grande expressão na América do Sul, especialmente no Brasil, onde são utilizados com culturas de arroz no sul, com pastagens no nordeste e estando também presentes no pantanal (IBGE, 2007; FAO, 2006). Em Pernambuco, os Planossolos ocupam cerca de 15% da superfície do Estado, ocorrendo principalmente nas regiões do Agreste e Sertão (Araújo Filho *et al.*, 2000).

No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) os Planossolos são subdivididos no nível de subordem em Nátricos, quando possuem elevado teor de sódio trocável, ou Háplicos quando não preenchem os requisito anterior (EMBRAPA, 2006). Estes solos são caracterizados especialmente por apresentar um horizonte B plânico, que é responsável pela formação de lençol de água suspenso durante certo período, que com a ação de processos climáticos gera ciclos de umedecimento e secagem.

Estes solos possuem grandes limitações ao uso agrícola, decorrentes de suas características físicas, com mudança textural abrupta entre os horizontes A e/ou E para um Bt com elevado acúmulo de argila, que associado à presença de estruturas colunares ou prismáticas fortemente desenvolvidas, dificultam a drenagem de água e o desenvolvimento radicular das plantas, facilitando o processo erosivo do solo. Algumas de suas características químicas também não são favoráveis ao estabelecimento de culturas agrícolas, principalmente o elevado teor de sódio que se acumula nos horizontes subsuperficiais, podendo causar estresse hídrico nas plantas e desbalanço nutricional (Farias *et al.*, 2009).

A formação do gradiente textural dos Planossolos é uma questão bastante polêmica. Geralmente é atribuída à influência de material transportado, por apresentar fragmentos de rochas e materiais desarestados em horizontes superiores. Contudo, alguns pesquisadores atribuem esta formação a processos pedogenéticos como a eluviação-iluviação de argila, ferrólise, formação "*in situ*" de argila ou perda seletiva de argila no horizonte A. A comprovação de transporte de material algumas vezes é difícil, pois os

materiais podem ser idênticos aos da rocha responsável pela formação do solo, bem como, os processos pedogenéticos podem reduzir possíveis diferenças, neste caso, os fragmentos de rocha geralmente encontrados no topo do horizonte Bt dos Planossolos podem ter sido transportados a curtas distâncias ou representarem uma parte da rocha subjacente mais resistente ao intemperismo.

A neoformação de argilominerías também é um processo ativo nos Planossolos, pois as características de drenagem deficiente, baixas precipitações e ciclos de umedecimento e secagem condicionam um ambiente favorável à menor solubilização e saída de sílica do sistema, possibilitando a gênese e estabilidade de minerais 2:1 (Corrêa *et al.*, 2003).

O saprólito dos Planossolos geralmente é muito rico em minerais primários facilmente alteráveis, como as micas, feldspatos e anfibólios, que ao serem intemperizados dão origem a uma assembléia diversificada de argilominerais, encontrando-se Planossolos desde predominantemente caulíníticos até essencialmente ricos em esmectita e vermiculita.

Os Planossolos apresentam, em muitos casos, elevados teores de sódio no complexo de troca, que tendem a aumentar em profundidade, principalmente nos Planossolos Nátricos. A origem deste Na^+ é discutível, pois pode ser influência da acumulação de sais provenientes de áreas vizinhas e/ou originado naturalmente do intemperismo de minerais ricos em sódio, como os feldspatos, em condições semi-áridas. Contudo, descarta-se a influência das áreas vizinhas em Planossolos localizados em topos e meia encosta, quando o Na trocável parece ser proveniente do próprio material de origem.

Diante deste contexto, verifica-se a importância de aprimorar os estudos sobre Planossolos, com ênfase no entendimento da formação do gradiente textural típico destes solos e na origem do teor elevado de sódio, verificado principalmente na região semi-árida. O presente trabalho teve como objetivo realizar uma caracterização química, física e mineralógica de Planossolos em diferentes condições geoambientais, no intuito de obter subsídio para entender a sua pedogênese.

2. Revisão de Literatura

2.1 Planossolos

2.1.1 Definições, classificação e características gerais

Os Planossolos são solos minerais formados por horizonte A e/ou E, com transição abrupta para o horizonte B plânico. Pode apresentar plintita em quantidade ou em posição não diagnóstica para enquadramento na classe dos Plintossolos e horizonte glei, desde que não obedeça aos requisitos para Gleissolo. (EMBRAPA, 2006).

Esta ordem de solo possui no horizonte B plânico estruturas primárias, ou colunares, ou em blocos angulares e subangulares muito grandes a médios, e às vezes maciça (EMBRAPA, 2006), que são mais notáveis, juntamente com a grande mudança textural, em condições de solo seco. Esses tipos de estrutura estão relacionados com a presença de argilas de atividade alta, as quais apresentam expansão e contração mais acentuadas por efeito dos alternados ciclos de umedecimento e secagem do solo (Capeche, 2008).

O elevado teor de argila no B plânico, associado à presença de argila dispersa, são responsáveis pela má infiltração de água, formando por vezes lençol de água suspenso em períodos chuvosos, desenvolvendo ciclos de umedecimento e secagem, podendo originar plintita e cores acinzentadas e escuras no horizonte Bt (EMBRAPA, 2006). A estrutura colunar subsuperficial fortemente desenvolvida dos Planossolos Nátricos é decorrente do fenômeno de dispersão dos colóides argilosos pela saturação por Na^+ e Mg^{2+} , com posterior entupimento dos poros (Ibraimo *et al.*, 2004). Fato semelhante foi também observado por Shaefer & Dalrymple (1996), em solos que apresentavam estrutura colunar e elevada saturação por Mg^{2+} na Amazônia do Brasil. Oliveira *et al.* (2003), estudando solos com B plânico em posição não diagnóstica para a classe dos Planossolos, observaram um predomínio de íon Mg^{2+} em relação ao Ca^{2+} , com tendência de aumento da diferença entre os teores destes cátions com a profundidade, sugerindo uma fonte externa deste elemento, pois os solos da região são derivados de materiais virtualmente desprovidos de biotitas.

O elevado gradiente textural, típico dos Planossolos, quase sempre sugere influência de mais de um material de origem contribuindo para sua formação, ou, pelo menos, que a parte superficial do solo tenha sido influenciada por um possível retrabalhamento do seu material de origem via ciclos de erosão-transporte-deposição, característico de regiões semi-áridas (Parahyba *et al.*, 2009).

De acordo com a EMBRAPA (2006), a ordem dos Planossolos é dividida em duas subordens: os Planossolos Nátricos e Planossolos Háplicos. Os Planossolos Nátricos apresentam horizonte B plânico com caráter sódico (PST $\geq 15\%$) imediatamente abaixo de um horizonte A ou E, enquanto os Háplicos são aqueles que não se enquadram nos requisitos anteriores.

Antes da publicação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), os solos que hoje são classificados como Planossolos, eram classificados como Solonetz-Solodizado e Planossolos Hidromórficos. Os Planossolos hidromórficos sofreram mudanças em sua classificação, em decorrência da condição hidromórfica temporária dos Planossolos, o que dificultava a separação entre os Planossolos hidromórficos e não-hidromórficos (Santos *et al.*, 2003).

Os Planossolos podem apresentar qualquer tipo de horizonte A ou E, contudo nem sempre ocorre horizonte E alábico, seguido de B plânico, tendo sequência de horizontes A, AB ou A, E ou Eg, seguidos de Bt, Btg, Btn ou BtnG (EMBRAPA, 2006).

Para fins taxonômicos, o horizonte B plânico tem precedência diagnóstica sobre o horizonte glei e o B textural, e perde em precedência para o horizonte plíntico, exceto na condição de B plânico com caráter sódico (EMBRAPA, 2006).

2.1.2 Área de ocorrência e uso agrícola de Planossolos

Para a FAO (2006), a classe de Planossolos ocupa grandes áreas em regiões subtropicais e temperadas com alternância clara de estações secas e úmidas, por exemplo, na América Latina (Brasil, Paraguai e Argentina), na África, no leste dos Estados Unidos, no Sudeste Asiático (Bangladesh e

Tailândia) e na Austrália. Sua extensão total é estimada em cerca de 130 milhões hectares, dos quais 40% se encontram na América Latina.

No Brasil, os Planossolos ocorrem principalmente no Nordeste onde são predominantemente nátricos ou háplicos solódicos (norte da Bahia até o Ceará), no Pantanal mato-grossense e no sul do Rio Grande do Sul, são predominantemente explorados com arroz e pastagens (IBGE, 2007). Segundo Mota & Oliveira (1999), somente no Estado do Ceará, em aproximadamente 13.000 km² ocorrem associações de solos, anteriormente denominados, de Planossolos Solódicos. Os Planossolos no Rio Grande do Sul ocupam aproximadamente 56% da área total dos solos hidromórficos, representando cerca de 11% da área do Estado, possuindo grande importância econômica por serem cultivados em grandes extensões com arroz irrigado (Castilho & Meurer, 2001; Pedrotti *et al.*, 2003; Lima *et al.*, 2008).

Em Pernambuco os Planossolos abrangem uma extensão de aproximadamente 15.175 km², isto é, cerca de 15% da superfície do Estado, ocupando boa parte da unidade fisiográfica do Agreste, destacando-se no contexto das áreas das folhas de Surubim, Venturosa, Santana do Ipanema, Bom Conselho, Belo Jardim, Caruaru e Garanhuns, e em menores proporções, na zona do Sertão, em áreas das folhas de Bodocó e Ouricuri (Araújo Filho *et al.*, 2000). Estes solos têm sido bastante utilizados com pastagem na região do Agreste, especialmente quando ocorrem com horizonte superficial mais espesso. Neste caso, também são encontradas culturas de algodão, milho e feijão. Nesta região ainda podem ser encontradas pequenas áreas com capins elefante e pangola, enquanto na região do Sertão predomina a pecuária extensiva (Araújo Filho *et al.*, 2000).

Para o uso sustentável destes solos são necessárias algumas medidas, destacando-se o melhoramento das pastagens com a introdução de novas forrageiras adaptadas a um longo período de estiagem, intensificação da cultura da palma forrageira, instalação de capineiras e reserva de forragens para época seca (Jacomine *et al.*, 1973).

As principais limitações ao uso agrícola destes solos decorrem da falta d'água no período seco e do excesso de umidade no curto período de chuvas, além das condições físicas do horizonte B que são pouco favoráveis ao

desenvolvimento das raízes. Deve-se também considerar a presença de sódio trocável, cuja saturação pode variar de 6 a 15% nos horizontes subsuperficiais, e a susceptibilidade à erosão segundo Jacomine *et al.* 1973.

As características físicas e algumas características químicas presentes na classe dos Planossolos localizados na região semi-árida, como a estrutura fortemente desenvolvida, elevada densidade do solo e teores altos de sódio tornam difícil o uso agrícola destes solos (Oliveira, 2008; Galindo *et al.*, 2008).

Galindo *et al.* (2008), estudando vários Planossolos na Mesorregião do Agreste de Pernambuco, encontrou esta ordem de solos associada a diversos ambientes, desde conservados, com caatinga bem desenvolvida, até ambientes degradados, com solos severamente erodidos, pouco profundos, seguidos de horizonte subsuperficial muito argiloso, com teores elevados de sódio e permeabilidade muito lenta, constituindo sérias limitações no período seco (déficit hídrico) e no período chuvoso (excesso de água e falta de oxigenação).

O material do horizonte Bt dos Planossolos também pode servir de matéria prima na confecção de cerâmicas conforme descrito por Alves *et al.* (2005).

2.1.3 Mineralogia de Planossolos

A classe dos Planossolos inclui solos distróficos e eutróficos, formados a partir de materiais de origem diversos, podendo apresentar desde uma mineralogia essencialmente caulínica, até predominantemente esmectítica, mas sempre apresentando baixos teores de óxidos de ferro livre, devido às condições de formação e ao hidromorfismo mais ou menos acentuado a que estão sujeitos durante alguma parte do ano (Oliveira, 2007).

A ocorrência de elevada quantidade de minerais 2:1 nos Planossolos em regiões semi-áridas, a exemplo da esmectita e vermiculita, está associada ao clima seco, com deficiência hídrica, drenagem deficiente que desfavorece bastante a dessilicatização destes minerais (Corrêa *et al.*, 2003; Melfi *et al.*, 2004). As esmectitas geralmente são formadas pelo intemperismo de micas e vermiculitas, porém outra possibilidade é a ocorrência de neogênese a partir de

soluções ricas em Al, Si e bases, oriundas do intemperismo de minerais primários no solo, sob baixa a moderada lixiviação de sílica (Borchardt, 1989).

O relevo praticamente plano e a localização do perfil em posição com maior acúmulo de água das chuvas, aliado à baixa permeabilidade do solo, foi a razão atribuída para a abundância de argilominerais 2:1 nos solos estudados por Melo *et al.* (2009).

Mota & Oliveira (1999) verificaram a presença de caulinita, vermiculita, quartzo e plagioclásios (predominantemente albita e andesita), em um Planossolo Nátrico, e vermiculita, caulinita e montmorilonita em um Planossolo Háptico no Estado do Ceará. Segundo estes autores, o intemperismo da albita e de outros plagioclásios ricos em sódio em clima semi-árido, associado à drenagem impedida foram os fatores condicionantes dos percentuais elevados de sódio trocável observados nos dois pedons estudados.

Oster e Shainberg (1979), citados por Corrêa *et al.* (2003), estudando solos da Califórnia e de Israel, verificaram a contribuição de Feldspatos – K, plagioclásios e calcita, principalmente da fração silte, no aumento da concentração de cálcio, magnésio e potássio na solução do solo.

Corrêa *et al.* (2003), estudando Neossolo Flúvico, Luvisolo, Planossolo Nátrico e Vertissolo, concluíram que a mineralogia cálcio-sódica da fração silte pode ser a principal responsável pelos teores elevados de cálcio, magnésio e sódio dos solos estudados. Os mesmos autores observaram na fração argila do Planossolo Nátrico, a presença de minerais 2:1 expansivos (esmectita e vermiculita) nos horizontes A e Bt, atribuindo esta presença à baixa precipitação pluviométrica na área de estudo, aliada à alta evapotranspiração e à deficiência de drenagem do perfil. Entretanto, constatou uma nítida tendência de aumento de caulinita e diminuição dos teores de esmectita na direção dos horizontes superficiais, que segundo Kampf & Curi (2003) podem ser resultantes da maior taxa de lixiviação e dessilicatização dos horizontes superiores, com perda de Si, Al, Mg e Fe, que podem se recombinar e formar caulinita.

Em cultivos de arroz, geralmente se observa a ausência de resposta à adubação com K^+ , em virtude da disponibilização de K^+ não-trocável e estrutural de minerais fontes de K^+ , em condições de alagamento. Contudo, em

um Planossolo Háptico, com material de origem de sedimentos arenosos, a disponibilização de K^+ após alagamento foi mínima, não sendo observadas quantidades expressivas de esmectita e feldspatos-K, fato justificável pelo material de origem rico em quartzo (Fraga *et al.*, 2009). Em experimento semelhante, também com Planossolo, houve pouca disponibilização de K não-trocável e estrutural para plantas de arroz (Castilho e Meurer, 2001; Castilho *et al.*, 2002). Nestes dois exemplos pode-se observar a diversidade da assembléia de minerais que podem coexistir nos Planossolos, onde diferentes fatores e processos de formação do solo atuam em diferentes intensidades.

Em uma região sob vegetação xeromórfica no Rio de Janeiro, Ibraimo *et al.* (2004), constataram a presença de caulinita e illita na fração argila de um Planossolo Nátrico e traços de esmectita e interestratificados illita/esmectita. A permanência de elevada quantidade de illita neste ambiente, pode ser atribuída à menor intensidade dos fatores climáticos, como a precipitação, evitando a ocorrência de hidrólise total ou parcial com transformação para esmectita, através da perda de carga estrutural e abertura das entrecamadas para entrada de cátions hidratados. Neste mesmo solo foram constatadas na fração areia, elevadas quantidades de quartzo, feldspatos potássicos e plagioclásios sódico-cálcicos, que podem ser os responsáveis pelos elevados teores de sódio no solo.

2.1.4 Gênese de Planossolos

A principal discussão a respeito da gênese dos Planossolos está relacionada à origem autóctone e/ou alóctone dos mesmos e à identificação dos processos responsáveis pelo nítido contraste textural que caracteriza esta ordem.

A grande maioria dos autores atribui a formação do gradiente textural dos Planossolos a diversos processos como eluviação-iluviação de argilas, descontinuidade litológica, intemperização de minerais primários, neoformação de argilas e destruição de argilas por ferrólise, cada um atuando em maior ou menor intensidade de acordo com as características pedobioclimáticas de cada local.

A identificação do material depositado no solo é uma tarefa difícil, porque os materiais transportados a curtas distâncias tendem a ser semelhantes aos do local de deposição. Além disso, o intemperismo e pedogênese podem nivelar as diferenças que permitem o reconhecimento de diferentes materiais (Michelon *et al.*, 2010).

O contraste textural em solos é comum em diversos ambientes no mundo, tendo origem geogênica, pedogênica ou como é comum, a associação de vários processos. De modo geral, os processos geogênicos são fatores geomorfológicos e geológicos externos ao solo (gravidade, vento, escoamento, etc.) ou são herdados do material de origem em uma rocha com partes mais e menos resistentes ao intemperismo, neste sentido, o contraste textural causado por erosão superficial e deposição de materiais são considerados geogênicos. Os fatores pedogênicos são internos ao solo e saprólito, como, por exemplo, a translocação de argila e a bioturbação (Phillips, 2004).

Parahyba *et al.* (2009), estudando a evolução quantitativa de três Planossolos, concluíram não haver descontinuidade litológica nos perfis estudados, verificando que as diferenciações texturais pareciam estar mais relacionadas com maiores ou menores perdas laterais, em superfície e em profundidade, que se processam por arraste mecânico ou dissolução, podendo haver eluviação-iluviação, contudo, com influência bem menor que a intemperização “*in situ*” de biotitas, e do que as perdas impostas pelo condicionamento do relevo.

A eluviação-iluviação é um dos processos responsáveis pela formação do gradiente textural dos Planossolos, conforme observações micromorfológicas realizadas por Ibraimo *et al.* (2004) em um Planossolo Nátrico, descrevendo um forte preenchimento iluvial na forma de fração fina no horizonte Bt, que parece atuar como cimento entre os grãos. O processo de eluviação-iluviação ocorre com o transporte de suspensões de partículas de minerais, especialmente as menores que 2 μ m, do horizonte A e/ou E para o horizonte B. Contudo, para que este processo ocorra é necessário que as partículas estejam dispersas (Fanning & Fanning, 1989). O transporte de partículas muitas vezes é favorecido pelas condições de acúmulo de água no topo do horizonte Bt durante os períodos chuvosos. Neste caso, haveria

redução e solubilização dos óxidos de ferro, provocando a desestabilização da agregação do solo, predispondo as argilas à lessivagem (Berg *et al.*, 1977).

Segundo Silva *et al.* (2002) e Bortoluzzi *et al.* (2008), uma das formas de identificar o processo de eluviação-iluviação de argila, influenciando a formação de gradiente textural, é a razão entre a argila fina e argila total no horizonte. Assim, quanto mais partículas finas na fração argila, maior será a probabilidade de que estas tenham sido iluviadas, contudo, estas partículas também podem ter sido neoformadas. Silva *et al.* (2002) confirmaram a presença de eluviação-iluviação de argila na formação do horizonte Bt de um Planossolo Nátrico no Sertão de Pernambuco, através da análise da proporção argila fina/argila total em profundidade. Bortoluzzi *et al.* (2008), estudando o gradiente textural, observaram valores da ordem de 34% no horizonte A e 50% no Bt para a relação argila fina/argila total, indicando provável migração de argila. Neste mesmo estudo foi descartada a possibilidade de descontinuidade litológica do perfil 1, localizado em meia encosta, com base no valor de uniformidade inferior à 0,6; na razão entre areia fina e total não superior a 0,19 e na presença de partículas de argila menores que 2 μ m aumentando em profundidade. No perfil 2, localizado no topo de colina, foi observado indícios de descontinuidade por apresentar valor de uniformidade de 1,33 entre os horizontes E e Bt, entretanto os valores da relação granulométrica entre argila fina e total e areia fina e total discordam desta hipótese, indicando a necessidade de outros parâmetros para averiguar a presença de descontinuidade litológica. Contudo, mudanças na distribuição dos grãos de areia no perfil não podem ser usadas como uma prova única de deposição de material, uma vez que também podem ser resultado do intemperismo diferencial de grãos com mineralogia diversificada e/ou bioturbação (Michelon *et al.*, 2010).

A ferrólise é um processo comumente citado como um dos responsáveis pelo surgimento e incremento de diferenciação textural entre os horizontes no solo. Ela ocorre em ambientes com deficiência de drenagem que apresentam ciclos alternados de umedecimento e secagem, em condições de oxidação e redução. Durante a fase de redução, o Fe²⁺ torna-se móvel e pode deslocar cátions do complexo de troca do solo para a solução, onde acabam sendo lixiviados; já na fase de oxidação o Fe²⁺ passa para Fe³⁺ liberando prótons que

atacam a estrutura dos argilominerais, substituindo cátions e destruindo a estrutura dos minerais de argila, que liberam Al e silicatos para a solução do solo (Fanning & Fanning, 1989). A ferrólise é mais intensa quando a frequência e duração dos ciclos de oxirredução é alta, resultando na formação de horizontes ácidos descolorados que com muito tempo, podem empobrecer em argilas (Berg *et al.*, 1987).

Os Planossolos apresentam potencial para a ocorrência de processos erosivos, devido à deficiência de drenagem e a posição no relevo onde geralmente ocorrem estes solos (Jacomine *et al.*, 1973; Galindo *et al.*, 2008).

Oliveira *et al.* (2003) estudando solos com B plânico em posição não diagnóstica para a classe dos Planossolos, observou um predomínio de íon Mg^{2+} em relação ao Ca^{2+} , atribuindo este comportamento a uma possível influência marinha em épocas pretéritas, já que o solo era derivado de material virtualmente desprovido de biotitas.

A bioturbação, realizada por organismos presentes no solo através da formação de pequenos canais, facilita a migração de assembléias de minerais e matéria orgânica para horizontes mais profundos, promovendo um incremento na formação de gradiente textural (Nooren *et al.*, 1995; Phillips 2007). Contudo, em condições de elevadas temperaturas e baixa precipitação este processo torna-se menos eficiente.

O Na^+ presente nos Planossolos, em especial nos Planossolos Nátricos pode ter como fonte os minerais do próprio material de origem do solo ou ser oriundo de áreas vizinhas, concentrando-se pelos ciclos de umedecimento e secagem ou devido à intensa evaporação, que supera a precipitação média anual nas regiões onde se concentram estes solos (Ibraimo *et al.*, 2004).

Os Planossolos geralmente apresentam teores de Mg^{2+} superiores aos de Na^+ em subsuperfície, principalmente no horizonte Bt, o que pode ser explicado pelas condições de desestabilização de argilominerais do tipo 2:1, que possuem o Mg ocupando os octaedros, a exemplo da esmectita, vermiculita e biotita (Campos *et al.*, 1998).

A simples constatação morfológica de descontinuidade geológica no perfil deve servir apenas como hipótese a ser estudada, conforme constatado por Michelin *et al.* (2010), que não encontrou indícios de descontinuidade em

dois Planossolos Háplicos com nítido contraste morfológico, comprovados por balanço químico de massas e análise da distribuição da fração areia nos perfis, sendo esta formação de origem pedogenética, com expressiva atuação do processo de eluviação-iluviação de argila.

Segundo o modelo de diferenciação textural proposto por Phillips (2004), os principais processos envolvidos na diferenciação textural são representados pela drenagem de água, movendo partículas finas e materiais solúveis para os horizontes mais profundos, como também responsáveis por perdas de material por fluxo lateral; pela erosão superficial, com o transporte seletivo de partículas finas; pela bioturbação, representado, pela fauna e flora; pela formação de minerais de argila através do intemperismo nas camadas superiores, que tendem a deslocar-se para a subsuperfície; pela formação de argilas em subsuperfície através do intemperismo no subsolo; e pelo fluxo de umidade que ocorre devido à atividade biológica, permitindo o movimento de água vertical e horizontal em taxas significativas. No contexto geral, nem um destes processos atuando sozinho é capaz de criar um grande contraste textural, contudo, nem todos são necessários, devendo haver sempre a interação de alguns processos.

Segundo Fanning & Fanning (1989) a eluviação-iluviação não é a única forma de produzir o horizonte Bt, havendo outros meios como a destruição de argilas dos horizontes superficiais pelo intemperismo; erosão seletiva das partículas finas dos horizontes superficiais e a sedimentação de materiais grosseiros na superfície

3. Material e Métodos

3.1 Caracterização das Áreas

O estudo foi realizado em diversos ambientes, com condições topográficas semelhantes: Zona da Mata Norte, Município de Timbaúba; Agreste, Municípios de Altinho e Jataúba; e Sertão Pernambucano, Município de Arcoverde.

Os perfis estudados são formados de rochas do Pré-Cambriano (CD), que se destacam pela grande extensão que ocupam no Estado de

Pernambuco, com cerca de 75%, e pela importância que tem na formação da maior parte dos solos de Pernambuco (Jacomine *et al.*, 1973).

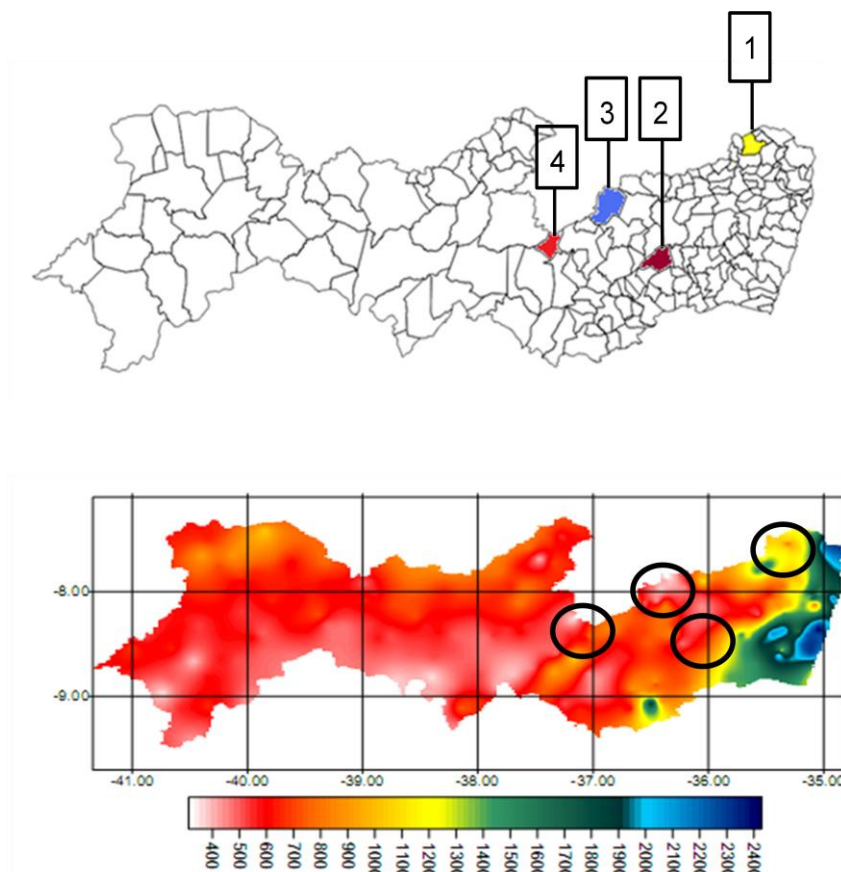


Figura 9 - Total médio anual de precipitação pluviométrica (mm) no Estado de Pernambuco e localização dos perfis estudados (1- Timbaúba; 2- Alinho; 3- Jataúba e 4- Arcoverde) (Araújo Filho *et al.*, 2000).

3.1.1 Timbaúba

O Município de Timbaúba está localizado na mesorregião Mata e na Microrregião Mata Setentrional do Estado de Pernambuco (CPRM, 2005a). Está inserido na grande unidade de paisagem da depressão pré-litorânea (EMBRAPA/ZAPE, 2001). O bioma característico é Caatinga e Mata Atlântica (IBGE, 2007b).

A precipitação pluvial é da ordem de 1.194 mm, com altitude de 190 m e temperatura média anual de 24,6°C (LAMEPE/ITEP).

Os solos da região são constituídos principalmente por Luvisolos, Planossolos e Argissolos Eutróficos e Distróficos. Possui relevo suave

ondulado e ondulado a montanhoso, na maior parte da região. Os solos apresentam em sua maioria, média a alta fertilidade natural. A vegetação predominante da região em estudo é formada por Florestas caducifolia e subcaducifolia (EMBRAPA/ZAPE, 2001).

3.1.2 Altinho

O Município de Altinho está localizado na mesorregião Agreste e na Microrregião de Brejo Pernambucano do Estado de Pernambuco (CPRM, 2005b). Está inserido na grande unidade de paisagem do pediplano central do Planalto da Borborema (EMBRAPA/ZAPE, 2001). Apresenta o bioma Caatinga e Mata Atlântica como característica da paisagem local (IBGE, 2007 b).

As precipitações pluviais são da ordem de 622 mm, com período de chuvas concentrado de março a agosto, sendo os meses mais chuvosos março, maio, junho e julho. A temperatura média anual é de 23,1 °C e altitude de 470 m (LAMEPE/ITEP). Seu clima é semi-árido quente classificado como Bsh's segundo a classificação de Köppen.

A classe dos Planossolos Nátricos, Planossolos Háplicos e Neossolos Litólicos predominam na área de estudo. Apresenta ainda, relevo suave ondulado e plano na maior parte da paisagem (EMBRAPA/ZAPE, 2001). A vegetação é formada por caatinga hiporxerófila, constituída de espécies xerófilas e decíduas (Jacomine, 1973).

3.1.3 Arcoverde

O Município de Arcoverde está localizado na mesorregião Sertão e na Microrregião Sertão do Moxotó do Estado de Pernambuco (CPRM, 2005c). Está inserido na grande unidade de paisagem da encosta setentrional do Planalto da Borborema (EMBRAPA/ZAPE, 2001). Apresenta o bioma caatinga como característica da paisagem local (IBGE, 2007b).

As precipitações pluviais são da ordem de 650 mm, com período de chuvas concentrado de fevereiro a julho, sendo os meses mais chuvosos março e abril. A temperatura média anual é de 22,4 °C e altitude de 689 m (LAMEPE/ITEP).

A classe de Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos e Planossolos predominam na região de estudo. Apresentam relevo plano e suave ondulado na maior parte da área e paisagem composta por vegetação do tipo caatinga hiperxerófila (EMBRAPA/ZAPE, 2001).

3.1.4 Jataúba

O Município de Jataúba está localizado na mesorregião Agreste e na Microrregião Vale do Ipojuca do Estado de Pernambuco. Está inserido na grande unidade de paisagem da encosta setentrional do Planalto da Borborema (EMBRAPA/ZAPE, 2001). Apresenta como bioma característico a caatinga (IBGE, 2007b).

É caracterizada por clima do tipo BShs', segundo a classificação de Köppen, semi-árido de estepe de baixas latitudes, com chuvas de outono-inverno, e um período seco de sete a oito meses.

As precipitações pluviais são da ordem de 510 mm, com período de chuvas concentrado de março a julho, sendo os meses mais chuvosos março, abril e maio. A temperatura média anual é de 22,7 °C e altitude de 600 m (LAMEPE/ITEP).

A região apresenta principalmente solos da classe dos Planossolos Nátricos e Neossolos Litólicos. O relevo típico encontrado na localidade é suave ondulado, ondulado e plano. A paisagem da região é formada principalmente por caatinga hiperxerófila (EMBRAPA/ZAPE, 2001).

3.2 Análises e Descrição Morfológica dos perfis

Os solos para estudo foram selecionados com auxílio do mapa de solos de Pernambuco (EMBRAPA/ZAPE, 2001), e observações de campo (Jacomine *et al.*, 1973b), buscando solos do tipo Planossolo nos Municípios de Timbaúba, Jataúba, Altinho e Arcoverde em condições topográficas semelhantes. Em cada local foi aberta uma trincheira para descrição do perfil de solo e coleta de amostras deformadas e indeformadas, seguindo a metodologia proposta por Santos *et al.* (2005).

Após as coletas, as amostras foram levadas para o galpão de solos do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco

(UFRPE). As amostras deformadas foram destorroadas, secas ao ar e passadas em peneira de 2 mm de abertura, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA). Os solos foram classificados de acordo com Embrapa (2006).

3.2.1 Análises Físicas

As análises físicas foram realizadas no Laboratório de Física e Química da UFRPE, seguindo as determinações da EMBRAPA (1997). As amostras deformadas foram secas ao ar e passadas em peneira de 2 mm de abertura, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA). As frações maiores que 2 mm, cascalho (2-20 mm) e calhaus (20-200 mm) foram colocadas em molho em uma solução de NaOH 1 mol l⁻¹ por 24h, posteriormente lavadas em água corrente, secas e pesadas para quantificação. A granulometria foi realizada pelo método do densímetro, usando hidróxido de sódio (NaOH 1mol l⁻¹) como agente dispersante e agitação lenta (50 rpm) por 16 horas em agitador tipo Wagner, a areia foi quantificada através de peneiramento úmido com peneira de malha de 0,053mm de abertura, a argila quantificada com o densímetro e o silte por diferença entre as frações. Com o mesmo procedimento descrito para a análise granulométrica, excluindo a utilização de hidróxido de sódio, foi realizada a análise de argila dispersa em água, utilizando os dados para calcular a grau de flocculação do solo. A densidade do solo foi realizada pelo método do torrão parafinado e a densidade da partícula pelo método do balão volumétrico, com estes resultados foi calculada a porosidade total do solo.

3.2.2 Análises Químicas

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Química do Solo da UFRPE, conforme metodologia da Embrapa (1997).

As análises consistiram de pH em água e KCl, na proporção de 1:2,5; os cátions trocáveis Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ foram extraídos com KCl 1mol l⁻¹ e quantificados pelo método complexométrico por titulação com EDTA 0,0125 mol l⁻¹ para Ca²⁺ e Mg²⁺, e o Al³⁺ quantificado por titulação com NaOH 0,025 mol l⁻¹; Na⁺ e K⁺ foram extraídos com Mehlich-1 e quantificados por fotômetro de chama. A acidez potencial (Al + H) foi avaliada por extração com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0, titulando com NaOH 0,025 mol l⁻¹.

O carbono orgânico foi verificado pelo método da oxidação da matéria orgânica via úmida, com dicromato de potássio em meio sulfúrico.

No extrato da pasta saturada do solo foi determinada a condutividade elétrica (CE) em condutímetro, o pH e o Na e K foram quantificados por fotômetro de chama.

A partir destes dados foram obtidos os valores da capacidade de troca de cátions (CTC), soma de bases (S), saturação de bases (V%), saturação por alumínio (m%) e percentual de sódio trocável (PST).

3.2.3 Análises Mineralógicas

As análises mineralógicas das frações silte e argila foram realizadas no Laboratório de Mineralogia de Solo da UFRPE. As frações areia grossa e fina foram separadas das frações silte e argila por peneiramento úmido. As frações silte e argila foram separadas entre si por sedimentação segundo a Lei de Stocks.

A composição mineralógica da fração argila sem prévia orientação foi determinada por difratometria de raios X, após pré-tratamentos para remoção de carbonatos, matéria orgânica e óxidos de ferro, utilizando respectivamente acetato de sódio 1 mol L^{-1} a pH 5,0, peróxido de hidrogênio 30% e citrato-ditionito-bicarbonato, respectivamente (Jackson, 1969). Posteriormente, o pó da argila foi montado em suporte de metal, após pressão suave sobre a amostra com papel rugoso, de forma a minimizar a orientação preferencial das partículas. O pó do silte não recebeu nenhum tratamento e seguiu o mesmo procedimento de montagem.

Para identificar e caracterizar a presença de minerais expansíveis na fração argila, foram realizados os tratamentos com saturação por K, Mg e Mg-glicerol, aquecimentos dos tratamentos com K a 350 e 550°C e posteriormente foram analisados por difratometria de raios X, na forma de microagregados orientados (Jackson, 1969).

Os difratogramas foram obtidos no Laboratório de Mineralogia do Solo, empregando-se difratômetro Shimadzu, operando a uma tensão de 40 kv, com corrente de 20 mA, radiação de $\text{CuK}\alpha$, com monocromador de grafite. A amplitude de varredura foi de 5 a 70° (2 θ) e uma velocidade de registro de 2°

$2\theta \text{ min}^{-1}$ para argila e silte. Para as amostras de argila saturadas com K à temperatura ambiente e aquecida a 350°C e a 550°C , a amplitude de varredura foi de 3 a 35° (2θ) e a velocidade de registro de $1,5^{\circ} 2\theta \text{ min}^{-1}$. Nas amostras saturadas com Mg e Mg-Glicerol, a amplitude de varedura foi de 2 a 35° (2θ) e 2 a 15° (2θ), respectivamente, com velocidade de registro de $1,0^{\circ} 2\theta \text{ min}^{-1}$.

Os critérios empregados para interpretação dos difratogramas e na identificação dos minerais constituintes das frações silte e argila foram conforme apresentado por Grim (1968), Jacscon (1975), Dixon & Weed (1977), Brown & Brindley (1980), Whittig & Allardice (1986) e Moore & Reynolds (1989).

A caracterização qualitativa da fração areia grossa e fina teve como base os métodos usuais descritos por Klein & Hurlbut Jr. (1999) e Leins & Campos (1979), que envolvem: homogeneização e quarteamento das amostras; utilização de microtestes físicos (magnetismo) e químicos (adição de HCl 10% para determinação de carbonatos e H_2O_2 10% para determinação de óxido de manganês), e, descrição e caracterização das propriedades físicas dos minerais, como brilho, cor, clivagem, hábito, fratura, etc. realizadas por meio de lupa binocular.

A determinação semi-quantitativa dos percentuais dos constituintes minerais das frações areia grossa e fina baseou-se no método de estimativa visual proposto por Terry e Chilingar (1955). Para avaliar o grau de arredondamento dos grãos foram utilizadas as classes: muito anguloso a anguloso; subanguloso a subarredondado e arredondado a muito arredondado segundo Powers (1953).

4. Resultados e Discussão

4.1 Características Morfológicas e Classificação dos Solos

A caracterização morfológica dos quatro perfis estudados está resumidamente mostrada nas tabelas 1 e 2 e ilustradas pelas figuras 5, 6, 7 e 8. As descrições completas encontram-se nos anexos 1, 2, 3 e 4.

Os solos estudados apresentam características morfológicas que de acordo com a EMBRAPA (2006) são típicas de Planossolos, com transição

abrupta, mostrando uma interface muito nítida entre o horizonte A ou E e o Bt, estrutura prismática nos Planossolos Hápicos (P1 e P2) e estrutura muito grande colunar nos perfis Nátricos (P3 e P4) que sofrem forte influência de Na^+ trocável, dispersando as partículas de argila, originando essas estruturas no horizonte Btn. Esses tipos de estrutura normalmente estão relacionados com presença de argilas de atividade alta, as quais apresentam expansão e contração mais acentuadas por efeito dos ciclos de umedecimento e secagem do solo (Capeche, 2008).

O horizonte A possui estrutura maciça moderadamente coesa (P1, P2 e P4) ou estrutura moderada a pequena granular e em blocos subangulares (P3), com textura franco-arenosa, possuindo coloração variando de bruno a bruno-amarelada.

O resultado das alterações das condições climáticas, em função do gradiente climático, dos perfis estudados, é observado através da variação da espessura dos horizontes A e E, tendendo sempre, a sofrer redução na espessura dos horizontes, em condições mais secas.

O perfil de Timbaúba (P1) que está localizado na Zona da Mata Norte do Estado de Pernambuco, apresenta os horizontes A e E com as maiores profundidades, respectivamente 27 cm e 12 cm. Em função principalmente das maiores precipitações pluviométricas da região (1.194 mm), e conseqüentemente, da atuação mais intensa dos processos pedogenéticos.

Os perfis de Altinho (P2) e Arcoverde (P3) estão localizados em uma região mais seca que Timbaúba (P1), apresentando precipitações pluviométricas na ordem de 622 mm e 650 mm, respectivamente. Estes perfis possuem horizonte A com espessura semelhante, em torno de 20 cm, contudo divergem quanto à espessura do horizonte E, apresentando 6 cm em Altinho e em Arcoverde apenas 2 cm.

O perfil de Jataúba (P4) está localizado em uma região que possui as condições climáticas mais áridas, em comparação com os demais perfis, apresentando precipitações pluviométricas na ordem de 510 mm. Neste perfil, o horizonte A se apresenta pouco desenvolvido, com apenas 15 cm de espessura e ausência de horizonte E, resultado da menor atuação dos

processos pedogenéticos, em virtude das baixas precipitações pluviométricas da região.

Os solos destes perfis são pouco profundos com *solum* apresentando espessura entre 55 a 75 cm. As raízes são mais abundantes nos horizontes A, são comuns no E, poucas (P1 e P2) a raras (P3 e P4) no Bt e raras no BC (P2 e P3).

O horizonte E dos perfis de Arcoverde e Jataúba (anexo 4 e 5 e tabela 2) são predominantemente quartzosos, possuem apenas 2 cm de espessura, com coloração acinzentada, penetrando entre as unidades estruturais do Bt, podendo chegar a 26 cm de profundidade em Arcoverde. A penetração de raízes e matéria orgânica pode estar facilitando a intemperização do horizonte BC e da camada Cr nos perfis que apresentam estas características. A coloração acinzentada do horizonte E é um indicativo da ação do processo de ferrólise que segundo Berg *et al.* (1987) resulta na formação de horizontes descorados, que com o tempo podem empobrecer em argilas.

O horizonte Bt de todos os perfis possui baixa permeabilidade, que em período chuvoso é responsável pela formação de lençol de água suspenso, formando ciclos de umedecimento e secagem em função da elevada evapotranspiração. A continuidade destes ciclos, leva ao surgimento de mosqueados (P1 e P2). Este comportamento epiáquico possibilita a ação da erosão seletiva de partículas menores, bem como o processo de ferrólise no horizonte E, que destrói os argilominerais e ajuda na formação de gradiente textural, como tem sido relatado por Berg *et al.*, 1987 e Fanning & Fanning, 1989, típico dos Planossolos. O horizonte E apresenta cores que vão de bruno a bruno-claro-acinzentado, típico de horizontes que sofreram ferrólise (Berg *et al.*, 1987).

As estruturas do horizonte Btn dos perfis estudados, sofrem claras mudanças com a alteração das condições climáticas e do teor de sódio trocável.

O perfil de Timbaúba (P1) está localizado em uma condição climática mais úmida, com precipitação pluviométrica anual na ordem de 1.194 mm, resultado em condições químicas, físicas e morfológicas distintas dos demais perfis. No horizonte Btn deste perfil, ocorre a presença de estruturas moderada,

grande prismática, que está relacionado com as maiores precipitações e menor teor de sódio trocável, com PST de apenas 2 % (tabela 4).

Em Altinho, apesar de possuir precipitação pluviométrica anual de 622 mm, um pouco inferior a Arcoverde (P3) que possui 650 mm, apresenta PST de 9%, inferior a PST (11%) do perfil de Arcoverde, possibilitando a formação no horizonte Btn de estruturas moderada, média a muito grande prismática, com superfícies de compressão. Estas estruturas são diferentes das encontradas no perfil de Timbaúba (P1), principalmente devido a modificação nas condições climáticas e no teor de sódio trocável, verificando-se em Altinho (P2), a tendência de formação de estruturas prismáticas maiores e com alta atividade de argila.

O perfil de Arcoverde (P3) diferentemente de Timbaúba (P1) e Altinho (P2), possui caráter Natrico em função da elevada PST (tabela 4), e precipitação pluviométrica média de 650 mm, apresentando no horizonte Btn estruturas moderada, forte e muito grande colunar, que são mais desenvolvidas e totalmente diferentes das estruturas dos perfis de Timbaúba (P1) e Altinho (P2).

A influência da alteração das condições climáticas e do teor de sódio trocável, na formação das estruturas do horizonte Btn, é claramente observada quando comparamos todos os perfis com o perfil de Jataúba (P4), que está localizado na região mais seca de todos os perfis estudados, apresentando precipitação pluviométrica média anual de 510 mm, que somado ao elevado teor de sódio trocável, com PST de 27%, possibilita o desenvolvimento no horizonte Btnz de estruturas que chegam a ser muito grande colunar e muito grande em blocos angulares.

Os perfis estudados, morfologicamente, apresentam feições indicadoras de influência de material transportado nos horizontes superficiais, mesmo de curta distância, pois em todos os perfis foram encontrados fragmentos de rocha, algumas vezes desarestados (P3) na transição entre os horizontes E e Btn (figura 29 no anexo 3). Alguns destes fragmentos penetram nas fendas entre as estruturas colunares do horizonte Btn em Arcoverde e Jataúba (figura 28 no anexo). Contudo, como destacado por Michelon *et al.* (2010) a comprovação de transporte de material a curta distância é difícil, pois estes

materiais tendem a ser semelhantes aos encontrados no local. Além disso, os processos de intemperismo e pedogênese podem nivelar as diferenças que permitem o reconhecimento de diferentes materiais.

Os argilominerais do tipo 2:1 são os principais responsáveis por características morfológicas, químicas e físicas importantes imprimidas ao solo, em consequência de sua elevada área superficial específica, capacidade de expansão, adesão, coesão, plasticidade e friabilidade (Azevedo e Vidal-Torrado, 2009), que são bem observadas nos Planossolos estudados conforme descrição morfológica (tabela 1), apenas expressando maior ou menor intensidade, principalmente, devido à influência do clima.

Tabela 1. Atributos Morfológicos dos Planossolos coletados nos Municípios de Timbaúba e Altinho.

| Hor. | Prof. (cm) | Cor | | | Estrutura | Consistência | Transição |
|--|---------------|----------|----------|-----------|---|---|--------------------|
| | | Úmida | Seca | Mosq. | | | |
| PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico (P1 – Timbaúba) | | | | | | | |
| Ap | 0 – 27 | 10YR 3/3 | 10YR 4/3 | | Maciça moderadamente coesa; muito dura | Friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa | Clara e plana |
| E | 27 – 39 | 10YR 5/3 | 10YR 6/3 | | Maciça moderadamente coesa; muito dura | Friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; | Abrupta e ondulada |
| Btn | 39 – 60 | 10YR 4/2 | | 2,5YR 4/6 | Moderada, grande prismática; extremamente dura | Muito firme, plástica e pegajosa | Abrupta e ondulada |
| R | 60 cm+ | | | | | | |
| PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico (P2 – Altinho) | | | | | | | |
| Ap | 0-19 | 10YR 4/3 | 10YR 5/3 | | Maciça, moderadamente coesa; muito dura e extremamente dura | Firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa | Clara e plana |
| E | 19-25 | 10YR 4/2 | 10YR 5/3 | | Pequena e média, blocos subangulares; muito dura | Friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa | Abrupta e plana |
| Btn | 25-55 | 10YR 4/3 | | 7,5YR 4/4 | Moderada, média a muito grande primática; superfície de compressão moderada e comum | Extremamente dura, muito firme, plástica e pegajosa | Gradual e plana |
| BCn | 55-75 | 10YR 5/3 | | | Extremamente dura, extremamente firme | Ligeiramente plástica e ligeiramente Pegajosa | Clara e ondulada |
| Cr | 75-95+ | | | | | | |

Tabela 2. Atributos Morfológicos dos Planossolos coletados nos Municípios de Arcoverde e Jataúba.

| Hor. | Prof. (cm) | Cor | | | Estrutura | Consistência | Transição |
|--|---------------|----------|----------|-------|---|--|---------------------|
| | | Úmida | Seca | Mosq. | | | |
| PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico (P3 – Arcoverde) | | | | | | | |
| A | 0-20 | 10YR 4/3 | 10YR 5/3 | | Moderada, muito pequena e pequena granular e blocos subangulares | Ligeiramente dura e dura, friável, não plástica e ligeiramente pegajosa | Abrupta e plana |
| E | 20-22 | 10YR 5/2 | 10YR 7/2 | | Maciça pouco coesa | Dura, friável, não plástica e não pegajosa | Abrupta e irregular |
| Btn | 22-48 | 10YR 5/3 | | | Moderada a forte, grande e muito grande colunar | Extremamente dura, extremamente firme, plástica e pegajosa | Clara e plana |
| BCn | 48-66 | 10YR 6/3 | | | Maciça, coesa | Extremamente dura, extremamente firme, plástica e pegajosa | Gradual e plana |
| Cr | 66-88+ | | | | | | |
| PLANOSSOLO NÁTRICO Sáfico típico (P4 – Jataúba) | | | | | | | |
| A | 0-15 | 10YR 5/4 | 10YR 6/3 | | Maciça moderadamente coesa | Muito dura, firme, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa | Abrupta e ondulada |
| Btnz1 | 15-35 | 10YR 4/3 | | | Forte, muito grande colunar, composta de fraca a moderada, grande, muito grande, blocos angulares | Extremamente dura, extremamente firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa | Clara e plana |
| Btnz2 | 35-55 | 10YR 6/3 | | | Forte, muito grande colunar, composta de moderada, grande a muito grande blocos angulares | Extremamente dura, extremamente firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa | Clara e plana |
| Cr1 | 55-90 | | | | | | Clara e ondulada |
| Cr2 | 90-120 + | | | | | | |

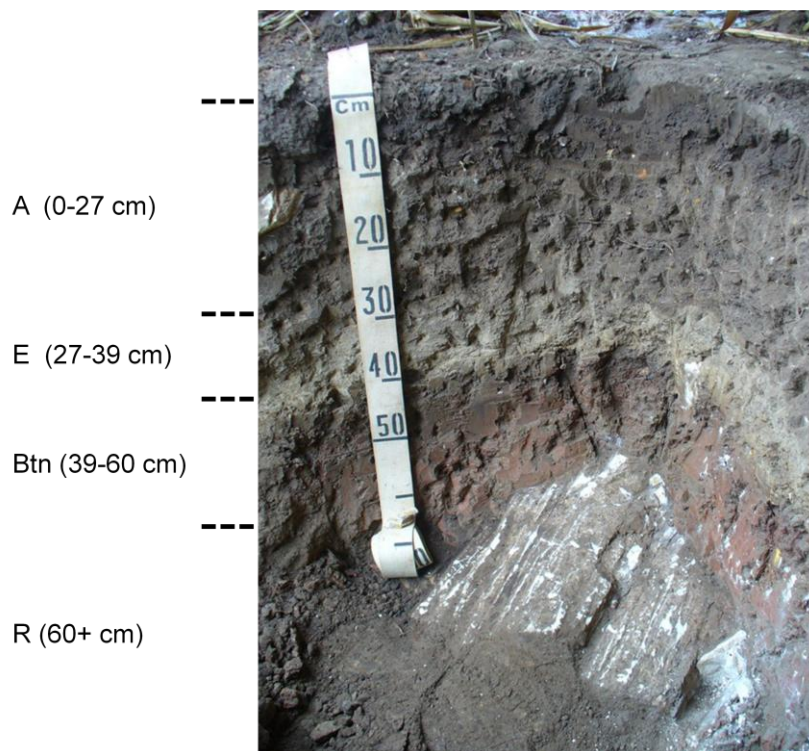


Figura 5 – Distribuição e classificação dos horizontes e camadas do PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico em Timbaúba (P1).

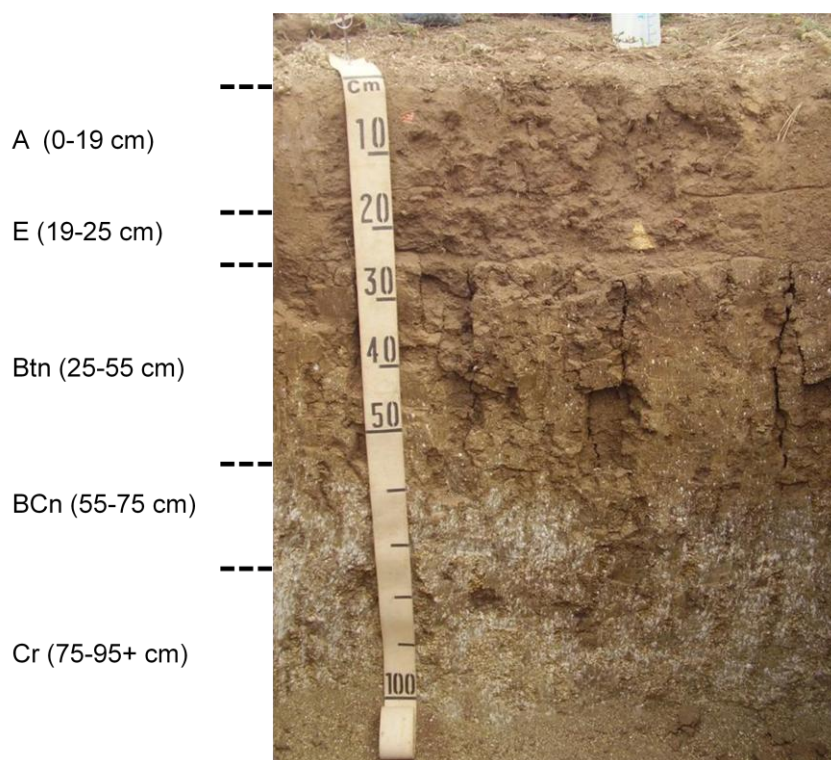


Figura 6 – Distribuição e classificação dos horizontes e camadas do PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico em Altinho (P2).

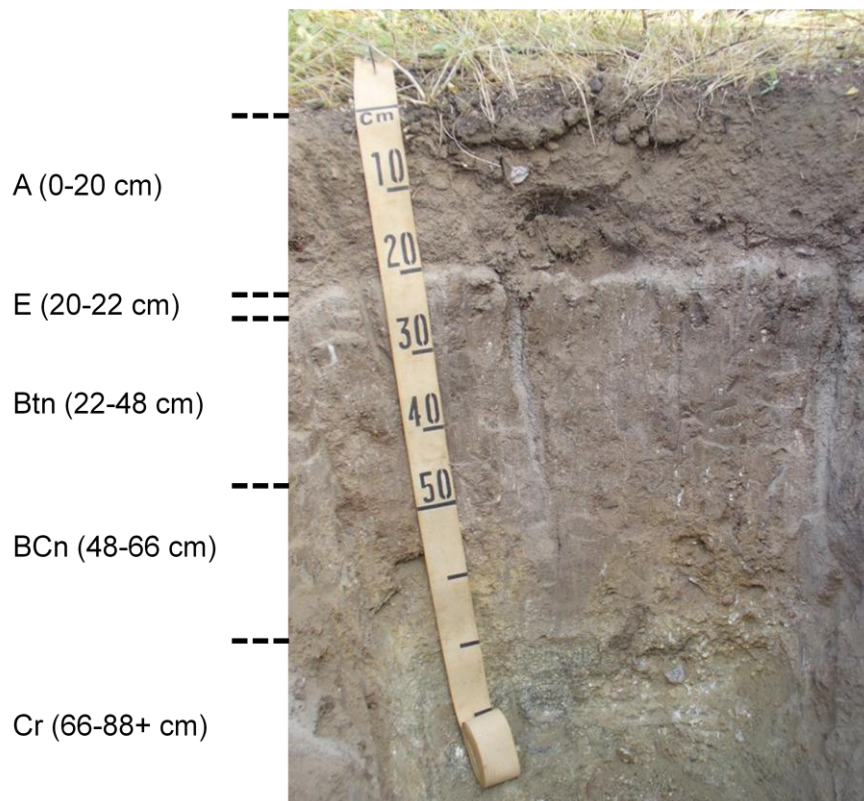


Figura 7 – Distribuição e classificação dos horizontes e camadas do PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico em Arcoverde (P3).

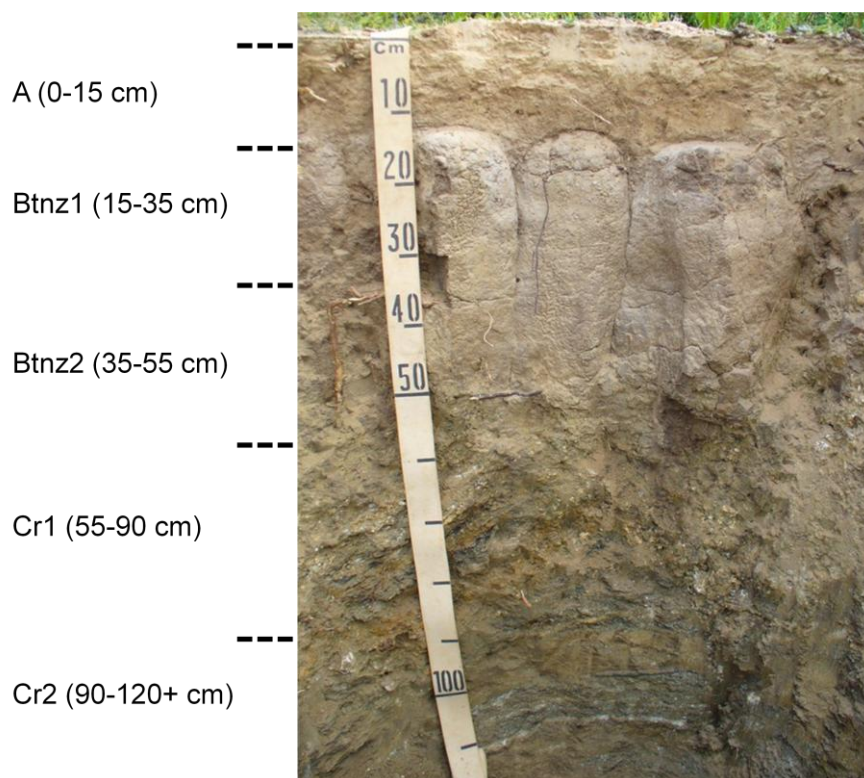


Figura 8 – Distribuição e classificação dos horizontes e camadas do PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico salino em Jataúba (P4).

4.2 Caracterização Física

O contraste textural observado no campo, durante as descrições morfológicas dos solos (tabela 1 e 2), foi confirmado pelas análises granulométricas e através do IDTh, mostrando a presença de mudança textural abrupta, entre os horizontes A ou E para o horizonte Btn, onde Timbaúba (P1) e Arcoverde (P3) apresentaram relação textural acima de 3,0 entre o horizonte Btn e o horizonte com menor teor de argila, e Altinho (P2) e Jataúba (P3) com relação textural de 2,0.

O perfil de Timbaúba (P1) e Altinho (P2) possuem horizonte A de textura média e horizonte Btn de textura argilosa, com presença de 1%, 1% e 4% de cascalho nos horizontes A, E e Btn do perfil de Timbaúba (P1) e no perfil de Altinho (P2) com 6%, 7%, 2% e 6% nos horizontes A, E, Btn e BCn, respectivamente, demonstrando possibilidade de deposição de material mais grosseiro nos horizontes superficiais ou a presença de material de origem com partes mais resistentes ao intemperismo.

O elevado teor de argila no horizonte Btn do perfil de Timbaúba (P1), pode ser decorrente do menor déficit hídrico da região, possibilitando maior atuação dos processos pedogenéticos de formação dos solos. No geral as características físicas do perfil de Timbaúba (P1) se diferenciam dos demais perfis, por apresentar a maior quantidade de argila no horizonte Bt e silte nos horizontes A e E, associado a elevada e porosidade total.

Em Arcoverde (P3) e Jataúba (P4) os horizontes A e Btn possuem textura média, apresentando bem mais cascalho que os outros dois perfis, Arcoverde (P3) possui 22%, 17%, 6% e 18%, de cascalho nos horizontes A, E, Btn e BCn, respectivamente, já Jataúba (P4) com 12%, 4% e 2% nos horizontes A, Btnz1 e Btnz2, reforçando a idéia de descontinuidade litológica entre os horizontes.

Em todos os perfis os valores da relação silte/argila são mais altos nos horizontes superficiais devido, provavelmente à perda de argila na superfície, por eluviação ou dissolução segundo Silva *et al.* (2002).

Tabela 3. Análise física de quatro Planossolos em diferentes condições geoambientais no Estado de Pernambuco.

| -- Horizontes -- | | Cascalho | TFSA < 2 mm | ----- Granulometria ----- | | | | | ADA ⁴ | GF ⁵ | Silte/ Argila | AF/AT ⁶ | VU ⁷ | IDTh ⁸ | -- Densidade -- | | Porosidade |
|--|-------|---------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|-------|---------|------------------|----------------------------|------------------|--------------------|-----------------|-------------------|-----------------|------|------------|
| Símbolos | Prof. | | | AT ¹ | AG ² | AF ³ | Silte | Argila | | | | | | | Partícula | Solo | |
| -- cm -- | | ----- % ----- | ----- g kg ⁻¹ ----- | | | | | -- % -- | | --- g cm ⁻³ --- | | -- % -- | | | | | |
| PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico (P1 – Timbaúba) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ap | 0-27 | 1 | 99 | 608 | 225 | 383 | 203 | 189 | 110 | 42 | 1,08 | 0,63 | 0,12 | 1,12 | 2,70 | 1,53 | 43 |
| E | 27-39 | 1 | 99 | 619 | 250 | 369 | 212 | 169 | 90 | 47 | 1,26 | 0,60 | 0,27 | 1,00 | 2,77 | 1,77 | 36 |
| Btn | 39-60 | 4 | 96 | 298 | 152 | 146 | 133 | 569 | 270 | 53 | 0,23 | 0,49 | - | 3,37 | 2,60 | 1,98 | 24 |
| PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico (P2 – Altinho) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 0-19 | 6 | 94 | 638 | 344 | 294 | 174 | 189 | 130 | 31 | 0,92 | 0,46 | 0,21 | 1,00 | 2,89 | 1,78 | 38 |
| E | 19-25 | 7 | 93 | 645 | 360 | 285 | 119 | 236 | 130 | 45 | 0,50 | 0,44 | 0,08 | 1,25 | 2,71 | - | - |
| Btn | 25-55 | 2 | 98 | 392 | 260 | 132 | 139 | 469 | 410 | 13 | 0,30 | 0,34 | 0,24 | 2,48 | 2,59 | 1,81 | 30 |
| BCn | 55-75 | 6 | 94 | 576 | 376 | 200 | 116 | 309 | 250 | 19 | 0,37 | 0,35 | - | 1,64 | 2,77 | 1,96 | 29 |
| PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico (P3 – Arcoverde) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 0-20 | 22 | 78 | 750 | 577 | 173 | 102 | 149 | 70 | 53 | 0,68 | 0,23 | 0,62 | 1,37 | 2,74 | 2,02 | 27 |
| E | 20-22 | 17 | 83 | 815 | 689 | 126 | 77 | 109 | 50 | 54 | 0,70 | 0,15 | -0,50 | 1,00 | 2,66 | 1,73 | 35 |
| Btn | 22-48 | 6 | 94 | 525 | 423 | 101 | 147 | 329 | 270 | 18 | 0,45 | 0,19 | -0,27 | 3,02 | 2,73 | 1,92 | 30 |
| BCn | 48-66 | 18 | 82 | 491 | 361 | 130 | 160 | 349 | 290 | 17 | 0,46 | 0,26 | | 3,21 | 2,65 | 1,92 | 27 |
| PLANOSSOLO NÁTRICO Sáfico típico (P4 – Jataúba) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 0-15 | 12 | 88 | 648 | 198 | 451 | 203 | 149 | 90 | 40 | 1,36 | 0,70 | 2,26 | 1,00 | 2,77 | 1,92 | 31 |
| Btnz1 | 15-55 | 4 | 96 | 557 | 343 | 214 | 134 | 309 | 250 | 19 | 0,44 | 0,38 | -0,39 | 2,08 | 2,73 | 1,94 | 29 |
| Btnz2 | 15-55 | 2 | 98 | 542 | 266 | 276 | 170 | 289 | 250 | 13 | 0,59 | 0,51 | - | 1,94 | 2,70 | 1,93 | 28 |

¹ Areia total; ² Areia grossa; ³ Areia fina; ⁴ Argila dispersa em água; ⁵ Grau de floculação; ⁶ relação areia fina/total; ⁷ valor de uniformidade; ⁸ razão entre o teor de argila de um horizonte qualquer e o teor do horizonte com menor teor

O grau de flocculação nos solos, tende a diminuir com a redução das precipitações pluviométricas da região e com o aumento dos teores de sódio no complexo de troca dos solos (tabela 3), associado à presença de minerais do tipo 2:1. Desta forma, verifica-se o maior grau de flocculação do horizonte Btn entre os perfis, no perfil de Timbaúba (P1), resultado das maiores precipitações e do reduzido teor de sódio no complexo de troca do solo (tabela 3 e 4).

A densidade do solo confirma o maior adensamento do horizonte Btn dos perfis estudados, que reflete em menor porosidade total do solo, deficiência de drenagem, dificuldade para aeração e como consequência menor desenvolvimento radicular das plantas (Reichardt & Timm, 2004; Galindo *et al.*, 2008).

Segundo Bortoluzzi *et al.* (2008), quando o valor de uniformidade for superior a 0,6, ele já oferece indícios de descontinuidade litológica, caso contrário, indica que o perfil de solo foi desenvolvido a partir do mesmo material de origem. Seguindo este critério, descarta-se a possibilidade de descontinuidade litológica nos perfis de Timbaúba (P1) e Altinho (P3), com VU abaixo de 0,30, que somado os dados da relação areia fina/areia total (AF/AT) entre os horizontes, com variação de apenas 0,14 e 0,12, respectivamente, confirma a continuidade litológica, semelhante ao observado por Almeida *et al.* (1997), Mafra *et al.* (2001) e Bortoluzzi *et al.* (2008). Diferentemente dos perfis de Arcoverde (P3) e Jataúba (P4) que possuem VU de 0,62 e 2,26, e relação areia fina/areia total (AF/AT) com amplitude de 0,04 e 0,32, respectivamente, evidenciando a possibilidade de descontinuidade litológica, principalmente no perfil de Jataúba (P4).

Verifica-se elevado potencial erosivo dos solos, devido ao acúmulo de argila no Btn que dificulta a drenagem da água; a presença de sódio trocável dispersando as argilas; o relevo suave ondulado (exceto Arcoverde (P4)) e a elevada quantidade de silte nos horizontes superficiais, que possui pouca capacidade de agregação. Tornando-se necessário a utilização de práticas conservacionistas no manejo agrícola destes solos, para evitar perda de solo e da fertilidade natural. Contudo, o potencial erosivo do perfil de Jataúba (P4), merece mais atenção que os demais, pois o horizonte A possui a menor

profundidade, alcançando apenas 15 cm, podendo ser facilmente perdido por erosão superficial.

4.3 Caracterização Química

Os horizontes do perfil de Timbaúba (P1) apresentam reação ácida, com valor de pH a baixo de 6,0, devido as maiores precipitações pluviométricas desta região (1.194 mm). Os teores de Ca^{2+} são superiores aos valores de Mg^{2+} apenas no horizonte A, nos demais horizontes o teor de Mg^{2+} supera o de Ca^{2+} , chegando a ser $2,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ a mais de Mg^{2+} no horizonte Btn. Os maiores teores de Ca^{2+} , K^+ e P em superfície é decorrente da utilização de adubação e correção do pH do solo nesta área, que é cultivada com cana-de-açúcar.

A elevada quantidade de cátions trocáveis, principalmente de Ca^{2+} e Mg^{2+} , no perfil de Timbaúba (P1) formam uma CTC de $9,4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ no horizonte A, $6,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ no horizonte E e $17,8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ no horizonte Btn, conferindo alta saturação por bases e caráter eutrófico, apesar de ser a menor CTC entre os perfis estudados, possivelmente devido ao clima mais úmido que permite maior lixiviação de cátions do solo.

O perfil de Altinho (P2) apresenta uma reação moderadamente ácida no horizonte A, com pH de 5,9 que tende a neutralidade nos horizontes mais profundos. Os teores de Ca^{2+} são inferiores aos de Mg^{2+} nos horizontes E, Btn e BCn, nos horizontes Btn e BCn o teor de Mg^{2+} chega a ser 2,2 vezes maior que o de Ca^+ . Este horizonte possui a maior fertilidade natural entre os perfis estudados, com soma de bases de $25,4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ no horizonte BCn.

No perfil de Arcoverde (P3) observa-se o maior valor de pH em água, em relação aos demais perfis, que decresce em profundidade, indo de 7,8 no horizonte A para 7,1 no horizonte BCn, mostrando uma reação alcalina em todos os horizontes. Este perfil também apresentou maior teor Ca^{2+} no horizonte A, com valor de $4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, que é 2,7 vezes maior que o teor de Mg^{2+} , nos outros horizontes (E, Btn e BCn) os teores de Mg^{2+} superam os teores de Ca, principalmente no horizonte BCn, onde demonstrou a maior diferença, em torno de 1,2 vezes a mais de Mg^{2+} que Ca^{2+} . A CTC do perfil de

Arcoverde (P3) varia de 6,0 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ no horizonte A a 19,5 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ no horizonte BCn. Os cátions Ca^{2+} , Mg^{2+} e Na^+ são os principais responsáveis pela elevada CTC e S (soma de bases) representando cerca de cerca de 96% e 94% da CTC dos horizontes Btn e BCn, respectivamente.

O perfil de Arcoverde (P3), possivelmente sofreu influência antrópica, em decorrência dos elevados teores de Ca^{2+} e P que bruscamente são reduzidos nos horizontes subjacentes, assim como a presença de estrutura granular no horizonte A, verificada na descrição morfológica (tabela 2), diferente dos demais perfis, havendo possibilidade de deposição de material orgânico nesta área.

O perfil de Jataúba (P4) apresenta pH moderadamente ácido que tende a aumentar (6,1) no horizonte mais profundo (Btnz2). O teor de Ca^{2+} é mais elevado que o de Mg^{2+} nos horizontes A e Btnz1, invertendo a relação no horizonte Btnz2. A soma dos cátions trocáveis Ca^{2+} , Mg^{2+} e Na^+ representam cerca de 89,6 %, 95% e 98,6% da CTC do perfil, resultando em um solo eutrófico. Este perfil também caracteriza-se por apresentar elevado teor de sódio trocável, com PST variando de 14% a 30%, conferindo ao solo o caráter nátrico.

Os perfis estudados se encontram em condições climáticas diferentes, verificando-se que com a redução da precipitação pluviométrica das regiões, a quantidade de água disponível não é suficiente para lixiviar cátion presentes no solo, conforme observado (tabela 4), havendo um aumento no teor de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ e K^+ e conseqüentemente, redução dos teores de Al^{3+} e H+Al nos perfis de Altinho (P2), Arcoverde (P3) e Jataúba (P4).

Os solos estudados são todos eutróficos com contribuição expressiva de Ca^{2+} e Mg^{2+} em todos os perfis. Contudo, vale salientar que nos horizontes subsuperficiais o Na^+ tem grande influência na saturação por bases, entretanto, com menor intensidade no perfil de Timbaúba, que também possui a menor saturação por bases (V%). Em alguns Planossolos estudados por Galindo *et al.* (2008) também foi observado alta saturação por bases, com predominância de Ca^{2+} e Mg^{2+} nos horizontes superficiais, e Mg^{2+} e Na^+ em subsuperfície.

Os teores de Mg^{2+} nos horizontes mais profundos da maioria dos perfis foram superiores ao de Ca^{2+} , o que juntamente com a ação do Na^+ pode

favorecer a dispersão de argila, que pode migrar para horizontes mais profundos, ajudando na formação do gradiente textural e no desenvolvimento das estruturas colunares e prismáticas, ou ser perdida através de erosão no perfil. Estes teores mais elevados de Mg^{2+} podem ser explicados pela alteração de minerais, que possuem o Mg^{2+} ocupando os sítios octaedrais, a exemplo da, esmectita, vermiculita, biotita e illita (Campos *et al.*, 1998). Contudo, possivelmente, esta grande quantidade de Mg^{2+} tem como origem a alteração de minerais primários como anfibólios e mica encontrados em grande quantidade na fração areia fina e grossa dos perfis de Altinho (P2), Arcoverde (P3), Jataúba (P4) e em menor quantidade em Timbaúba (P1). É comum encontrar solos do semi-árido Nordestino com elevados teores de Mg^{2+} , conforme observado nos boletins de análises apresentados por Jacomine *et al.* (1973a; 1973b; 1975a; 1975b; 1977).

Os teores de carbono orgânico foram iguais no horizonte A dos perfis de Altinho (P2) e Arcoverde (P3), e com valor bem inferior no perfil de Jataúba, podendo indicar um ambiente mais degradado. Estes resultados são semelhantes aos encontrados em Planossolos estudados em condições climáticas semelhantes por Oliveira *et al.* (2009) e Galindo *et al.* (2008).

O elevado teor de sódio nos perfis é originado do intemperismo de feldspatos, que foram encontrados em grande quantidade nas frações areia fina e grossa, principalmente nos horizontes subsuperficiais e identificados na fração silte por DRX, representando toda a série dos feldspatos, onde está presente a série dos plagioclásios calco-sódicos, que associado às condições semi áridas e à deficiência na drenagem favorece a manutenção de teores elevados de sódio, segundo Mota & Oliveira (1999). O efeito do sódio é mais pronunciado nos perfis das regiões de maior semi-aridez, Arcoverde e Jataúba, conferindo-lhes o caráter nátrico (PST, acima de 15%).

A condutividade elétrica (C.E) do extrato da pasta saturada e o teor de sódio solúvel nos perfis estudados mostraram baixos valores nos horizontes superficiais (A e/ou E), mas sempre tentando a aumentos em profundidade, este acréscimo é mais pronunciado quando aumenta a aridez da região, observando-se os maiores valores no perfil de Jataúba (P4) que apresenta as menores precipitações (550 mm), com C.E de 9,3 e 10,1 $dS\ m^{-1}$ nos horizontes

Btnz1 e Btnz2, respectivamente, conferindo ao solo o caráter sálico no terceiro nível categórico no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Tabela 4. Análise química de quatro Planossolos em diferentes condições geoambientais no Estado de Pernambuco.

| Horizontes | pH (1:2,5) | ----- Complexo Sortivo ----- | | | | | | | | | | Valor V | m | PST | C org. | P | ----- Pasta Saturada ----- | | | |
|--|------------|------------------------------|------------------|--|----------------|---------|------------------|------|-----|-----|------|---------------|---|----------------------|---------------------|--------------------------------------|----------------------------|--|------|-----|
| | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Valor S | Al ³⁺ | H+Al | CTC | pH | C. E | | | | | | Na ⁺ | K ⁺ | | |
| Símbolos | Prof. | Água | KCl | ----- cmol _c kg ⁻¹ ----- | | | | | | | | ----- % ----- | | dag kg ⁻¹ | mg kg ⁻¹ | dS m ⁻¹ 25 ^o C | | -- cmol _c kg ⁻¹ -- | | |
| PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico (P1 – Timbaúba) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ap | 0-27 | 5,9 | 4,6 | 3,5 | 2,6 | 0,2 | 0,3 | 6,6 | 0,1 | 3,0 | 9,6 | 68 | 2 | 2 | 1,0 | 0,8 | 6,9 | 0,5 | 0,1 | 0,0 |
| E | 27-39 | 5,6 | 4,1 | 1,8 | 2,1 | 0,1 | 0,1 | 4,1 | 0,4 | 2,0 | 6,0 | 67 | 9 | 2 | 0,8 | 0,5 | 7,1 | 0,4 | 0,1 | 0,0 |
| Btn | 39-60 | 5,6 | 4,0 | 5,6 | 8,1 | 1,2 | 0,1 | 15,0 | 0,6 | 2,9 | 17,9 | 84 | 4 | 7 | 0,4 | 0,0 | 6,9 | 0,4 | 0,2 | 0,0 |
| PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico (P2 – Altinho) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 0-19 | 5,9 | 4,6 | 3,6 | 3,3 | 0,2 | 0,2 | 7,3 | 0,3 | 2,6 | 9,8 | 73 | 4 | 2 | 1,2 | 0,1 | 5,9 | 0,4 | 0,2 | 0,0 |
| E | 19-25 | 6,1 | 4,2 | 3,2 | 4,7 | 0,8 | 0,1 | 8,8 | 0,5 | 2,9 | 11,6 | 75 | 5 | 7 | 0,7 | 0,0 | 7,5 | 0,3 | 0,3 | 0,0 |
| Btn | 25-55 | 6,2 | 4,1 | 6,8 | 15,2 | 2,3 | 0,1 | 24,4 | 0,4 | 2,1 | 26,5 | 92 | 2 | 9 | 0,7 | 0,0 | 7,1 | 0,5 | 0,4 | 0,0 |
| BCn | 55-75 | 6,7 | 4,8 | 6,8 | 15,2 | 3,4 | 0,1 | 25,5 | 0,2 | 0,8 | 26,3 | 97 | 1 | 13 | 0,3 | 2,2 | 7,1 | 1,7 | 1,2 | 0,0 |
| PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico (P3 – Arcoverde) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 0-20 | 7,8 | 6,9 | 4,0 | 1,5 | 0,1 | 0,5 | 6,1 | 0,0 | 0,1 | 6,2 | 99 | 1 | 1 | 1,2 | 5,4 | 7,7 | 0,4 | 0,2 | 0,1 |
| E | 20-22 | 7,7 | 6,1 | 1,2 | 1,6 | 0,2 | 0,2 | 3,2 | 0,0 | 0,2 | 3,4 | 95 | 5 | 5 | 0,7 | 1,1 | - | - | - | - |
| Btn | 22-48 | 7,2 | 5,6 | 6,0 | 6,8 | 1,7 | 0,2 | 14,7 | 0,0 | 0,1 | 14,8 | 99 | 1 | 12 | 0,5 | 0,3 | 7,7 | 0,6 | 0,5 | 0,1 |
| BCn | 48-66 | 7,1 | 5,5 | 7,1 | 8,8 | 2,9 | 0,1 | 18,9 | 0,0 | 0,1 | 19,0 | 99 | 1 | 16 | 0,4 | 4,0 | 7,5 | 1,3 | 1,2 | 0,1 |
| PLANOSSOLO NÁTRICO Sálco típico (P4 – Jataúba) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 0-15 | 5,6 | 5,9 | 2,6 | 1,8 | 0,8 | 0,1 | 5,3 | 0,1 | 0,5 | 5,8 | 91 | 9 | 14 | 0,6 | 0,7 | 6,8 | 0,8 | 0,7 | 0,1 |
| Btnz1 | 15-55 | 5,1 | 5,1 | 6,5 | 5,9 | 4,9 | 0,0 | 17,3 | 0,1 | 0,9 | 18,2 | 95 | 5 | 27 | 0,5 | 0,1 | 7,3 | 9,3 | 7,8 | 0,0 |
| Btnz2 | 15-55 | 6,1 | 6,3 | 6,6 | 8,3 | 6,6 | 0,1 | 21,6 | 0,0 | 0,2 | 21,8 | 99 | 1 | 30 | 0,3 | 0,8 | 7,5 | 10,1 | 10,1 | 0,0 |

4.4 Mineralogia das frações areia grossa e fina

A mineralogia das frações areia grossa e fina dos perfis é descrita a seguir e representada nas figuras 9, 10, 11 e 12. A descrição mais detalhada pode ser observada nos anexos 1, 2, 3 e 4.

Perfil de Timbaúba (P1)

Fração Areia Grossa

A fração areia grossa é essencialmente quartzosa (96 a 99%) (figura 9 e anexo 1), outros minerais (feldspatos, biotita, anfibólios e minerais opacos, epidotos) representam menos de 1% da fração. Os fragmentos de rocha somam 1% apenas no horizonte A, basicamente é composto por \pm quartzo, \pm feldspatos, \pm biotita, \pm anfibólios, \pm epidotos e \pm minerais opacos. No horizonte A ocorre alguns grãos de muscovita e sillimanita, que não são observados nos fragmentos de rocha de nenhum horizonte do perfil.

A mineralogia da areia deste perfil revela intensa intemperização, a que este solo foi submetida, com grande alteração dos minerais facilmente intemperizáveis, restando somente expressiva quantidade de quartzo.

Os grãos de quartzo apresentam no horizonte A forma subangulosos a subarredondados, no E ocorrem os grãos angulosos e no horizonte Btn os angulosos a muito angulosos com raros grãos subarredondados a arredondados. Esta característica sugere transporte de material acima do horizonte Btn (Zarauza *et al.*, 1977; Suguio, 2003), que somado a presença de muscovida e sillimanita somente no horizonte A, confirma a influencia de material transportado.

A presença de alguns grãos subarredondados a arredondados no horizonte Bt, tem como origem a migração das camadas superiores por mecanismos de bioturbação.

Os feldspatos, a biotita, e os anfibólios mostram nítidos sinais de alteração.

Fração Areia Fina

Esta fração é constituída, essencialmente por quartzo (97% a 99%) (figura 9 e anexo 1). São observados ainda, em percentagem inferior a 1% feldspatos, biotita, anfibólios, epidotos, zircão, agregados argilosos, ferrosos, manganosos e transições entre eles, minerais opacos e fragmentos orgânicos. O horizonte Btn foi o único a apresentar traços de titanita, não descrito na fração areia grossa.

Os grãos quartzo são predominantemente subangulosos a subarredondados, com alguns grãos arredondados a muito arredondados no horizonte A. São em geral angulosos a subarredondados, com alguns muito arredondados no horizonte E e os subangulosos dominam a fração do horizonte Btn.

Assim como na fração areia grossa, o horizonte A apresenta traços de muscovita, não encontrado nos demais horizontes, se tornando incompatível com os fragmentos de rocha encontrados nas duas frações, indicando influência de material transportado no horizonte A.

Os demais minerais apresentaram características semelhantes às descritas na fração areia grossa.

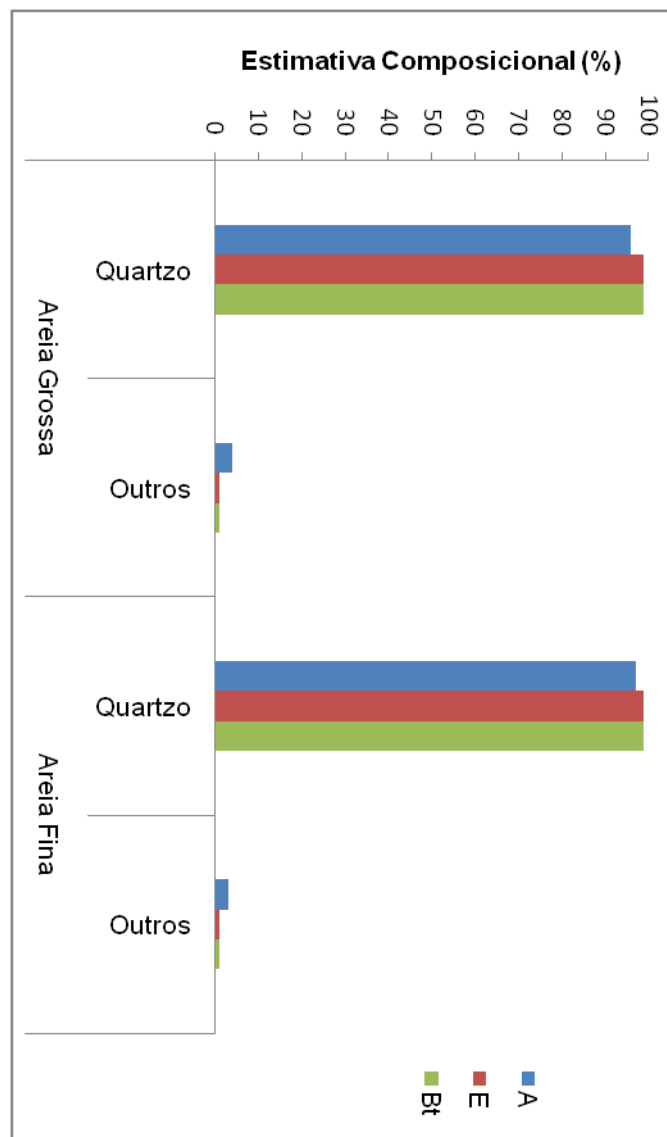


Figura 9 – Composição mineralógica da fração areia fina e grossa do PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico (P1 Timbaúba).

Perfil de Altinho (P2)

Fração Areia Grossa

A fração areia grossa deste perfil é composta basicamente por quartzo, feldspatos, anfibólios, fragmentos de rochas, biotita, agregados argilosos, ferrosos, manganosos e fragmentos orgânicos (figura 10 e anexo 2).

O quartzo é o principal mineral no perfil, reduzindo sua quantidade em profundidade, alcançando apenas 20% no horizonte Cr (figura 10 e anexo 2). Apresentam grãos angulosos a muito angulosos, subangulosos a

subarredondados nos horizontes A, E e Btn. Os grãos subangulosos a subarredondados demonstram cor avermelhada, dada pelo recobrimento parcial com óxido de ferro no horizonte A. Nos horizontes BC e Cr apenas ocorrem grãos angulosos a muito angulosos (anexo 2).

A constatação de coloração avermelhada por incrustação de óxido de ferro apenas nos grãos subangulosos a subarredondados, denota que estes grãos foram transportados de um local onde ocorre precipitação de óxido de ferro, já que os demais grãos apresentam cor branca e hialina (anexo 2). De acordo com as características observadas, parece que o material acima do horizonte BC, composto por grãos subangulosos a subarredondados, sofreram influência de transporte (Zarauza *et al.*, 1977; Suguio, 2003).

Os feldspatos presente no perfil demonstram sinais de alteração. As maiores quantidades são observadas nos horizontes Btn, BCn e Cr, em média com 2%, 4% e 5%, respectivamente, os horizontes A e E alcançaram apenas 1% cada. Os anfibólios ocorrem em maiores proporções nos horizontes BCn e Cr, possuindo 4% e 12% respectivamente, os demais horizontes somaram 1% cada.

A biotita presente em todos os horizontes mostra sinais de alteração, ocorrendo com menos de 1% nos horizontes A, E e Btn, aumentando rapidamente para 16% e 18% nos horizontes BCn e Cr, respectivamente. Esta característica de aumento na quantidade de minerais alteráveis (feldspatos, biotita e anfibólios) a partir do horizonte Bt, é um indicativo que a rocha matriz subjacente é o material de origem deste solo.

Os fragmentos de rocha aumentam em profundidade, com 1% no horizonte A, 2% no Btn, 5% no BCn e 40% no horizonte Cr.

O horizonte A foi o único a apresentar 1% de fragmentos orgânicos, os demais horizontes não chegaram a alcançar esta percentagem.

Fração Areia Fina

Esta fração é constituída principalmente por quartzo, feldspatos, biotita e anfibólios (figura 10 e anexo 2), outros constituintes não alcançam 1%, sendo formado por epidotos, zircão, minerais opacos, agregados argilosos, ferrosos e manganosos e fragmentos orgânicos.

O quartzo é o mineral predominante na fração, variando de 95% no horizonte E para 47% no horizonte Cr. Os grãos possuem forma angulosa a muito angulosa, e subangulosa a subarredondada nos horizontes A, E e Btn, diferentemente dos horizontes BC e Cr onde predominam os angulosos a muito angulosos (anexo 2), indicando influência de material transportado (Zarauza *et al.*, 1977; Suguio, 2003).

A biotita presente nos horizontes A, Bt, BC e Cr, possui respectivamente 1%, 2%, 45% e 28%, apresentando sinais de alteração visualizados pela modificação em sua coloração.

Os anfibólios estão presentes em quantidade expressiva em todos os horizontes, apresentando 3% no horizonte A, 2% no E e Bt, 4% no BC e 16% no Cr, sempre mostrando indícios de alteração.

Os feldspatos, apesar de estar presente em todos os horizontes, apenas apresentam quantidades elevadas nos horizontes BC e Cr, com 2% e 6%, respectivamente, em vias de alteração.

No horizonte Cr foi observada a presença de sercica em pequena quantidade, que pode ter origem geogênica ou a partir da alteração de feldspatos.

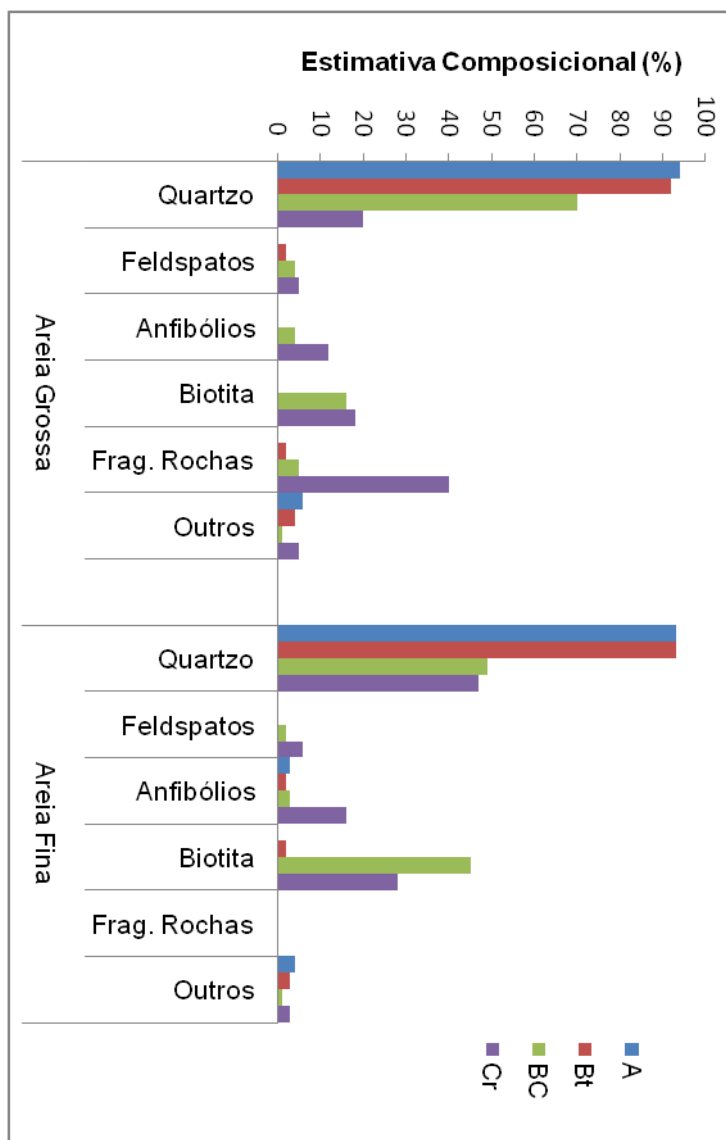


Figura 10 – Composição mineralógica da fração areia fina e grossa do PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico (P2 – Altinho).

Perfil de Arcoverde (P3)

Fração Areia Grossa

Esta fração é constituída por quartzo, feldspato, fragmentos de rochas, biotita e fragmentos orgânicos (figura 11 e anexo 3). São descritos ainda, em percentagem inferior a 1%, anfibólios, minerais opacos, epidotos e agregados argilosos e argilo-ferrosos.

O quartzo é o mineral com maior expressão na fração areia grossa, mostrando desde 97% na horizonte E, até 20% no horizonte Cr, possuem

forma em geral arredondada a subarredondada no horizonte A, subarredondada a subangulosa no horizonte E, subangulosa a subarredondada no horizonte Btn e angulosa a muito angulosa nos horizontes BC e Cr, com alguns grãos subangulosos subarredondados. Esta descrição indica influencia de material transportado, principalmente no horizonte A. A constatação de alguns grãos subarredondados nos horizontes BC e Cr é atribuída a penetração destes grãos entre as fissuras formadas entre as estruturas colunares do horizonte Btn, conforme observado na descrição morfológica (anexo 3 e figuras 28 e 29).

Os feldspatos em todo o perfil apresentam sinais de alteração, principalmente nos horizontes superficiais. Os horizontes BCn e Cr possuem 2% e 8% respectivamente de grãos de feldspatos, os demais horizontes não ultrapassaram 1% cada.

A biotita em todo o perfil mostra sinais de alteração, verificados pela variação em sua coloração. Ela está presente em grande quantidade apenas no horizonte Cr com 19%, os horizontes A, E, Btn e BCn apresentam menos de 1% deste mineral.

Os fragmentos de rochas apresentam 2% nos horizontes A e Btn, 3% no horizonte BC e 52% no horizonte Cr.

Fração Areia Fina

A fração areia fina é composta, essencialmente, por quartzo, feldspato (horizonte BCn e Cr), biotita (horizonte A, BCn e Cr), fragmentos de rochas (horizonte A), além de outros constituintes que não somaram 1% como os epitodos, minerais opacos, titanita, zircão, apatita acicula e agregados argilosos e argilo-ferrosos e fragmentos orgânicos (anexo 3).

O quartzo ocorre em maior quantidade nos horizontes E e Btn, reduzindo sua quantidade para 40% no horizonte Cr, em geral grãos subangulosos a subarredondados nos horizontes A, E e Btn e grãos angulosos a muito angulosos nos horizontes BCn e Cr.

A biotita com sinais de alteração está presente em maior quantidade nos horizontes A, BC e Cr, contudo no horizonte A ela está associada a clorita.

Os feldspatos e anfibólios, apenas ocorrem em maiores quantidades nos horizontes BC (anfibólios 1% e feldspatos 2%) e Cr (feldspatos 3% e anfibólios 8%), tornando-se importante ressaltar a constatação da alteração de feldspatos formando sercicita no horizonte Cr, seguindo o esquema de evolução mineralógica proposto por Lima *et al.* (2008), em seu estudo com um Argissolo Vermelho-Amarelo, onde o intemperismo dos feldspatos daria origem a sercicita e posteriormente a caulinita, contudo, a sercicita observada pode ter origem geogênica.

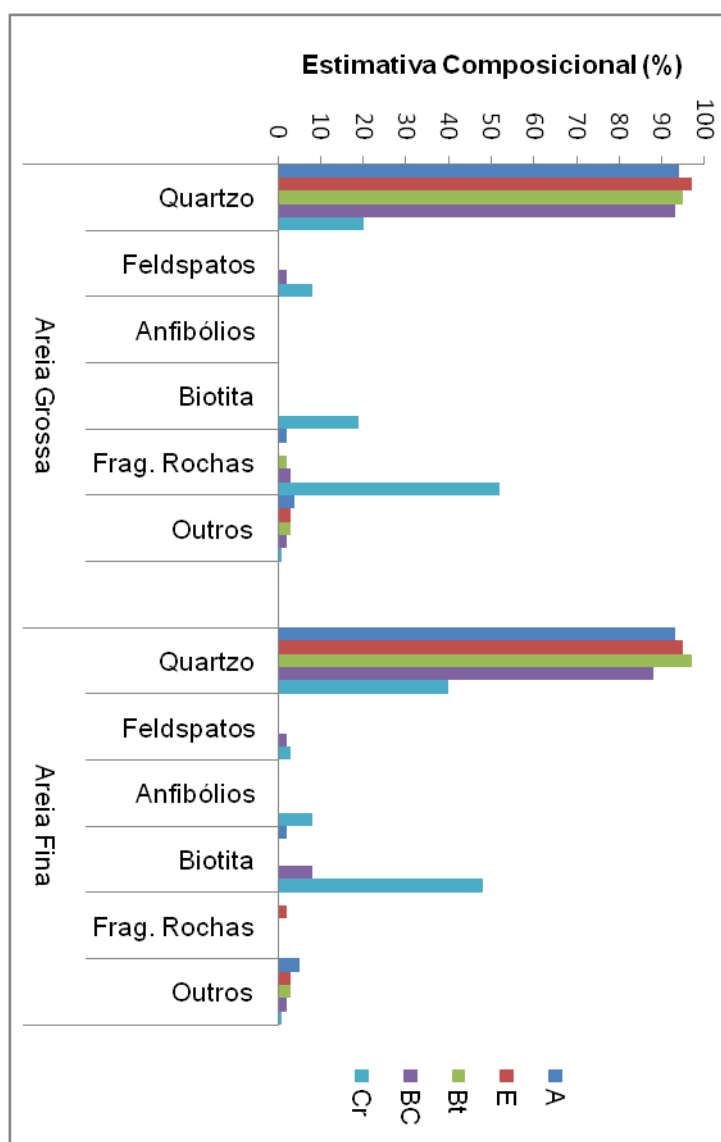


Figura 11 – Composição mineralógica da fração areia fina e grossa do PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico (P3 – Arcverde).

Perfil de Jataúba (P4)

Fração Areia Grossa

A fração areia grossa é composta essencialmente por quartzo, feldspatos, anfibólios, biotita e fragmentos de rochas, além de minerais que não alcançaram 1%, como os minerais opacos, agregados argilosos, ferrosos, manganosos, zircão, granada, epidotos e turmalina (figura 12 e anexo 4).

O quartzo ocorre em percentagens muito variáveis (96% a 6%), apresentando grande redução de sua quantidade em profundidade alcançando apenas 6% no horizonte Cr2. Ocorrem em grãos angulosos a muito angulosos em todos os horizontes, porém nos horizontes A e Btn também são observados grãos subarredondados a subangulares, denotando influência de material transportado (Zarauza *et al.*, 1977; Suguio, 2003).

A biotita em vias de alteração não apresenta grande quantidade na fração areia grossa, aumentando um pouco nos horizontes Cr1 (5%) e Cr2 (1%), assim como os feldspatos (Cr1 3% e Cr 1%) e anfibólios (Cr1 7% e Cr2 1%), aparentemente parece que os horizontes Cr1 e Cr2 foram originados de uma rocha bandada, devido a grande diferença na quantidade de minerais presente.

Os fragmentos de rochas apresentaram grande variação no perfil, verificando que o horizonte A teve aproximadamente 1% e o horizonte Cr2 90%.

Fração Areia Fina

Esta fração é constituída basicamente por quartzo em todos os horizontes e por biotita, anfibólios e feldspatos especialmente nos horizontes Cr1 e Cr2. Outros constituintes não alcançaram 1% (minerais opacos, agregados argilosos e ferrosos, fragmentos orgânicos, epidotos, zircão, apatita acicular, titanita e granada) (figura 12 e anexo 4).

O quartzo é o mineral predominante na fração areia fina, variando de 98% no horizonte A para 48% no horizonte Cr2. Ocorrem em grãos angulosos a muito angulosos em todo o perfil, mas também ocorrem grãos arredondados a subarredondados apenas no horizonte Bt2.

A biotita, feldspatos e anfibólios apenas ocorreram em grande quantidade nos horizontes Cr1 e Cr2, em média com 33%, 2% e 13%, respectivamente. É importante destacar a alteração do feldspatos para sercicita e caulinita no horizonte Cr1. Esta alteração é idêntica a observada por Lima *et al.* (2008), apesar de que, a sercicita também pode ser de origem geogênica.

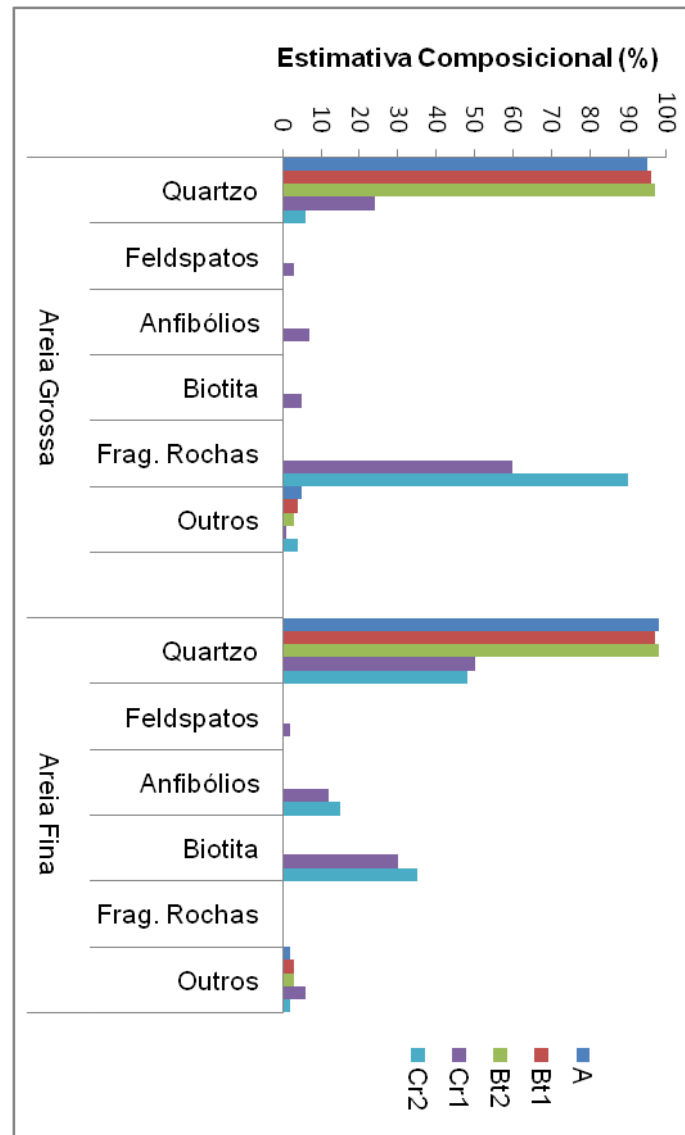


Figura 12 – Composição mineralógica da fração areia fina e grossa do PLANOSSOLO NÁTRICO Sálco típico (P4 – Jataúba).

Analisando todos os perfis estudados, podemos perceber que os horizontes A, e Btn são praticamente constituídos por quartzo, principalmente nos perfis de Timbaúba e Jataúba, em Altinho e Arcoverde estes horizontes já

demonstração certa quantidade de feldspatos, biotita e anfibólios, que aumentam significativamente em profundidade nos perfis de Altinho, Arcoverde e Jataúba.

Resultados semelhantes foram obtidos por Parahyba *et al.* (2009) estudando a evolução quantitativa de Planossolos. Os autores observaram a presença de quartzo, micas e Feldspatos como os principais minerais constituintes da fração grosseira do solo, ocorrendo também menor quantidade de Anfibólios e traços de zircão, turmalina, rutilo, epidotos e piroxênios.

A clorita observada no perfil de Arcoverde (P3) parece estar sendo formada da intemperização da biotita, contudo, rapidamente a mesma é transformada em vermiculita, pois a clorita não é observada na fração argila e silte (Lima *et al.* 2008).

Assim como no presente trabalho, Galindo *et al.* (2008) destacou a presença de mica parcialmente alterada na fração areia grossa e fina dos horizontes superficiais de vários Planossolos do Estado de Pernambuco.

Os feldspatos presentes no horizonte Cr do perfil de Arcoverde (P3) e Jataúba (P4) apresentam sinais de alteração com constatação da formação de sericita e caulinita, o que é confirmado pela presença de caulinita e mica nas frações argila e silte dos respectivos horizontes. Este mesmo mineral também apresenta sinais de alteração nos perfis de Timbaúba (P1) e Altinho (P2) podendo também estar originando caulinita e mica, observada na fração argila e silte de todos os horizontes.

A morfologia dos grãos das frações areia fina e grossa detalha a presença de grãos subangulares, angulosos, arredondados e algumas vezes muito arredondados indicando o transporte de material, especialmente nos horizontes A e E nos solos estudados, semelhante ao observado por Silva *et al.* (2002). Esta possibilidade de transporte é reforçada pela presença de fragmentos de rochas no topo do horizonte Btn observados na descrição morfológica dos perfis (anexos 1, 2, 3 e 4); pela presença de sillimatita e muscovita apenas no horizonte A do perfil de Timbaúba (P1); através da presença de grãos arredondados com incrustação de óxidos de ferro no horizonte A no perfil de Altinho (P2) e pela diferença no formato dos grãos em profundidade, onde ocorrem principalmente os angulosos a muito angulosos

nos horizontes mais profundos e na superfície os subangulares, subarredondados, arredondados e muito arredondados.

A presença de material transportado mais grosseiro pode ter favorecido a formação do gradiente textural dos Planossolos, e logo após, atuando vários processos que acentuaram a formação do gradiente, como a eluviação-iluviação de argilas (Silva *et al.*, 2002; Ibraimo *et al.*, 2004; Parahyba *et al.*, 2009), perda por erosão, ferrólise (Berg *et al.*, 1987; Fanning & Fanning, 1989) e bioturbação (Phillips (2004).

4.5 Mineralogia das frações silte e argila

4.5.1 Mineralogia da fração silte

O silte dos perfis estudados é formado basicamente por quartzo, Feldspatos e Anfibólitos em todos os horizontes. Estes minerais são predominantes principalmente nos horizontes A e Bt de todos os perfis, estando mais evidentes em Timbaúba e Jataúba. Vários Planossolos da Mesoregião do Agreste de Pernambuco apresentaram uma assembléia mineralógica na fração silte composta por quartzo, feldspatos e micas, e na fração argila o grupo das caulinitas, micas e esmectitas (Galindo *et al.*, 2008).

No horizonte Cr de todos os perfis ocorre uma assembléia diversificada de minerais, sendo típico para todos, a presença de quartzo, feldspatos, anfibólitos esmectita e vermiculita, ocorrendo apenas em pequena quantidade em Jataúba e ausente no perfil de Timbaúba, possivelmente por ser um ambiente bem mais úmido que os demais.

A biotita esta apenas presente na fração silte do horizonte Cr de Jataúba, reflexo da elevada quantidade (30%) deste mineral na fração areia fina, que é caracterizada como aglomerados de biotitas pequenas, podendo representar partículas de silte unidas formando um aglomerado, os quais parecem estar sendo alterados e formando vermiculita e esmectita, decorrente da perda de K das entrecamadas, oxidação do Fe^{2+} e reorientação dos OH (Douglas, 1989).

A biotita também está presente no horizonte A do perfil de Altinho, refletindo a baixa intensidade dos processos de formação do solo, devido à baixa precipitação pluviométrica da região, que reduz as reações de hidrólise.

Os anfibólios estão presentes em pequena quantidade nos horizontes superficiais e em maiores quantidades em subsuperfície nas frações areia fina e grossa de todos os perfis, que parece estar originando clorita e posteriormente, sendo transformada em caulinita, pois os sinais de alteração dos Anfibólios indicam a presença de um mineral de cor verde, típico da clorita, que não é encontrada nas frações argila e silte.

O anatásio, com pico de 0,35 nm, foi o mineral presente no horizonte Cr dos perfis de Altinho e Arcoverde. Este mineral pode ser formado através do intemperismo da titanita, observada em pequena quantidade na fração areia dos perfis.

No horizonte Cr dos perfis de Altinho e Arcoverde encontra-se biotita na fração areia, com sinais de oxidação do Fe dos octaedros, desestabilizando a estrutura do mineral, perdendo K das entrecamadas e com o avanço destas reações, possivelmente dando origem à vermiculita e esmectita, observadas no silte destes horizontes. Contudo, a intemperização de anfibólios, com remoção lenta de bases, pode originar esmectita (Brady, 1989).

O horizonte Bt de Altinho foi o único a apresentar vermiculita na mineralogia do silte, com um pico de 1,52 nm, que parece estar sendo formado da alteração de biotita da fração areia, que apresenta nítido sinal de alteração.

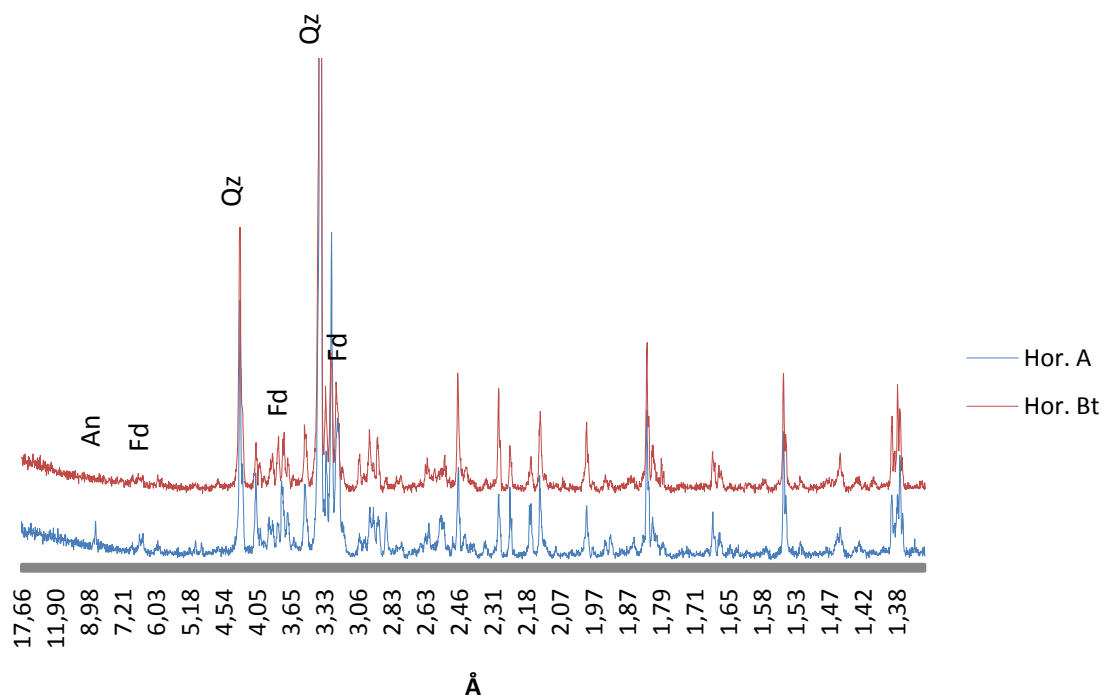


Figura 9 – Difratogramas de raios X do perfil de Timbaúba da fração silte (lâminas não-orientadas). (Ct-caulinita; Qz-quartzo; Fd-feldspato; An-anatásio).

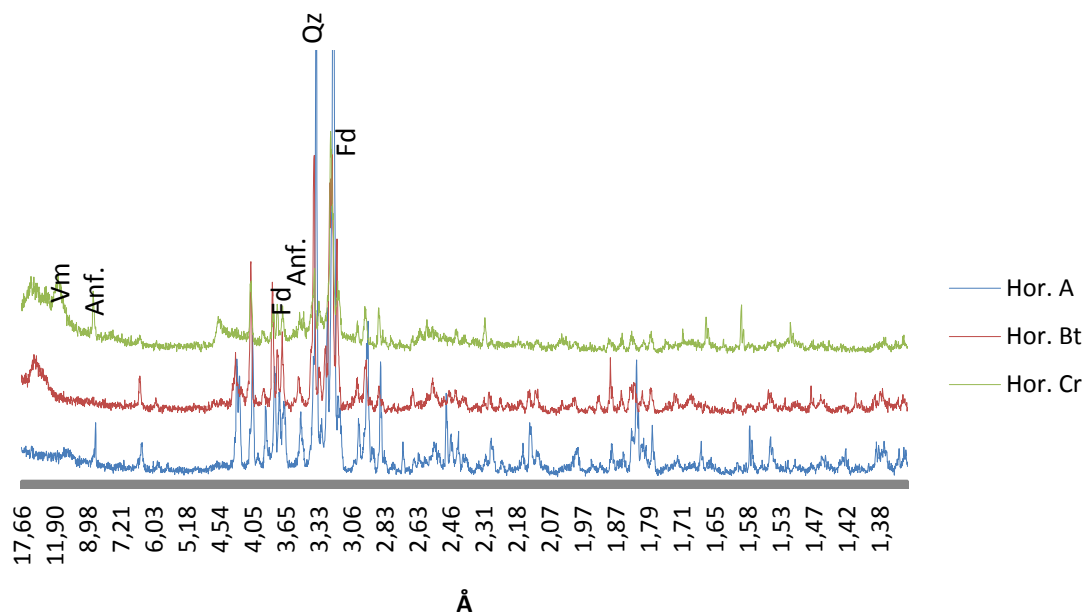


Figura 10 – Difratogramas de raios X do perfil de Altinho da fração silte (lâminas não-orientadas). (Ct-caulinita; Qz-quartzo; Fd-feldspato; An-anatásio; Anf-anfibólio; Vm-vermiculita).

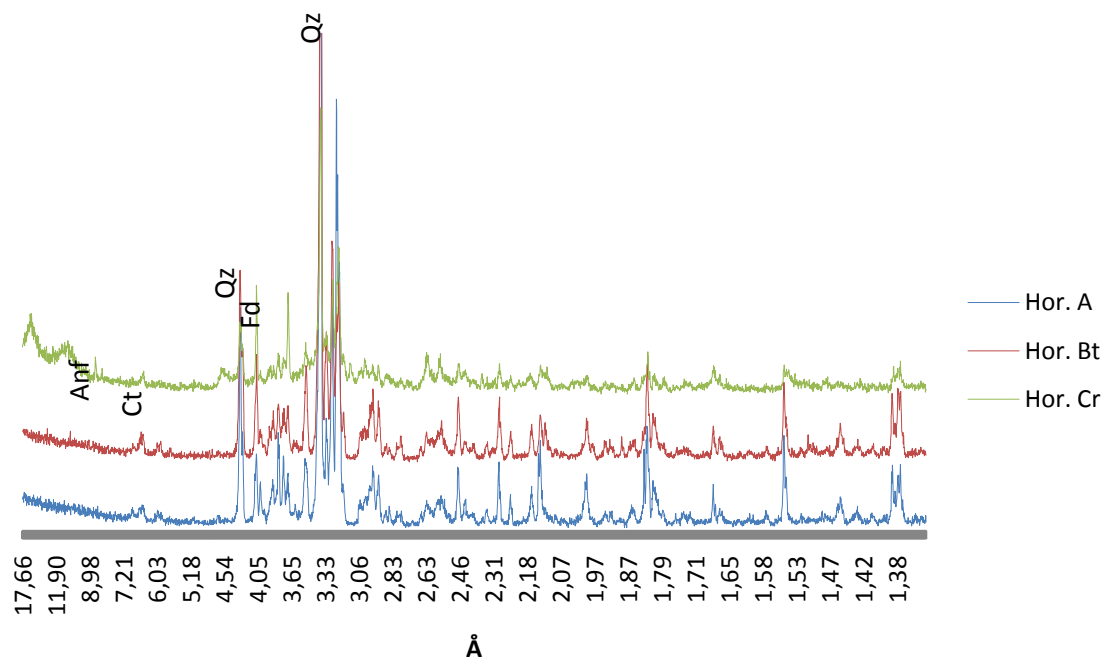


Figura 11 – Difratogramas de raios X do perfil de Arcoverde da fração silte (lâminas não-orientadas). (Ct-caulinita; Qz-quartzo; Fd-feldspato; An-anatásio; Anf-anfibólio; Vm-vermiculita).

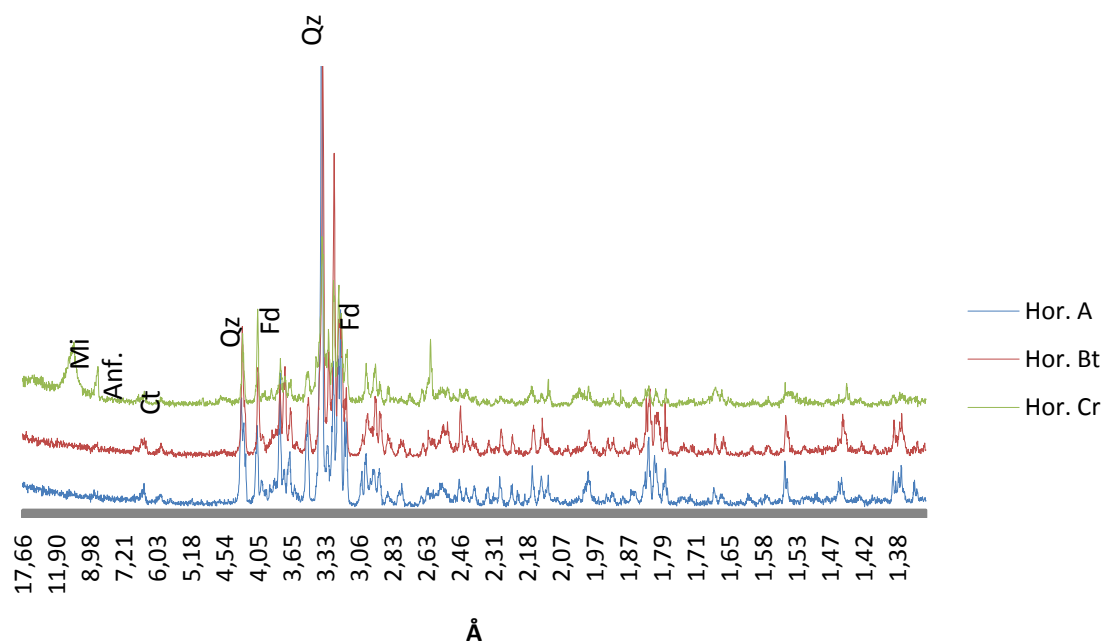


Figura 12 – Difratogramas de raios X do perfil de Jataúba da fração silte (lâminas não-orientadas). (Ct-caulinita; Qz-quartzo; Fd-feldspato; An-anatásio; Anf-anfibólio; Vm-vermiculita).

4.5.2 Mineralogia da fração Argila

A difratometria de raios X da fração argila dos perfis estudados é constituída por uma assembléia mineralógica formada principalmente por caulinita, esmectita, feldspatos (exceto horizonte de Timbaúba), micas (horizontes de Arcoverde e Jataúba) e interestratificados irregulares.

No perfil de Timbaúba a presença de vermiculita e esmectita é mais expressiva no horizonte superficial. O anatásio está presente na fração argila do horizonte A, originário provavelmente de transporte das áreas vizinhas, pois o mesmo não foi encontrado nas frações areia do solo.

Os feldspatos que são encontrados em grande quantidade nas frações areia fina e grossa dos horizontes mais profundos, também são observados na fração argila dos perfis, exceto em Timbaúba.

A fração argila do perfil de Altinho é caracterizada por apresentar elevada quantidade de vermiculita, principalmente no horizonte Bt, com alta cristalinidade. A caulinita identificada no horizonte A apresentou baixa cristalinidade, possivelmente com desordem estrutural, caracterizando-a como de pouca expressão em todo perfil. A cristalinidade da caulinita é afetada pela presença de Fe^{3+} na estrutura, interestratificações com minerais do tipo 2:1, ocorrência de posições octaédricas vazias e preenchimento irregular de Al na lâmina octaédrica (Corrêa et al., 2008; Melo & Wypych, 2009).

Nas frações areia fina e grossa, os Feldspatos são encontrados em todos os perfis, em maior ou menor quantidade, aumentando sempre nos horizontes subsuperficiais, sendo intemperizado, sofrendo alterações visualizadas pela perda de cor, brilho e em alguns casos formando sericita (anexos 2 e 4), podendo assim, estar originando, juntamente com os feldspatos da fração silte e argila, a caulinita, encontrada na fração argila. A caulinita também parece estar sendo formada da alteração dos minerais 2:1 e diretamente da alteração de micas, presente em todos os perfis (Melo et al., 1997).

A esmectita e vermiculita presente na maioria dos perfis estudados, podem ter como via de formação a transformação de minerais micáceos, como a biotita, que é encontrada em grande quantidade nos horizontes mais

profundos na fração areia fina e grossa, possivelmente devido ao seu intenso intemperismo e transformação direta para minerais 2:1, visualizado pelos sinais de alteração como presença de oxidação e perda de brilho, liberando o K^+ das entrecamadas e o Mg^{2+} e Al^{3+} estruturais quando entram em solução, conforme observados em grande concentração nos horizontes subsuperficiais estudados (Douglas, 1989; Azevedo e Vidal-Torrado, 2009). A biotita freqüentemente é descrita sofrendo transformação para um mineral com coloração verde (anexos 1, 2, 3 e 4) na fração areia, que pode ser a clorita (Suguio, 1973), sendo esta rapidamente transformada para esmectita e/ou vermiculita.

As características de drenagem deficiente, baixas precipitações e ciclos de umedecimento e secagem observados em Jataúba, Altinho e Arcoverde condicionam um ambiente favorável a menor solubilização e saída de sílica do sistema, possibilitando a gênese de minerais 2:1, tornando assim, possível não somente a neoformação de minerais 2:1 nos locais em estudo como a sua estabilidade (Corrêa *et al* 2003).

Em Timbaúba as condições climáticas são mais úmidas que as demais, contudo, as reações de hidrólise não se processam com grande intensidade, por falta de lixiviação dos cátions (Toledo *et al.*, 2009), em decorrência da má drenagem característica dos Planossolos, condicionando, assim como os demais perfis, condições para neoformação de argilominerais.

No horizonte Cr de todos os perfis é comum a presença de caulinita, esmectita e feldspatos, contudo, diferenciando em alguns processos de formação e transformação.

Quando a transformação de um mineral para outro não é completa, origina-se um mineral interestratificado, que apresenta parte da estrutura com características do mineral de origem e parte do mineral que está em formação. Este interestratificado apresenta pico em DRX que corresponde à mistura dos dois minerais, sendo mais característico daquele em maior proporção na estrutura. A presença de minerais interestratificados em solos de clima semi-árido é comum, sendo observada por vários autores (Luz *et al.*, 1992; Oliveira *et al.*, 2007). Em nosso estudo os perfis de Timbaúba e Altinho apresentaram minerais interestratificados irregulares, contudo no horizonte A do perfil de Jataúba parece estar presente um interestratificado caulinita-esmectita, devido

ao pico muito aberto da caulinita e seu comportamento expansivo quando saturado com Mg-glicerol.

Os horizontes de Jataúba e Arcoverde apresentaram na fração argila do horizonte A mica biotita, servindo como prova da baixa intensidade do intemperismo químico, como consequência da reduzida capacidade de hidrólise nestes solos.

Os grãos de areia observados em todos os perfis apresentam indícios de retrabalhamento nos horizontes A e E, contudo nas análises da assembléia mineralógica da fração silte e argila, não se observam grandes diferenças que possam indicar uma origem alóctone dos perfis. Parahyba *et al.* (2009) em seus estudos confirmou a origem autóctone de três perfis de Planossolos sob análises petrográficas e análise química total em todos os perfis.

4.5.3 Interestratificados

No horizonte A do perfil de Timbaúba a caulinita perde cristalinidade quando aquecida a K-350, formando um ombro em direção aos minerais 2:1, que quando saturada com Mg-glicerol apresenta comportamento expansivo. Diante deste comportamento, parece estar presente um interestratificado irregular caulinita-vermiculita ou caulinita-esmectita.

A interestratificação pode também está presente no horizonte Bt do perfil de Timbaúba, pois os minerais 2:1 desfiguram-se quando tratados com Mg-glicerol, ao mesmo tempo que a caulinita também apresenta um comportamento expansivo semelhante ao do horizonte A, parecendo se tratar de um interestratificado caulinita-vermiculita ou caulinita-esmectita. Interestratificado com comportamento semelhante ao observado com a caulinita, neste estudo foi identificado como caulinita-esmectita por Bortoluzzi *et al.* (2007; 2008).

No perfil de Altinho, foi identificado o pico 11,4 Å que parece representar o interestratificado irregular mica-vermiculita no horizonte A segundo Moore & Reynolds (1997) (fig. 16). Neste mesmo horizonte, foi observado uma degeneração do pico 15,71 Å, quando tratado com Mg-glicerol, seguido de uma leve expansão do pico da caulinita, podendo representar um interestratificado caulinita-esmectita ou caulinita vermiculita. No horizonte Cr foi observado um

comportamento que pode ser um interestratificado, devido a expansão da caulinita ao ser tratada com Mg-glicerol, podendo representar a caulinita-esmectita ou caulinita-vermiculita (fig. 18).

No perfil de Jataúba a caulinita do horizonte A também apresentou um pico deformado que tende a abrir em direção aos minerais 2:1 quando saturado com Mg-glicerol, neste local observou-se um pico de 22,8 Å que parece representar um interestratificado irregular caulinita-esmectita na argila saturada com Mg-glicerol. No horizonte Bt, ocorre uma degeneração no pico dos minerais 2:1 quando tratados com Mg-glicerol, onde identificou-se os picos 11 Å e 22,8 Å com indícios de representarem os interestratificados irregular mica-vermiculita, e calinita-esmectita, respectivamente.

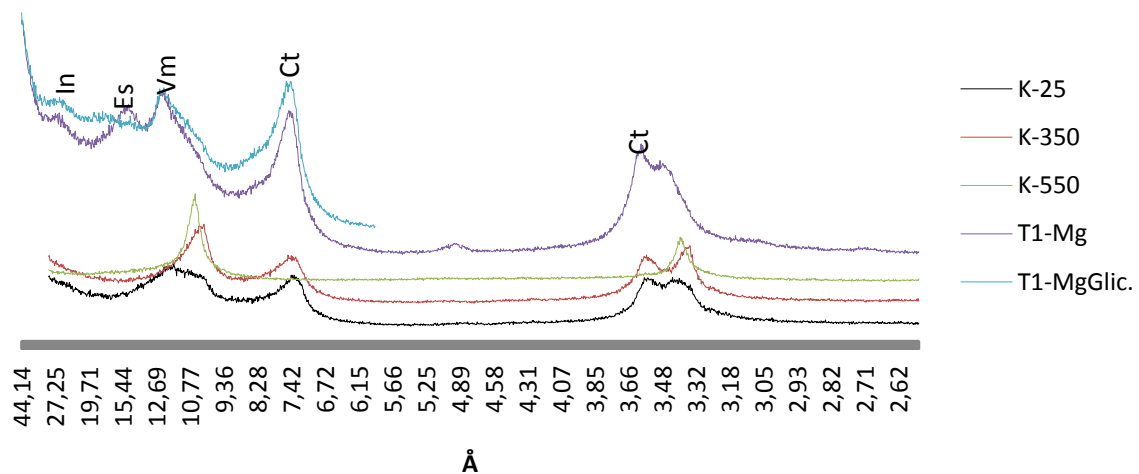


Figura 13 - Difratoogramas de raios X do horizonte A do perfil de Timbaúba da fração argila saturada com KCl a temperatura ambiente, aquecido a 350 e 550°C e saturado com Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). (Ct-caulinita; Es-esmectita; Vm-vermiculita).

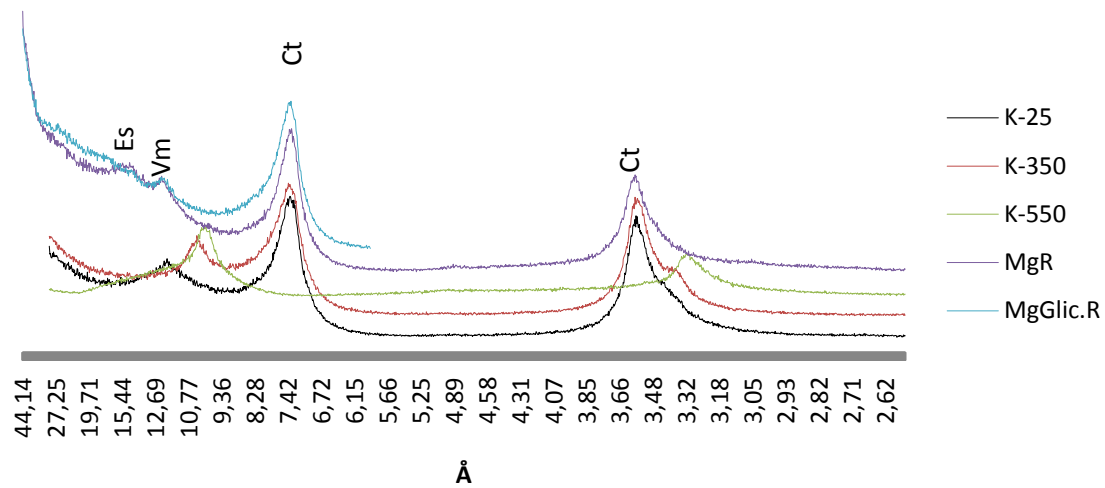


Figura 14 – Difratomogramas de raios X do horizonte Bt do perfil de Timbaúba da fração argila saturada com KCl a temperatura ambiente, aquecido a 350 e 550°C e saturado com Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). (Ct-caulinita; Es-esmerectita; Vm-vermiculita).

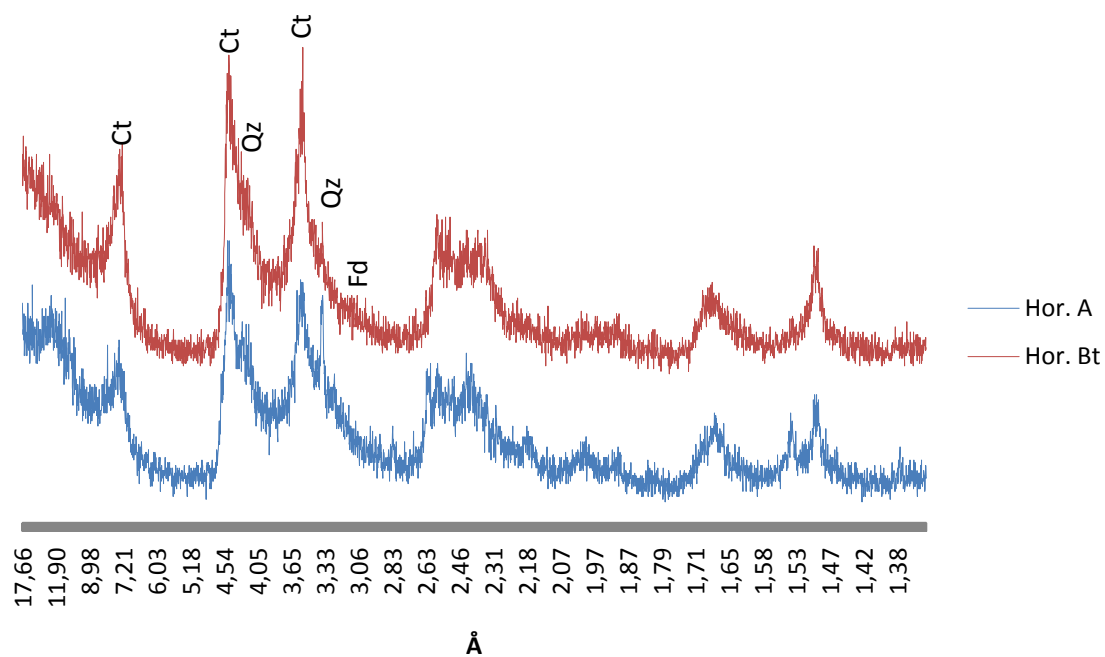


Figura 15 – Difratomogramas de raios X do perfil de Timbaúba da fração argila (lâminas não-orientadas). (Ct-caulinita; Qz-quartzo; Fd-feldspato).

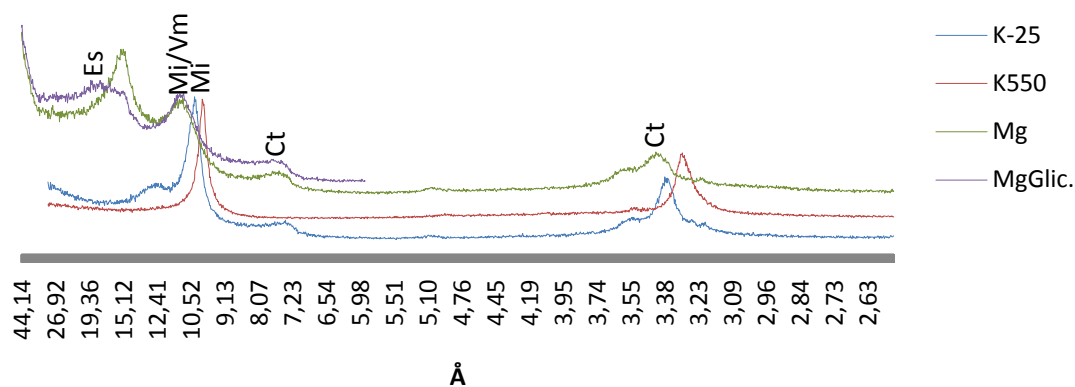


Figura 16 – Difratomogramas de raios X do horizonte A do perfil de Altinho da fração argila saturada com KCl a temperatura ambiente, aquecido a 350 e 550°C e saturado com Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). (Ct-caulinita; Es-esmectita; Vm-vermiculita; Mi-mica; Mi/Vm-mica-vermiculita).

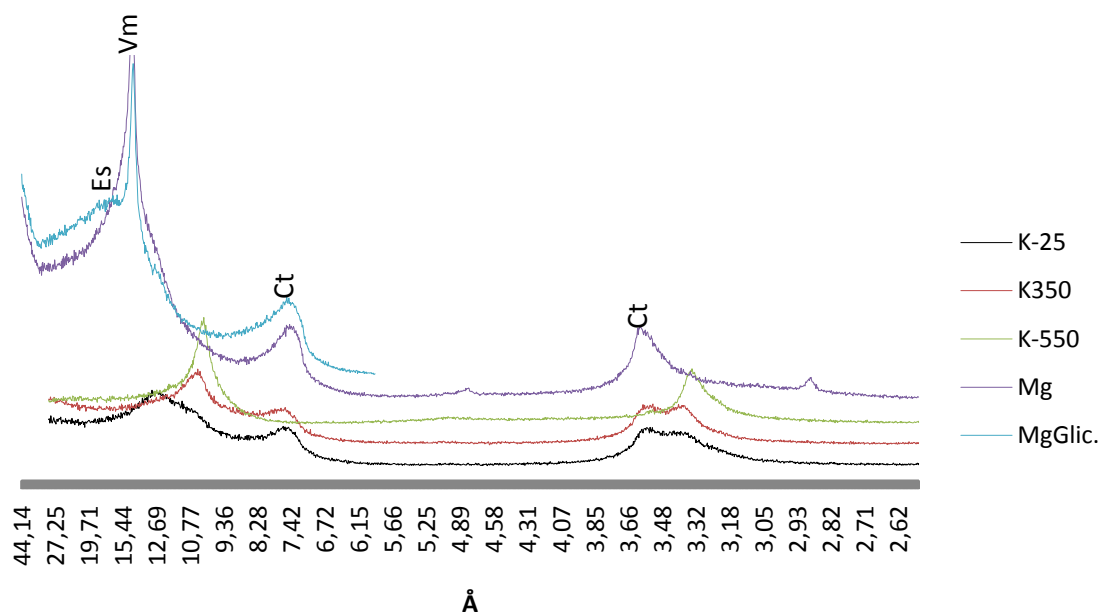


Figura 17 – Difratomogramas de raios X do horizonte Bt do perfil de Altinho da fração argila saturada com KCl a temperatura ambiente, aquecido a 350 e 550°C e saturado com Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). (Ct-caulinita; Es-esmectita; Vm-vermiculita).

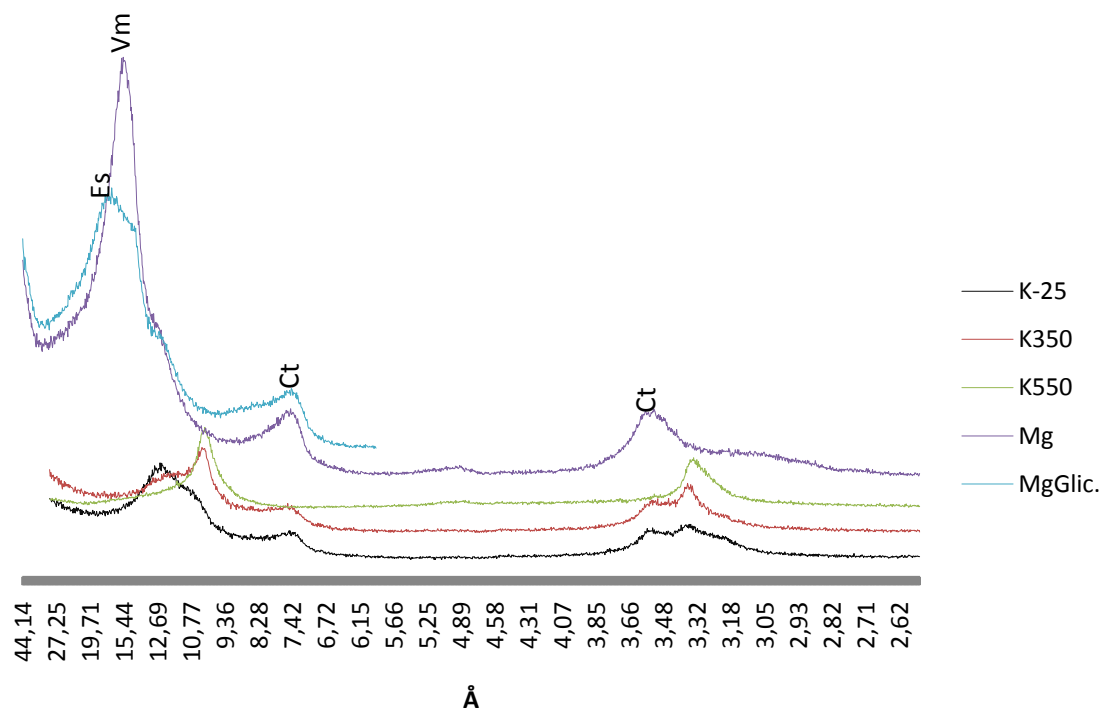


Figura 18 – Difratomogramas de raios X do horizonte Cr do perfil de Altinho da fração argila saturada com KCl a temperatura ambiente, aquecido a 350 e 550°C e saturado com Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). (Ct-caulinita; Es-esmectita; Vm-vermiculita).

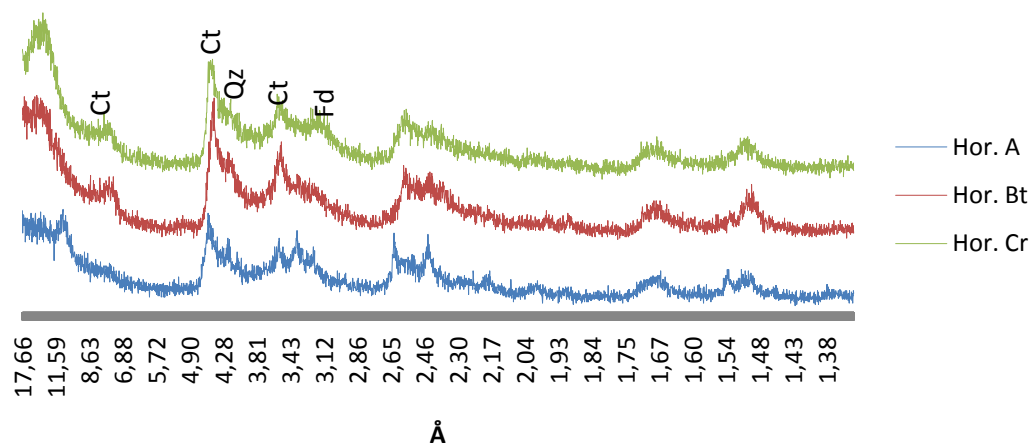


Figura 19 – Difratomogramas de raios X do perfil de Altinho da fração argila (lâminas não-orientadas). (Ct-caulinita; Qz-quartzo; Fd-feldspato).

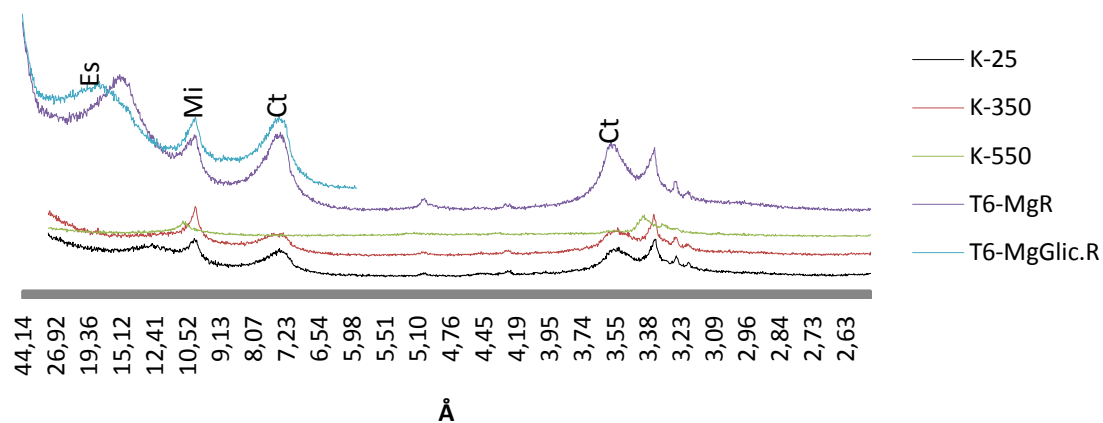


Figura 20 – Difratogramas de raios X do horizonte A do perfil de Arcoverde da fração argila saturada com KCl a temperatura ambiente, aquecido a 350 e 550°C e saturado com Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). (Ct-caulinita; Es-esmectita; Mi-mica).

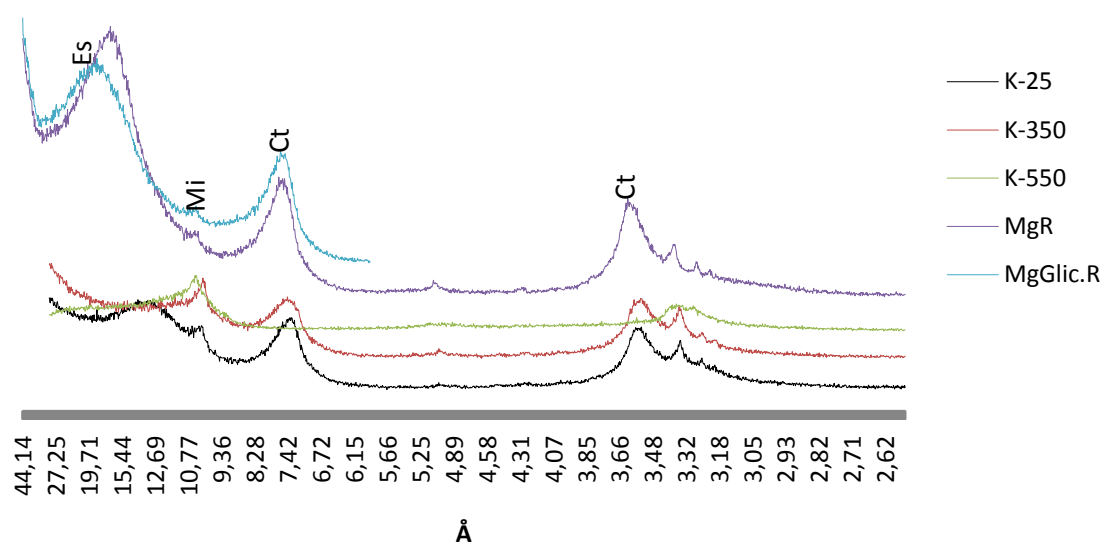


Figura 21 – Difratoformas de raios X do horizonte Bt do perfil de Arcoverde da fração argila saturada com KCl a temperatura ambiente, aquecido a 350 e 550°C e saturado com Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). (Ct-caulinita; Es-esmectita; Mi-mica).

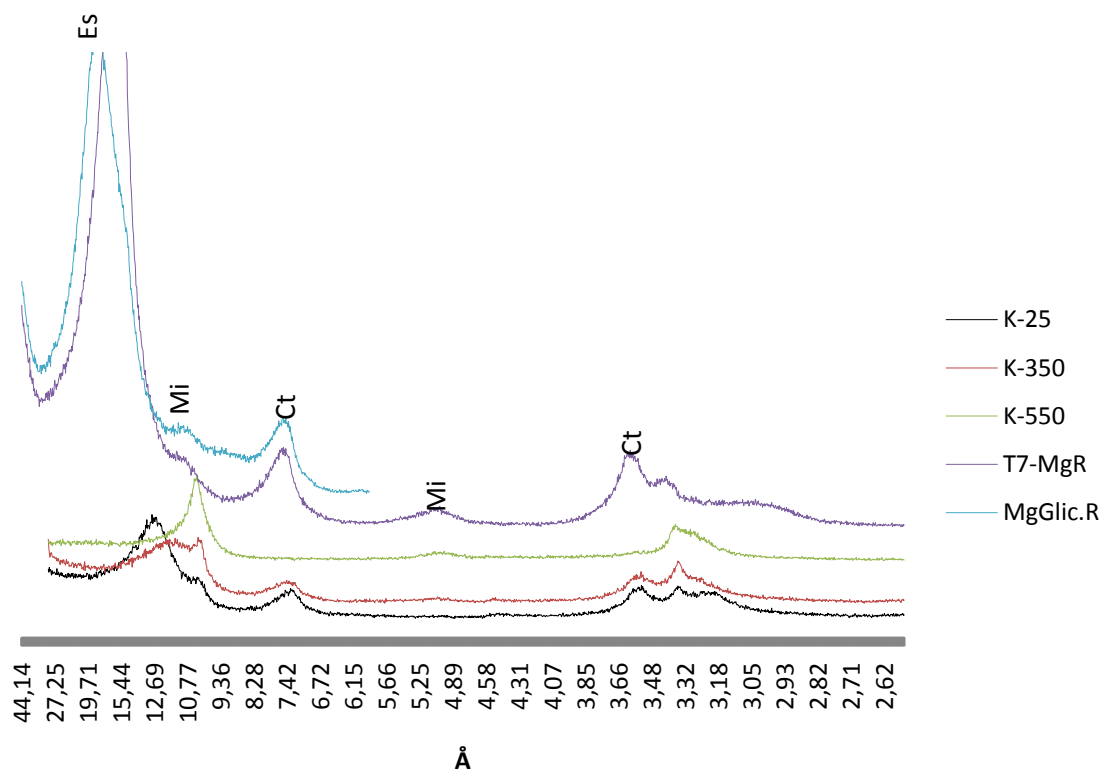


Figura 22 – Difratoformas de raios X do horizonte Cr do perfil de Arcoverde da fração argila saturada com KCl a temperatura ambiente, aquecido a 350 e 550°C e saturado com Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). (Ct-caulinita; Es-esmectita; Mi-mica).

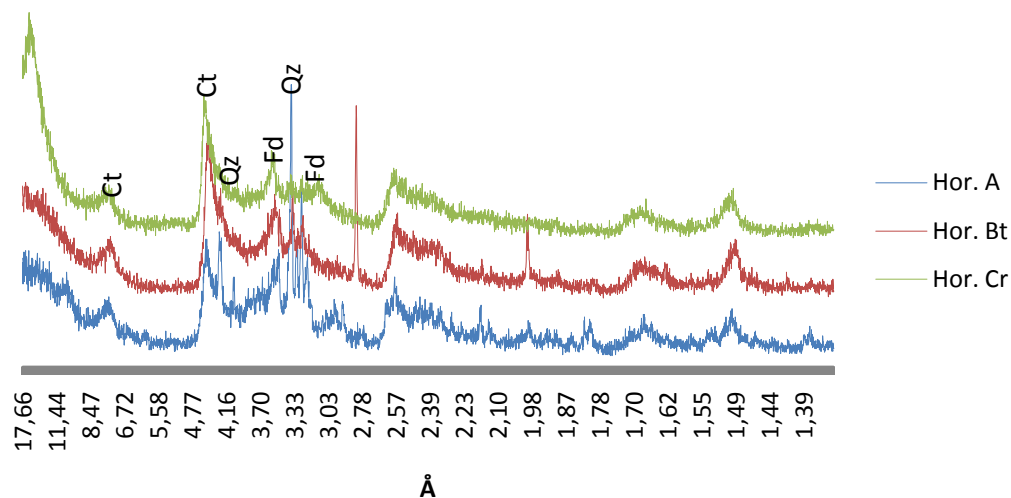


Figura 23 – Difractogramas de raios X do perfil de Arcoverde da fração argila (lâminas não-orientadas). (Ct-caulinita; Qz-quartzo; Fd-feldspato).

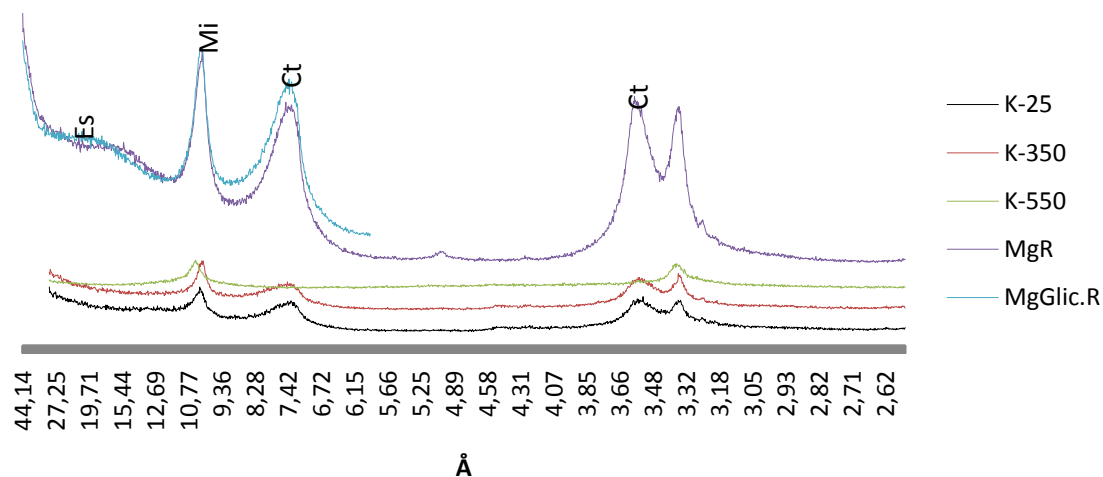


Figura 24 – Difractogramas de raios X do horizonte A do perfil de Jataúba da fração argila saturada com KCl a temperatura ambiente, aquecido a 350 e 550°C e saturado com Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). (Ct-caulinita; Es-esmectita; Mi-mica).

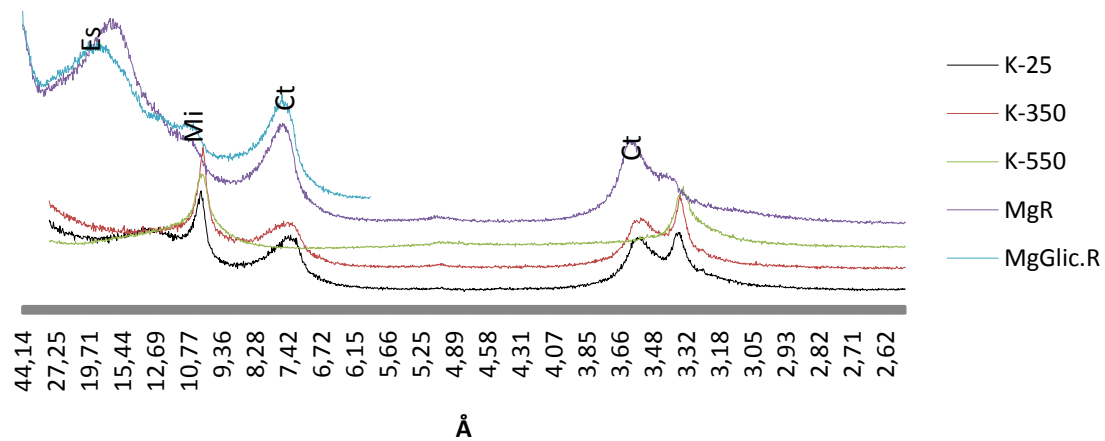


Figura 25 – Difratomogramas de raios X do horizonte Bt do perfil de Jataúba da fração argila saturada com KCl a temperatura ambiente, aquecido a 350 e 550°C e saturado com Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). (Ct-caulinita; Es-esmectita; Mi-mica).

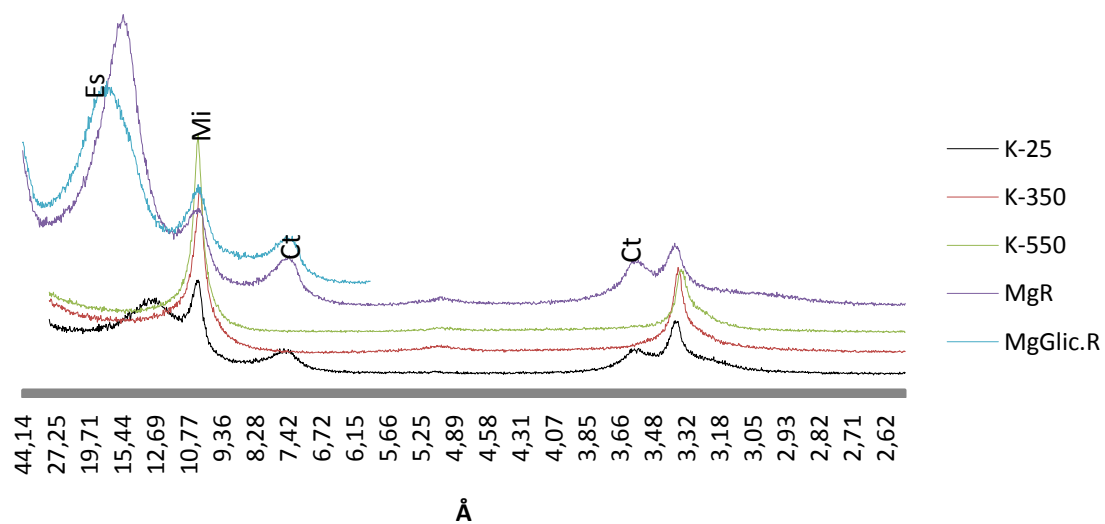


Figura 26 – Difratomogramas de raios X do horizonte Cr do perfil de Jataúba da fração argila saturada com KCl a temperatura ambiente, aquecido a 350 e 550°C e saturado com Mg e Mg-Glicerol dos solos estudados (lâminas orientadas). (Ct-caulinita; Es-esmectita; Mi-mica).

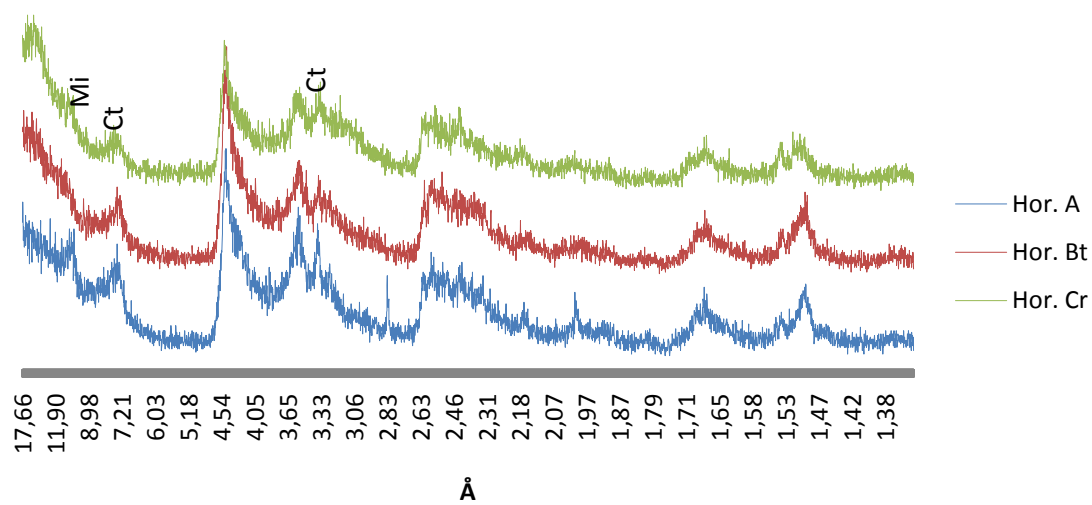


Figura 27 – Difrátogramas de raios X do perfil de Jataúba da fração argila (lâminas não-orientadas). (Ct-caulinita; Qz-quartzo).

5. Conclusões

Os Planossolos estudados apresentam morfologia típica da ordem dos Planossolos, com transição abrupta e estrutura colunar, prismática ou em blocos no Bt, não havendo dificuldade ou dúvidas em seu enquadramento no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

Todos os perfis apresentaram textura franco-arenosa no horizonte A com predominância de quartzo, e presença de fragmentos de rocha no topo do horizonte Bt.

Os perfis estudados possuem elevado potencial erosivos, em decorrência da mudança textural abrupta, deficiência na drenagem, elevada quantidade de silte nos horizontes superficiais e o relevo suave ondulado, principalmente nos perfis de Timbaúba e Jataúba, tornando-se essencial o uso de técnicas conservacionistas para evitar a perda de solo e da fertilidade.

As características físicas representadas pela densidade do solo, mudança textural abrupta, elevado teor de silte, má drenagem e as estruturas colunares e prismáticas, podem dificultar o cultivo agrícola nestes solos.

Os perfis de Altinho, Arcoverde e Jataúba, possuem elevada fertilidade natural, contudo, os altos teores de sódio, a drenagem imperfeita e o déficit hídrico, tornam estes solos pouco agricultáveis.

O perfil de Timbaúba apresenta características de transporte de materiais nos horizontes A e E, confirmado pela presença de grãos de quartzo subangulosos a subarredondados, presença de sillimanita e muscovita encontrada apenas nos horizonte A, contudo a coerência nas demais características mineralógica, como o aumento da quantidade dos fragmentos de rochas e minerais como feldspatos, biotita e anfibólios em profundidade, indicando pouca influência de material transportado.

Os perfis de Altinho, Jataúba e Arcoverde possuem influência de material transportado nos horizontes A e E, identificados pelo formato dos grãos de quartzo, contudo a assembléia mineralógica de todo o perfil, possui certa coerência, observada pelo aumento da quantidade de minerais em profundidade e de fragmentos de rocha, semelhantes entre os perfis, sugerindo

pouca interferência de material transportado ou que este tenha sofrido intensa pedogênese, reduzindo as diferenças.

A presença de grãos arredondados nos horizontes BC e Cr do perfil de Arcoverde é explicada, pela penetração de grãos entre as fissuras formadas entre as unidades estruturais e através da penetração de raízes.

O sódio, cálcio e magnésio presente em elevada quantidade nos solos estudados, tem como origem a alteração de minerais calcio-sódicos presente na série dos feldspatos, encontrados nas frações areia grossa e fina, silte e argila.

Dada a riqueza mineralógica dos solos estudados, sugere-se que a formação do gradiente textural entre os horizontes A ou E e Btn dos Planossolos são resultantes da alteração de minerais “*in situ*” no Btn, do transporte de materiais para os horizontes superficiais, da eluviação-iluviação de minerais de argila, da ferrólise e da erosão nos horizontes superficiais.

Na difratometria de raios X da assembléia mineralógica da fração silte e argila, não se observam grandes diferenças que possam indicar uma origem alóctone dos perfis.

6. Referências Bibliográficas

ALVES, Â. G. C. *et al.* Caracterização etnopedológica de Planossolos utilizados em cerâmica artesanal no Agreste Paraibano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 379-388, 2005.

ARAÚJO FILHO, J.C. *et al.* **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., VIDAL-TORRADO, P.; **Esmectita, vermiculita, minerais com hidróxi entrecamadas e clorita**. In: Química e Mineralogia do Solo, Parte 1-conceitos básicos e aplicações. MELO, V.F.; ALLEONI, L.R.F.; (org.). Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. 695p.

BEEK, K. J.; BLOKHUIS, W. A.; DRIESSEN, P. M.; BREEMEN, N. V.; BRINKMAN, R.; PONS, L. J. Problem soil: their reclamation and management. In: **Land reclamation and water management**. Developments, problems and challenges. International institute for land reclamation and improvement/ILRI, Wageningen. Publication 27, 1980.

BERG, M. V. D. L., I.F.; SAKAI, E.; Solos de planícies aluviais do vale do rio ribeira de Iguape, SP: II Relações entre características físicas e químicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 11, p. 321, 1987.

BORCHARDT, G.; Esmectites. In: DIXON, J. B.; WEED, S. B. **Minerals in soil environments**. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America, 1989. 1. ed. 1244 p.

BORTOLUZZI, E. C.; PERNES, M.; TESSIER, D. Mineralogia de partículas envolvidas na formação de gradiente textural em um argissolo subtropical. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 997-1007, 2008.

BRADY, N. **Natureza e propriedades dos solos**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 7 ed., p. 878p., 1989.

BROWN, G. & BRINDLEY, G.W.; 1980. **Crystal structures of Clay minerals and their XRD identification**. Mineralogical Society (ed.) London.

CAMPOS, J.C.F.; SCHAEFER, C.E.G.R.; KER, J.C.; SAADI, A., & ALBUQUERQUE FILHO, M.R. Gênese e Micropedologia de solos do Médio Jequitinhonha, de Turmalina a Pedra Azul, Minas Gerais. **Geonomos**, 5:41-53, 1997.

CAPECHE, C. L. Noções sobre tipos de estruturas do solo e sua importância para o manejo conservacionista. **Comunicado técnico 51 - EMBRAPA**, p. 1-6, 2008.

CASTILHOS, R. M., MEURER, E. J., KÄMPF, N., PINTO, L. F. S. Mineralogia e fontes de potássio em solos no rio grande do sul cultivados com arroz irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 579-587, 2002.

CASTILHOS, R. M. V.; MEURER, E. J. Cinética de liberação de potássio em planossolo do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 31, p. 979-983, 2001.

CORRÊA, M. M.; KER, J. C.; MENDONÇA, E. S.; RUIZ, H. A.; BASTOS, R. S. Atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos da região das várzeas de Souza (PB). **Revista brasileira de ciência do solo**, 27:311-324, 2003.

CORRÊA, M. M.; KER, J. C.; Barrón, V.; TORRENT, J.; FONTES, M. P. F.; CURTI, N. Propriedades cristalográficas de caulinitas de solos do ambiente tabuleiros costeiros, Amazônia e Recôncavo baiano. **Revista brasileira de ciência do solo**, 32:1857-1872, 2008.

CPRM - **Serviço Geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Diagnóstico do Município de Timbaúba, estado de Pernambuco / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005a, 11p.

CPRM - **Serviço Geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Diagnóstico do Município de Altinho, estado de Pernambuco / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005b, 11p.

CPRM - **Serviço Geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Diagnóstico do Município de Arcoverde, estado de Pernambuco / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005c, 11p.

CPRM - **Serviço Geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Diagnóstico do Município de Jataúba, estado de Pernambuco / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005d, 11p.

DOUGLAS, L.A.; Vermiculita. In: DIXON, J. B.; WEED, S. B. **Minerals in soil environments**. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America, 1989. 1. ed. 1244 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 221 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **ZAPE - Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco** / Fernando Barreto Rodrigues e Silva.[*et al.*]. Recife: Embrapa Solos - Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento - UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco (Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária), 2001. CD-ROM. (Embrapa Solos. Documentos; no. 35). ZAPE Digital.

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

FARIAS, S. G. G. D. et al. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1499-1505, 2009.

FAO. IUSS Working Group WRB. 2006. **World reference base for soil resources**. World Soil Resources Reports N^o. 103. FAO, Roma. 2006.

FRAGA, T. I. et al. Suprimento de potássio e mineralogia de solos de várzea sob cultivos sucessivos de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 497-506, 2009.

GALINDO, I. C. D. L. et al. Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no Município de Jataúba, PE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1283-1296, 2008.

GONÇALVES, G. K.; MEURER, E. J. Alterações nas concentrações de fósforo em solos cultivados com arroz irrigado no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 465-472, 2010.

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

IBRAIMO, M. M. et al. Gênese e micromorfologia de solos sob vegetação xeromórfica (caatinga) na região dos Lagos (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 695-712, 2004.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO (ITEP)
<http://www.itep.br/LAMEPE.asp> , acessado em 17/02/2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE a); **Manual técnico de pedologia**, 2. ed. 2007. p. 316.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE b). 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat> , acessado em 22/01/2011.

JACKSON, M.L. **Soil chemical analysis – Advanced course**. Madison: Department of Soil Science, University of Wisconsin. 1969.

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; RODRIGUES E SILVA, F.B.; MONTENEGRO, J.O.; FORMIGA, R.A.; BURGOS, N.; MÉLO FILHO, H.F.R. **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.; CAVALCANTE.; BURGOS, N.; PESSOA, S.C.P.; SILVEIRA, C.O. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Recife-PE: Ministério da Agricultura/SUDENE, 1973 b. 359 p. v.1. (Boletim técnico, 26; série pedologia, 14).

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; PESSÔA, S.C.P. & SILVEIRA, C.O. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Alagoas**. Recife, Embrapa /Sudene, 1975a. 532p. (Boletim Técnico, 35; Série Recursos de Solos, 5).

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, 1975b. 506p. (Boletim Técnico, 36; Série Recursos de Solos, 6) .

JACOMINE, P.K.T.; ALMEIDA, J.C. & MEDEIROS, L.A.R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Ceará**. Recife, Ministério da Agricultura/Sudene, 1973a. 2v.

KÄMPF, N. e CURI, N. Argilominerais em solos brasileiros. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S. e ALVAREZ V., V.H., eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.3. p.1-54.

LIMA, C. L. R. D. *et al.* Atributos físicos de um planossolo háplico sob sistemas de manejo comparados aos do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1849-1855, 2008.

LIMA, J. G. D. C. *et al.* Mineralogia de um Argissolo Vermelho-Amarelo da zona úmida costeira do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 881-892, 2008.

LUZ, L. R. Q. P.; SANTOS, M. C. D.; MERMUT, A. R.; **Pedogênese em uma topossequência do semi-árido de Pernambuco**. Revista brasileira de ciência do solo, 16:95-102, 1992.

MELO, V. F.; COSTA, L. M.; BARROS, N. F.; FONTES, M. P. F.; NOVAIS, R. F. Reserva mineral e caracterização mineralógica de alguns solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.19, p.165-171, 1995.

MELO, V. D. F.; MATTOS, J. M. S. M.; LIMA, V. C. Métodos de concentração de minerais 2:1 secundários na fração argila visando sua identificação por difratometria de raios x. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 527-539, 2009.

MELO, V. F.; WYPYCH, F. **Caulinita e Haloisita**. In: Química e Mineralogia do Solo, Parte 1-conceitos básicos e aplicações. MELO, V.F.; ALLEONI, L.R.F.; (org.). Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. 695p.

MICHELON, C. R. *et al.* Causes of morphological discontinuities in soils of Depressao Central, Rio Grande do Sul State, Brazil. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 3, p. 319-326, 2010.

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

MOTA, F. O. B. O., J.B. Mineralogia de solos com excesso de sódio no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 806, 1999.

NOOREN, C. A. M. *et al.* The role of earthworms in the formation of sandy surface soils in a tropical forest in ivory-coast. **Geoderma**, v. 65, n. 1-2, p. 135-148, Feb 1995.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia Aplicada**. Piracicaba: FEALQ, 2008 574 p. 3ed. il.

OLIVEIRA, L. B. *et al.* Classificação de solos planossólicos do Sertão do Araripe (PE). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 685-693, 2003.

OLIVEIRA, L. B. **Mineralogia, micromorfologia, gênese e classificação de Luvisolos e Planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semi-árido do Nordeste brasileiro**. 2007. 189p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

OLIVEIRA, L. B. *et al.* Micromorfologia e gênese de luvisolos e planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semi-árido brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2407-2423, 2008.

_____. Morfologia e classificação de luvisolos e planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semiárido do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1333-1345, 2009.

PARAHYBA, R. D. B. V.; SANTOS, M. C. D.; 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.

PEDROTTI, A. *et al.* Tomografia computadorizada aplicada a estudos de um Planossolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 819-826, 2003.

PHILLIPS, J. D. Geogenesis, pedogenesis, and multiple causality in the formation of texture-contrast soils. **Catena**, v. 58, n. 3, p. 275-295, Dec 2004.

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri: Manole, 2004. 478p.

REICHERT, J. M. *et al.* Agregação de um planossolo sistematizado há um ano e sob cultivo de arroz irrigado. **Ciência Rural**, v. 36, p. 837-844, 2006.

SANTOS, H.G.; COELHO, M.R.; ANJOS, L.H.C.; JACOMINE, P.K.T.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; OLIVEIRA, J.B.; CARVALHO, A.P. & FASSOLO, P.J. **Propostas de revisão e atualização do sistema brasileiro de classificação de solos (Conceitos, definições, atributos e horizontes diagnósticos e reestruturação de classes)**. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2003. 50p. (Série Documentos, 53).

SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5.ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.

SCHAEFER, C.E.G.R. & DALRYMPLE, J. Pedogenesis and relic properties of soils with columnar structure from Roraima, north Amazônia. **Geoderma**, 71:1-17, 1996.

SILVA, M. S. L. D. *et al.* Adensamento subsuperficial em solos do semi-árido: processos geológicos e/ou pedogenéticos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, p. 314-320, 2002.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. 1ª ed. São Paulo: editora Edgard Blucher LTDA, 2003. 400p.

SUGUIO, K. Introdução a Sedimentologia. 1ª ed. São Paulo: editora Edgard Blucher LTDA, 1973. 317p.

TERRY, R.D. & CHILINGAR, G.V. **Comparison charts for visual estimation of percentage composition**. J. Sedim. Petrol., 25:229-234, 1955.

TOLEDO, M.C.M., OLIVEIRA, S.M.B., MELFI, A.J.; Da rocha ao solo: intemperismo e pedogênese. In: **Decifrando a Terra**. TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Orgs.). São Paulo: Companhia editora nacional, 2 ed. 2009. 623 p.

VIDAL-TORRADO, P. *et al.* Gênese de solos derivados de rochas ultramáficas serpentinizadas no sudoeste de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência**

do Solo, v. 30, p. 523-541, 2006.

WANG, Y. F.; XU, H. F. Geochemical chaos: Periodic and nonperiodic growth of mixed-layer phyllosilicates. **Geochimica Et Cosmochimica Acta**, v. 70, n. 8, p. 1995-2005, Apr 2006.

WHITTING, L.D. & ALLARDICE, W.R. X-ray diffraction techniques. In: KLUTE, A. (ed.). **Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods**. Madison, Soil Sci. Soc of Am., 1986. p.331-359.

ZARAUZA, I. C.; SANUY, J. R.; TORRE, L. M. S.; TORRES, J. A. V.; MINONDO, L. V. **Estratigrafia**. Madrid: Editorial Rueda, 1977. 707p.

Anexos

ANEXO 1 - PERFIL 1**DATA:** 25/03/2010.**CLASSIFICAÇÃO:** PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura média (leve)/argilosa, A moderado, fase floresta caducifólia, relevo suave ondulado.**LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS:** Engenho Bonfim, talhão 17013, Usina Central Olho D'água, Município de Timbaúba-PE, coordenadas UTM 25M 0256193 mN e 9172982 mN.**SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:** Terço médio de encosta com declividades entre 5 a 12 %, sob cultura de cana-de-açúcar.**FORMAÇÃO GEOLÓGICA E LITOLOGIA:** Pré-Cambriano CD. Gnaisse.**MATERIAL DE ORIGEM:** Saprolito de gnaisse com influência de material transportado na superfície**PEDREGOSIDADE:** Não pedregoso com alguns trechos ligeiramente pedregosos.**ROCHOSIDADE:** Não rochoso.**RELEVO REGIONAL:** Suave ondulado.**RELEVO LOCAL:** Suave ondulado.**EROSÃO:** Laminar ligeira.**DRENAGEM:** Imperfeitamente drenado**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Floresta caducifólia.**USO ATUAL:** Cana-de-açúcar.**DESCRITO E COLETADO POR:** Mateus Rosas Ribeiro, Mateus Rosas Ribeiro Filho, José Thales Pantaleão Ferreira e José Fernando Wanderley Fernandes de Lima.**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

- A 0-27 cm; bruno-escuro (10YR 3/3, úmido), bruno (10YR 4/3, seco); franco-arenosa; maciça moderadamente coesa; muito dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
- E 27-39 cm; bruno (10YR 5/3, úmido), bruno-claro-acinzentado(10YR 6/3, seco); franco-arenosa; maciça moderadamente coesa; muito dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e ondulada (10-12 cm).
- Btn 39-60 cm; bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido), mosqueado abundante, pequeno e proeminente vermelho (2,5YR 4/6, úmido); argila; moderada, grande prismática; extremamente dura, muito firme, plástica e pegajosa; transição abrupta e ondulada 16-28 cm).
- R 60 cm+; Rocha consolidada, não penetrável.

OBSERVAÇÕES:

Muitas raízes no horizonte A, comuns no E e poucas no Bt.

O horizonte C pode ser observado em alguns pontos da trincheira, com o perfil se apresentando com profundidade de até 88 cm.

Presença de fragmentos de rocha na transição E/Bt, diferente da rocha do embasamento.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| ***Horizontes*** | | *****Granulometria***** | | | | | | | ****Densidade**** | | |
|------------------|--------|-------------------------------|-----|--------|-------|-----|-------|---------------|--------------------|------|------------|
| Símbolos | Prof. | AG | AF | Argila | Silte | ADA | GF | Silte/ Argila | Partícula | Solo | Porosidade |
| | **cm** | *****g kg ⁻¹ ***** | | | | | | | g cm ⁻³ | | (%) |
| Ap | 0-27 | 224 | 383 | 188 | 202 | 110 | 41,74 | 1,08 | 2,70 | 1,53 | 43,14 |
| E | 27-39 | 249 | 369 | 168 | 212 | 90 | 46,68 | 1,26 | 2,77 | 1,77 | 36,03 |
| Btn | 39-60 | 152 | 146 | 568 | 132 | 270 | 52,53 | 0,23 | 2,60 | 1,98 | 23,63 |

| Hor. | *****Complexo Sortivo***** | | | | | | | | | | | Valor V | m | PST | C org. | P |
|------|----------------------------|-----|---|------------------|-----------------|----------------|---------|------------------|------|-------|-------|---------|------|------|--------|---|
| | pH (1:2,5) | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Valor S | Al ³⁺ | H+Al | CTC | | | | | | |
| | Água | KCl | *****cmol _c kg ⁻¹ ***** | | | | | | | | | | | | | |
| Ap | 5,9 | 4,6 | 3,45 | 2,55 | 0,16 | 0,26 | 6,42 | 0,1 | 2,97 | 9,39 | 68,36 | 1,53 | 1,72 | 1,04 | 0,85 | |
| E | 5,6 | 4,1 | 1,80 | 2,05 | 0,14 | 0,07 | 4,06 | 0,4 | 1,98 | 6,04 | 67,19 | 8,98 | 2,25 | 0,77 | 0,50 | |
| Btn | 5,6 | 4,0 | 5,60 | 8,05 | 1,17 | 0,11 | 14,93 | 0,6 | 2,89 | 17,81 | 83,79 | 3,86 | 6,56 | 0,40 | 0,03 | |

| Horizontes | Pasta Saturada | | | | | |
|------------------------|----------------|--------------------------------------|---|----------------|------------------|------------------|
| | pH | C. E do Extrato | Na ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| | | dS m ⁻¹ 25 ^o C | *****cmol _c kg ⁻¹ ***** | | | |
| Perfil 1 (Tímbaúba-PE) | | | | | | |
| Ap | 6,8 | 0,542 | 0,130 | 0,026 | | |
| E | 7,0 | 0,359 | 0,120 | 0,021 | | |
| Bt | 6,8 | 0,398 | 0,168 | 0,013 | | |

ANÁLISE MINERALÓGICA DA FRAÇÃO AREIA

Horizonte A

Areia Grossa: Quartzo (96%): em grãos individuais e policristalinos, de cor branca e hialinos, em geral, subangulosos a subarredondados, alguns com incrustações de óxido de ferro apresentando cor avermelhada a alaranjada (raros). Também são observados grãos arredondados, grãos de cor cinza, por vezes grãos tabulares (raros) e alguns grãos com incrustação de óxido de manganês; **Fragmentos de rocha** (1%): constituída pelos seguintes

minerais por vezes orientados, quartzo, biotita, minerais opacos, Feldspatos, Anfibólios, Epidotos; **Fragmentos orgânicos** (1%): tecido vegetal, carvão, carapaça de animais e sementes; **Traços: Feldspatos:** em vias de alteração; **Biotita:** castanho claro e castanho esverdeado (possivelmente cloritizada); **Muscovita;** **Anfibólios;** **Sillimanita** (metamórfica?); **Agregados:** ferroso, ferro argiloso, manganoso; **Minerais opacos.**

Areia Fina: Quartzo (97%): quartzo em grãos individuais, predominantemente subangulosos a subarredondados, também sendo observados grãos arredondados a muito arredondados. Alguns grãos com óxido de ferro e outros com óxido de manganês incrustados; **Traços: Feldspatos:** alterado; **Biotita;** **Muscovita;** **Anfibólios;** **Epidotos;** **Zircão;** **Minerais opacos;** **Agregados:** argilosos e ferrosos; **Fragmentos orgânicos:** tecido vegetal, carapaça de animais, carvão e sementes.

Horizonte E

Areia Grossa: Quartzo (99%): ocorre em grãos individuais ou como agregados policristalinos de cor branca a hialinos, em geral angulosos, também sendo observados grãos subangulosos a subarredondados. Também se observa quartzo tabular e com inclusões de minerais opacos orientadas; **Traços: Feldspatos:** em vias de alteração, alguns de cor branca e outros de cor rosada; **Anfibólios:** de cor preta e verde; **Minerais opacos:** maghemita, magnetita dentre outros; **Biotita:** de cor amarronzada e acastanhada; **Agregados:** manganosos (preto), ferrosos (castanho avermelhado) e argilosos (bege) e transições entre eles; **Fragmento de rocha:** ± quartzo, ± Feldspatos, ± minerais opacos, ± Anfibólios, ± biotita; **Fragmentos orgânicos :** tecido vegetal e carapaça de animais.

Areia Fina: Quartzo (99%): em geral ocorre em grãos angulosos a subarredondados, também sendo observados grãos bem arredondados; cor branca a hialino; raros com cor avermelhada; **Traços: Feldspatos:** em vias de alteração, alguns de cor branca e outros de cor rosada; **Biotita:** amarronzada e acastanhada; **Anfibólios:** preto e verde; **Zircão;** **Epidotos;** **Agregados:** manganosos, ferrosos, argilosos e transições entre eles; **Fragmentos orgânicos:** tecido vegetal.

Horizonte Btn

Areia Grossa: Quartzo (99%): ocorrem em grãos individuais ou como agregados policristalinos, hialinos e brancos; raros grãos parcialmente recobertos por óxidos de ferro que lhe confere cor avermelhada. Predominam grãos angulosos a muito angulosos, também sendo encontrados raros grãos subarredondados a arredondados grãos de cor cinza e tabulares; **Traços: Feldspatos:** em vias de alteração, esbranquiçados e rosados; **Biotita:** amarronzada acastanhada; **Anfibólios:** preto e verde; **Epidotos;** **Minerais opacos:** dentre eles magnetita e maghemita; **Agregados ferruginosos;** **Fragmentos de rochas:** quartzo, Feldspatos, opacos, biotita; **Fragmentos orgânicos:** tecido vegetal e carapaça de animais.

Areia Fina: Quartzo (99%): ocorre em grãos individuais branco a hialinos; predominam os subangulares; **Traços: Feldspatos;** **Biotita:** castanho claro; **Anfibólios:** preto e verde; **Zircão;** **Epidotos;** **Titanita;** **Minerais opacos:** dentre eles magnetita e maghemita; **Agregados argilosos;** **Fragmentos orgânicos:** tecido vegetal;

ANEXO 2 - PERFIL 2**DATA:** 14/05/2010**CLASSIFICAÇÃO:** PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura média (leve)/argilosa, A moderado, fase caatinga hipoxerófila, relevo suave ondulado.**LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS:** Sítio Espinho Branco. lado direito da estrada PE-149. Município de Altinho-PE, coordenadas UTM 24L 0827309 mE e 9062144 mN.**SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:** Trincheira em terço médio de encosta, com declividades entre 2,5 a 5%, sob pastagem nativa.**FORMAÇÃO GEOLÓGICA E LITOLOGIA:** Pré-cambriano CD. Anfibólitos-biotita-gnaiss.**MATERIAL DE ORIGEM:** Saprolito da rocha do embasamento.**PEDREGOSIDADE:** Não pedregoso.**ROCHOSIDADE:** Não rochoso.**RELEVO REGIONAL:** Suave ondulado.**RELEVO LOCAL:** Suave ondulado.**EROSÃO:** Laminar ligeira a moderada.**DRENAGEM:** Imperfeitamente drenado.**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Caatinga hipoxerófila.**USO ATUAL:** Campo secundário usado como pastagem na pecuária bovina.**DESCRITO E COLETADO POR:** Mateus Rosas Ribeiro, Mateus Rosas Ribeiro Filho, José Thales Pantaleão Ferreira e José Fernando Wanderley Fernandes de Lima.**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

- A 0-19 cm; bruno-escuro (10YR 4/3, úmido), bruno (10YR 5/3, seco); franco-arenosa; maciça, moderadamente coesa; muito dura e extremamente dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
- E 19-25 cm; bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido), bruno (10YR 5/3, seco); franco-argilo-arenosa; fraca, pequena e média, blocos subangulares; muito dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e plana.
- Btn 25-55 cm; bruno-escuro (10YR 4/3, úmido), mosqueado, pouco, pequeno e difuso bruno-escuro (7,5YR 4/4, úmido); argila; moderada, média a muito grande primática; superfície de compressão moderada e comum; extremamente dura, muito firme, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
- BCn 55-75 cm; bruno (10YR 5/3, úmido); franco-argilo-arenosa; maciça coesa; extremamente dura, extremamente firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada (20-30 cm).
- Cr 75-95 cm+; saprolito da rocha do embasamento.

OBSERVAÇÕES:

Muitas raízes nos horizontes A e E, poucas no Btn e raras no BCn.

Muitos poros nos horizontes A e E; poucos em Btn, BCn e Cr.

Presença de fragmentos de rocha nos horizontes A e E.

Presença de minerais primários nos horizontes A, E, Btn e BCn, com grande quantidade no horizonte BCn.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| ***Horizontes*** | | *****Granulometria***** | | | | | | ****Densidade**** | | | Porosidade |
|------------------|--------|-------------------------------|-----|--------|-------|-----|-------|-------------------|--------------------|------|------------|
| Símbolos | Prof. | AG | AF | Argila | Silte | ADA | GF | Silte/ Argila | Partícula | Solo | |
| | **cm** | *****g kg ⁻¹ ***** | | | | | | (%) | g cm ⁻³ | | (%) |
| A | 0-19 | 343 | 293 | 188 | 173 | 130 | 31,14 | 0,92 | 2,89 | 1,78 | 38,41 |
| E | 19-25 | 360 | 285 | 236 | 118 | 130 | 44,92 | 0,50 | 2,71 | * | * |
| Btn | 25-55 | 260 | 132 | 468 | 138 | 410 | 12,54 | 0,30 | 2,59 | 1,81 | 30,31 |
| BCn | 55-75 | 375 | 199 | 308 | 115 | 250 | 19,04 | 0,37 | 2,77 | 1,96 | 29,20 |
| Cr | 75-95+ | 614 | 177 | 164 | 43 | 146 | 11,41 | 0,27 | 2,81 | 2,21 | 21,35 |

| Hor. | *****Complexo Sortivo***** | | | | | | | | | | | Valor V | M | PST | C org. | P |
|------|----------------------------|-----|---|------------------|-----------------|----------------|---------|------------------|------|-------|-------|---------|-------|------|--------|---|
| | pH (1:2,5) | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Valor S | Al ³⁺ | H+Al | CTC | | | | | | |
| | Água | KCl | *****cmol _c kg ⁻¹ ***** | | | | | | | | | | | | | |
| A | 5,9 | 4,6 | 3,55 | 3,25 | 0,22 | 0,16 | 7,18 | 0,3 | 2,64 | 9,82 | 73,11 | 4,01 | 2,21 | 1,25 | 0,15 | |
| E | 6,1 | 4,2 | 3,15 | 4,70 | 0,81 | 0,06 | 8,72 | 0,7 | 2,89 | 11,61 | 75,13 | 7,43 | 7,00 | 0,69 | 0,03 | |
| Btn | 6,0 | 4,2 | 6,80 | 15,20 | 2,32 | 0,05 | 24,38 | 0,7 | 2,14 | 26,51 | 91,95 | 2,79 | 8,77 | 0,69 | 0,01 | |
| BCn | 6,7 | 4,8 | 6,75 | 15,20 | 3,39 | 0,06 | 25,40 | 0,2 | 0,83 | 26,22 | 96,85 | 0,78 | 12,93 | 0,33 | 2,17 | |

| Horizontes | Pasta Saturada | | | | | |
|-----------------------|----------------|-------------------------|---|----------------|------------------|------------------|
| | pH | C. E do Extrato | Na ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| | | dS m ⁻¹ 25°C | *****cmol _c kg ⁻¹ ***** | | | |
| Perfil 2 (Altinho-PE) | | | | | | |
| A | 5,9 | 0,424 | 0,217 | 0,015 | | |
| E | 7,5 | 0,335 | 0,308 | 0,027 | | |
| Bt | 7,0 | 0,524 | 0,408 | 0,010 | | |
| BC | 7,0 | 1,658 | 1,176 | 0,006 | | |

ANÁLISE MINERALÓGICA DA FRAÇÃO AREIA

Horizonte A

Areia Grossa: Quartzo (94%): predominam grãos angulosos a muito angulosos de cor branca a hialinos; mas também em grãos subangulosos a subarredondados, neste caso em geral com cor avermelhada, dada pelo recobrimento parcial dos grãos por óxido de ferro. Observa-se ainda grãos de quartzo tabulares; **Feldspatos** (1%): em vias de alteração em grãos tabulares de cor rosa e branca; **Anfibólios** (1%): uns de cor verde claro e prismático colunar, e outro de cor preta tabular; **Agregados** (1%): **ferrosos** de cor marrom avermelhado escuro pouco friável, **argilo-ferrosos** de cor marrom avermelhado friável, e **manganosos** de cor preta, efervesce H_2O_2 a 10% a frio; **Fragmentos de rochas** (1%): quartzo, minerais opacos, biotita, Feldspatos, +/- granada; **Fragmentos orgânicos** (1%): tecido vegetal, raízes, sementes, carvão mineral e carapaça de animais; **Traços: Biotita**: por vezes subédricas com cor que vai de marrom acastanhado ao marrom esverdeado; **Epidotos**: grãos irregulares de cor verde característica; **Minerais opacos**: dentre eles magnetita (subédrica) e a maghemita.

Areia Fina: Quartzo (93%): em geral grãos individuais hialinos, angulosos a muito angulosos, por vezes subangulosos a subarredondados, alguns grãos apresentam incrustações de óxido de ferro, que lhes confere cor avermelhada. Também se observa grão tabular; **Anfibólios** (3%): verde claro prismático e preto tabular; **Biotita** (1%): em vias de alteração; **Minerais opacos** (1%): dentre eles magnetita; **Traços: Feldspatos; Epidotos; Titanita**: anédrica a subédrica; **Apatita; Zircão** euédrico; **Agregados**: argilosos e ferrosos e transições; **Fragmentos de rochas**: quartzo, minerais opacos, anfibólios, biotita; **Fragmentos orgânicos**: tecido vegetal, carvão e carapaça de animais.

Horizonte E

Areia Grossa: Quartzo (93%): predominam grãos angulosos a muito angulosos de cor branca a hialinos; mas também em grãos subangulosos a subarredondados. Alguns grãos apresentam incrustações de óxido de manganês (cor preta, reagente a H_2O_2 a 10% a frio) e outros de óxido de ferro (cor avermelhada); **Feldspatos** (1%): em vias de alteração em grãos tabulares de cor rosa e branca; **Anfibólios** (1%): de cor verde claro e de cor preta, os últimos apresentando material avermelhado nos planos de clivagens; **Agregados** (1%): ferrosos, argilo-ferrosos e manganosos; **Fragmentos de rochas** (1%): quartzo, minerais opacos, biotita, Feldspatos, anfibólios; **Traços: Biotita**: marrom acastanhado a preta; **Epidotos; Minerais opacos**: dentre eles magnetita e maghemita; **Titanita; Fragmentos orgânicos**: tecido vegetal e carvão.

Areia Fina: Quartzo (95%): em geral grãos individuais hialinos, angulosos a muito angulosos, por vezes subangulosos a subarredondados, alguns grãos apresentam incrustações de óxido de ferro, que lhes confere cor avermelhada. Também se observa grão tabular; **Anfibólios** (2%); **Traços: Biotita; Feldspatos**: alguns bastante alterados e friáveis de cor branca; **Epidotos;; Apatita; Zircão** euédrico; **Agregados**: argilosos, manganosos e ferrosos; **Fragmentos orgânicos**: tecido vegetal, carvão.

Horizonte Btn

Areia Grossa: Quartzo (92%): agregados policristalinos e grãos individuais, brancos e hialinos, por vezes com cores amareladas e/ou avermelhadas (óxido de ferro incrustado), em geral grãos angulosos a muito angulosos, mas também muitos grãos subangulosos a subarredondados; **Feldspatos** (2%): rosado e esbranquiçado; **Fragmentos de rocha** (2%): quartzo, minerais opacos, Anfibólitos, biotita, Feldspatos; **Anfibólitos** (1%): alguns grãos são prismáticos tabulares de cor preta e outros são prismáticos colunares de cor verde; **Agregados** (1%): manganosos arredondados, ferrosos arredondados, argiloso de cor bege e branca mosqueado; **Traços: Biotita**: marrom acastanhado; **Epidotos; Minerais opacos**: alguns magnéticos; **Fragmentos orgânicos**: tecido vegetal e carapaça de animais.

Areia Fina: Quartzo (93%): em geral grãos individuais angulosos a muito angulosos, hialinos e brancos, por vezes com cor avermelhada (óxido de ferro). Também ocorrem grãos subarredondados a subangulosos; **Biotita** (2%): castanha, por vezes com inclusões de minerais opacos; **Anfibólitos** (2%); **Traços: Feldspatos**: envias de alteração, esbranquiçado sem brilho o característico; **Epidotos; Zirção; Minerais opacos**: alguns magnéticos; **Agregados**: argilosos de cor branca a bege e argilo-ferrosos de cor avermelhado e menos friável; **Fragmentos orgânicos**: tecido vegetal, sementes e carvão.

Horizonte BCn

Areia Grossa: Quartzo (70%): grãos individuais, em geral hialinos e/ou agregados policristalinos de cor branca e mais raramente hialinos, angulosos a muito angulosos, alguns raros grãos apresentando cor avermelhada (óxido de ferro incrustado); **Biotita** (16%): de cor preta apresentando cor marrom acastanhado nos planos de clivagem; **Fragmentos de rocha** (5%): quartzo, Feldspatos, biotita, minerais opacos, Anfibólitos; **Feldspatos** (4%): róseo, brancos a hialino; **Anfibólitos** (4%): predomina os de cor preta, observando geralmente material de cor amarronzado entre os planos de clivagem; **Traços: Minerais opacos**: dentre eles magnetita; **Agregados**: manganosos, ferrosos, argilosos; **Granada; Fragmentos orgânicos**: tecido vegetal.

Areia Fina: Quartzo (49%): grãos angulosos a muito angulosos, hialinos e branco; **Biotita** (45%): de cor marrom acastanhado; **Anfibólitos** (3%); **Feldspatos** (2%); **Traços: Epidotos; Apatita; Minerais opacos**: entre ele magnetita; **Zirção; Agregados**: argiloso; argilo-ferroso; manganoso.

Horizonte Cr

Areia Grossa: Fragmentos de Rocha (40%): quartzo, minerais opacos, Anfibólitos, Feldspatos, biotita, Epidotos; **Quartzo** (20%) angulosos a muito angulosos, branco a hialino, policristalinos e em grãos individuais; **Biotita** (18%): castanho avermelhado, sem brilho característico; **Anfibólitos** (12%); **Feldspatos** (5%): alguns fragmentos estão bem alterados, e são friáveis; **Traços: Minerais opacos**: dentre eles magnetita; **Titanita**.

Areia Fina: Quartzo (47%): angulosos a muito angulosos branco e hialino em grãos individuais; **Biotita** (28%): de cor castanha; **Anfibólitos** (16%); **Feldspatos** (6%): em vias de alteração; **Traços: Epidotos; Minerais opacos; Zirção; Serecita**;

ANEXO 3 - PERFIL 3**DATA:** 14/05/2010.**CLASSIFICAÇÃO:** PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura média (leve)/média, A moderado, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano e suave ondulado.**LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS:** Lado direito da BR-230, depois do aeroporto Município de Arcoverde, coordenadas UTM 24L 0710092 mE e 9069986 mN.**SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:** Topo plano de elevação muito suave, sob campo secundário (caatinga em regeneração).**FORMAÇÃO GEOLÓGICA E LITOLOGIA:** Pré-cambriano CD. Gnaisse.**MATERIAL DE ORIGEM:** Saprólito da rocha do embasamento, com influência de material transportado no horizonte A.**PEDREGOSIDADE:** Poucos calhaus à superfície.e no topo do Btn**ROCHOSIDADE:** Presença de afloramentos esparsos na área da unidade. Ausente no local.**RELEVO REGIONAL:** Plano e Suave ondulado.**RELEVO LOCAL:** Plano.**EROSÃO:** Laminar ligeira**DRENAGEM:** Imperfeitamente drenado**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Caatinga hiperxerófila**USO ATUAL:** Pastagem nativa na caatinga em regeneração.**DESCRITO E COLETADO POR:** Mateus Rosas Ribeiro, Mateus Rosas Ribeiro Filho, José Thales Pantaleão Ferreira e José Fernando Wanderley Fernandes de Lima.**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

- A 0-20 cm; bruno-escuro (10YR 4/3, úmido), bruno (10YR 5/3, seco); franco-arenosa; moderada, muito pequena e pequena granular e blocos subangulares; ligeiramente dura e dura, friável, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e plana.
- E 20-22 cm; bruno-acinzentado (10YR 5/2, úmido) e cinzento (10YR 7/2, seco); areia-franca; maciça pouco coesa; dura, friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e irregular (2-4 cm)
- Btn 22-48 cm; bruno (10YR 5/3, úmido); franco-argilo-arenosa com cascalho; moderada a forte, grande e muito grande colunar; extremamente dura, extremamente firme, plástica e pegajosa; transição clara e plana.
- BCn 48-66 cm; bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, úmido); franco argilo-arenosa cascalhenta; maciça, coesa; extremamente dura, extremamente firme, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
- Cr 66-88 cm+; saprolito da rocha do embasamento.

OBSERVAÇÕES:

Muitos poros nos horizontes A e E; poucos nos horizontes Btn e BCn.

Muitas raízes no horizonte A e E; raras nos horizontes Btn e BCn.

O horizonte E tem espessura entre 2 e 6 cm, penetrando entre as unidades estruturais do Btn, variando a profundidade entre 22 e 26cm.

Presença de cascalhos e calhaus desarestados no horizonte A, preferencialmente coincidindo com o topo do Btn.

Alguns calhaus penetram nas fendas entre as estruturas colunares.
Grande quantidade de minerais primários nos horizontes Btn e BCn.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| ***Horizontes*** | | *****Granulometria***** | | | | | | | ****Densidade**** | | Porosidade |
|------------------|--------|-------------------------------|-----|--------|-------|-----|-------|---------------|--------------------|------|------------|
| Símbolos | Prof. | AG | AF | Argila | Silte | ADA | GF | Silte/ Argila | Partícula | Solo | |
| | **cm** | *****g kg ⁻¹ ***** | | | | | | | g cm ⁻³ | | (%) |
| A | 0-20 | 576 | 172 | 148 | 101 | 70 | 52,96 | 0,68 | 2,74 | 2,02 | 26,54 |
| E | 20-22 | 688 | 125 | 108 | 76 | 50 | 54,04 | 0,70 | 2,66 | 1,73 | 34,96 |
| Btn | 22-48 | 423 | 101 | 328 | 146 | 270 | 17,88 | 0,45 | 2,73 | 1,92 | 29,67 |
| BCn | 48-66 | 360 | 129 | 348 | 160 | 290 | 16,86 | 0,46 | 2,65 | 1,92 | 27,44 |
| Cr | 66-88+ | 531 | 116 | 264 | 87 | 236 | 10,88 | 0,33 | 2,66 | 2,57 | 3,38 |

| Hor. | *****Complexo Sortivo***** | | | | | | | | | | | | | | |
|------|----------------------------|-----|--|------|------|------|-------|-----|------|-------|-------------|------|-------|----------------------|---------------------|
| | pH (1:2,5) | | Ca ²⁺ Mg ²⁺ Na ⁺ K ⁺ Valor S Al ³⁺ H+Al CTC | | | | | | | | Valor V | M | PST | C org. | P |
| | Água | KCl | *****cmol _c kg ⁻¹ ***** | | | | | | | | *****%***** | | | dag kg ⁻¹ | mg kg ⁻¹ |
| A | 7,8 | 6,9 | 3,95 | 1,45 | 0,06 | 0,46 | 5,93 | 0,1 | 0,08 | 6,01 | 98,63 | 1,37 | 1,07 | 1,25 | 5,39 |
| E | 7,7 | 6,1 | 1,20 | 1,55 | 0,17 | 0,16 | 3,08 | 0,1 | 0,17 | 3,25 | 94,92 | 5,08 | 5,23 | 0,65 | 1,12 |
| Btn | 7,2 | 5,6 | 6,00 | 6,75 | 1,70 | 0,20 | 14,66 | 0,1 | 0,66 | 15,32 | 95,69 | 4,31 | 11,11 | 0,49 | 0,31 |
| BCn | 7,1 | 5,5 | 7,05 | 8,75 | 2,95 | 0,14 | 18,89 | 0,1 | 0,66 | 19,55 | 96,62 | 3,38 | 15,07 | 0,41 | 4,04 |

| Horizontes | Pasta Saturada | | | | | |
|------------|----------------|-------------------------|---|----------------|------------------|------------------|
| | pH | C. E do Extrato | Na ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| | | dS m ⁻¹ 25°C | *****cmol _c kg ⁻¹ ***** | | | |
| | | Perfil 3 (Arcoverde) | | | | |
| A | 7,7 | 0,41 | 0,197 | 0,080 | | |
| E | * | * | * | * | | |
| Bt | 7,7 | 0,587 | 0,467 | 0,080 | | |
| BC | 7,5 | 1,307 | 1,170 | 0,057 | | |

ANÁLISE MINERALÓGICA DA FRAÇÃO AREIA

Horizonte A

Areia Grossa: Quartzo (94%): grãos individuais e agregados policristalinos em geral branco a hialinos, arredondados a subarredondados, que podem apresentar cor vermelha e alaranjada por incrustação de óxido de ferro. Também são observados grãos tabulares e grãos euédricos (prismático hexagonal); **Fragmentos de rochas** (2%): quartzo, biotita, clorita, Feldspatos, minerais opacos, Epidotos, Anfibólios; **Feldspatos** (1%): alguns com cor rosada e outros de cor branca; **Fragmentos orgânicos** (1%): tecido vegetal, carapaça animais e carvão; **Traços: Biotita:** marrom acastanhado; **Epidotos; Agregados argilo-ferroso.**

Areia Fina: Quartzo (93%): em geral grãos individuais angulosos a muito angulosos também sendo comuns grãos subangulosos a subarredondados, de cor branca e hialinos. Alguns apresentam cor cinza, podem ser tabulares e ter inclusões orientadas de minerais opacos; **Biotita e Clorita** (2%): marrom a acastanhado e verde acastanhado, respectivamente; **Fragmentos orgânicos** (1%): tecido vegetal, carapaça de animais, carvão e sementes; **Traços: Feldspatos:** em vias de alteração; **Anfibólios:** verde escuro a verde claro e preto; **Epidotos; Minerais opacos:** dentre eles magnetita e maghemita; **Agregados:** argilo-ferrosos de cor marrom avermelhada friável.

Horizonte E

Areia Grossa: Quartzo (97%): agregados policristalinos ou em grãos individuais; hialinos e branco; mostrando cor alaranjada associada a incrustações com óxido de ferro, predomina grãos subarredondados a subangulosos. Também são observados grãos de cor cinza, grãos tabulares e com inclusões orientadas de minerais opacos, além de grãos subédricos; **Feldspatos** (1%): branco e rosa, tabulares, com duas direções de clivagens, alguns apresentando brilho nacarado e outros mostrando brilho terroso, evidenciando sinal de alteração; **Traços: Biotita:** castanho em vias de alteração; **Anfibólios; Epidotos; Minerais opacos; Agregados argilosos:** por vezes apresentando cor branca a bege por vezes rósea; **Fragmentos de rocha** quartzo, Feldspatos, biotita, minerais opacos, Anfibólios, Epidotos; **Fragmentos orgânicos:** tecido vegetal e carapaça de animais.

Areia Fina: Quartzo (97%): cor branca e hialino, em geral em grãos individuais, subangulosos a subarredondados; **Traços: Feldspatos; Biotita:** em vias de alteração; **Anfibólios; Epidotos; Zircão; Agregados:** argiloso a argilo-ferroso; **Minerais opacos; Fragmentos orgânicos:** tecido vegetal, carvão e carapaça de animais;

Horizonte Btn

Areia Grossa: Quartzo (95%): em geral grãos brancos e hialinos, subangulosos a subarredondados por vezes com cor amarelada a rosada (incrustação de óxido de Fe), raros grãos tabulares, cor cinza; **Fragmentos de rocha** (2%): quartzo, Feldspatos, Anfibólios, biotita, minerais opacos e Epidotos; **Feldspatos** (1%): rosado e branco, em vias de alteração; **Traços: Epidotos; Biotita; Anfibólios; Agregados argilosos:** apresentando cores bege, rosado e cinza; **Minerais opacos:** dentre eles magnetita e maghemita entre outros; **Fragmentos orgânicos:** tecido vegetal.

Areia Fina: Quartzo (97%): grãos individuais hialinos e brancos em geral angulosos a subangulosos; raros grãos mostram incrustação de óxido de ferro; **Traços: Feldspatos:** rosado e branco em vias de alteração; **Biotita:** castanho esverdeado e castanho; **Epidotos;**

Anfibólios: preto com material castanho nas clivagens e de cor verde; **Zircão;** **Titanita;** **Minerais opacos:** dentre eles maghemita e magnetita; **Agregados argilosos:** bege a branco; **Fragmentos orgânicos:** tecidos vegetais, carapaça de animais, sementes;

Horizonte BCn

Areia Grossa: Quartzo (93%): predomina grãos angulosos a muito angulosos, porém também são observados grãos subangulosos até subarredondados especialmente na fração mais grossa, também são encontrados grãos tabulares, grãos de cor cinza e grãos subédricos (veios); **Fragmentos de rocha** (3%): quartzo, Anfibólios, minerais opacos, biotita, Feldspatos, Epidotos; **Feldspatos** (2%): alguns em vias de alteração apresentando cor esbranquiçada e brilho terroso; **Traços: Biotita:** castanho a marrom esverdeado em vias de alteração; **Anfibólios:** verde e preto; **Epidotos; Minerais opacos:** dentre eles a maghemita tabular; **Agregados argilosos:** bege a róseo; **Fragmento orgânico:** tecido vegetal;

Areia Fina: Quartzo (88%): grãos individuais hialinos e branco, angulosos a muito angulosos; **Biotita** (8%): marrom a marrom acastanhado; **Feldspatos** (2%); **Anfibólios** (1%); **Traços: Epidotos; Zircão; Minerais opacos:** dentre eles magnetita e maghemita; **Agregados argilosos:** de cor branca, rósea e cinza; **Fragmentos orgânicos:** tecido vegetal e carapaça de animais;

Horizonte Cr

Areia Grossa: Fragmentos de rochas (52%): quartzo, Feldspatos, anfibólios, biotita, minerais opacos, Epidotos; **Quartzo** (20%): agregados policristalinos e grãos individuais em geral branco e hialino, alguns grãos apresentam de cor avermelhada por incrustações óxido de ferro. Observam-se raros grãos arredondados a subarredondados; **Biotita** (19%): preta e marrom acastanhado, evidenciando sinais de alterados; **Feldspatos** (8%): de cor rosada, bege e branca, pouco alterados; **Traços: Minerais opacos:** dentre eles magnetita, por vezes oxidado; **Anfibólios; Fragmentos orgânicos:** raízes.

Areia Fina: Biotita (48%): marrom acastanhado; **Quartzo** (40%): angulosos a muito angulosos, com raros grãos arredondados a subarredondados; **Anfibólios** (8%); **Feldspatos** (3%): alterados, branco e bege, alterando para sercicita; **Traços: Minerais opacos, Epidotos, Apatita:** acicular, **Titanita, Fragmentos de rocha:** quartzo, biotita, minerais opacos, Feldspatos.

ANEXO - PERFIL 4**DATA:** 26/07/2010.**CLASSIFICAÇÃO:** PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico salino, textura média (leve)/média, A fraco, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano e suave ondulado.**LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS:** Estrada Jataúba, PE – Congo, PB, Município de Jataúba-PE, coordenadas UTM 24M 0773102 mE e 9118436 mN.**SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:** Topo de elevação, praticamente plano, sob caatinga hiperxerófila.**FORMAÇÃO GEOLÓGICA E LITOLOGIA:** Pré-cambriano CD. Gnaïsse.**MATERIAL DE ORIGEM:** Saprolito da rocha do embasamento, com influência de material transportado no A.**PEDREGOSIDADE:** Pedregoso.**ROCHOSIDADE:** Não rochoso no local. Rochosidade localizada em alguns pontos na área da unidade.**RELEVO REGIONAL:** Plano e suave ondulado**RELEVO LOCAL:** Plano**EROSÃO:** Laminar ligeira a moderada e em sulcos localizados.**DRENAGEM:** Imperfeitamente drenado**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Caatinga hiperxerófila arbustiva aberta.**USO ATUAL:** Pastagem nativa na caatinga.**DESCRITO E COLETADO POR:** Mateus Rosas Ribeiro, Mateus Rosas Ribeiro Filho, José Thales Pantaleão Ferreira e José Fernando Wanderley Fernandes de Lima.**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

- A 0-15 cm; bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido), bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, seco); franco-arenosa; maciça moderadamente coesa; muito dura, firme, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição abrupta e ondulada (15-20 cm)..
- Btn1 15-35 cm; bruno-escuro (10YR 4/3, úmido); franco-argilo-arenosa; forte, muito grande colunar, composta de fraca a moderada, grande, muito grande, blocos angulares; extremamente dura, extremamente firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
- Btn2 35-55 cm; bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, úmido); franco-argilo-arenosa; forte, muito grande colunar, composta de moderada, grande a muito grande blocos angulares; extremamente dura, extremamente firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana
- Cr1 55-90 cm; saprolito, com presença de material grosseiro; transição clara e ondulada (35-45 cm).
- Cr2 90-120 cm+;saprólito de rocha xistosa, com muita mica.

OBSERVAÇÕES:

Muitos poros no horizonte A; poucos no Btn1 e Btn2; comuns no Cr1; muitos no Cr2.

Muitas raízes no horizonte A; raras em Btn1, Btn2, Cr1 e Cr2.

Presença de horizonte E de 2cm na transição entre A e Btn1, com penetração entre as unidades estruturais.

As raízes penetram entre as unidades estruturais.

Presença de crosta superficial de 3cm, no topo do A.
A pedregosida aparece concentrada em alguns trechos.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

| ***Horizontes*** | | *****Granulometria***** | | | | | | ****Densidade**** | | | Porosidade | |
|------------------|--------|-------------------------------|-----|--------|-------|-----|------|-------------------|-----------|---------------------------|------------|-----|
| Símbolos | Prof. | AG | AF | Argila | Silte | ADA | GF | Silte/ Argila | Partícula | Solo | | |
| | **cm** | *****g kg ⁻¹ ***** | | | | | | (%) | | ***g cm ⁻³ *** | | (%) |
| An | 0-15 | 197 | 450 | 148 | 202 | 90 | 39,5 | 1,36 | 2,77 | 1,92 | 30,79 | |
| Btn1 | 15-35 | 343 | 213 | 308 | 134 | 250 | 19,0 | 0,44 | 2,73 | 1,94 | 28,72 | |
| Btn2 | 35-55 | 265 | 275 | 288 | 169 | 250 | 13,4 | 0,59 | 2,70 | 1,93 | 28,45 | |
| Cr 1 | 55-90 | 395 | 224 | 264 | 115 | 236 | 48,3 | 1,18 | 2,73 | 1,94 | 28,86 | |
| Cr 2 | 90-120 | 522 | 279 | 104 | 94 | 96 | 66,2 | 0,38 | 2,85 | 2,55 | 10,42 | |

| Hor. | *****Complexo Sortivo***** | | | | | | | | | | | | | | |
|------|----------------------------|-----|---|------------------|-----------------|----------------|---------|------------------|-------------|-------|---------|----------------------|---------------------|--------|------|
| | pH (1:2,5) | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Valor S | Al ³⁺ | H+Al | CTC | Valor V | m | PST | C org. | P |
| | Água | KCl | *****cmol _c kg ⁻¹ ***** | | | | | | *****%***** | | | dag kg ⁻¹ | mg kg ⁻¹ | | |
| An | 5,6 | 5,9 | 2,60 | 1,80 | 0,81 | 0,11 | 5,32 | 0,1 | 0,50 | 5,82 | 91,49 | 8,51 | 13,97 | 0,55 | 0,69 |
| Btn1 | 5,1 | 5,1 | 6,45 | 5,85 | 4,90 | 0,04 | 17,24 | 0,1 | 0,91 | 18,15 | 95,00 | 5,00 | 27,01 | 0,47 | 0,06 |
| Btn2 | 6,1 | 6,3 | 6,55 | 8,30 | 6,59 | 0,05 | 21,50 | 0 | 0,17 | 21,66 | 99,24 | 0,76 | 30,43 | 0,28 | 0,82 |

| Horizontes | Pasta Saturada | | | | | |
|--------------------|----------------|---------------------------|---|----------------|------------------|------------------|
| | pH | C. E do Extrato | Na ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| | | dS m ⁻¹ 25°C | *****cmol _c kg ⁻¹ ***** | | | |
| Perfil 4 (Jataúba) | | | | | | |
| A | 6,8 | 0,818 | 0,694 | 0,081 | | |
| Bt 1 | 7,3 | 9,31 mS cm ⁻¹ | 7,820 | 0,013 | | |
| Bt 2 | 7,5 | 10,11 mS cm ⁻¹ | 10,112 | 0,012 | | |

ANÁLISE MINERALÓGICA DA FRAÇÃO AREIA

Perfil 4 (Jataúba)- Horizonte A

Areia Grossa: Quartzo (95%): em grãos individuais e em agregados policristalinos branco e hialinos, por vezes mostrando cor avermelhada e alaranjada associada a incrustações de óxidos de ferro. Predomina grãos angulosos a muito angulosos, também sendo encontrados grãos subangulosos a subarredondados especialmente na porção mais grossa; **Fragmentos orgânicos** (2%): tecido vegetal, semente, carapaça de animais e carvão; **Fragmentos de rochas** (1%): quartzo, biotita, minerais opacos, Feldspatos; **Traços: Feldspatos; Biotita**: preta e marrom acastanhado; **Anfibólios**: preto e verde; **Minerais opacos**: dentre eles magnetita e maghemita; **Agregados**: ferrosos, de cor marrom avermelhada bastante resistentes à compressão, e argilo-ferrosos, de cor marrom-avermelhada pouco resistente.

Areia Fina: Quartzo (98%): predomina grãos individuais hialinos e angulosos a muito angulosos; **Traços: Feldspatos; Biotita; Anfibólios; Zircão; Minerais opacos**: dentre eles magnetita e maghemita; **Agregados**: argilosos e ferrosos; **Fragmentos orgânicos**: tecido vegetal, e carvão.

Horizonte Btn1

Areia Grossa: Quartzo (96%): agregados policristalinos e grãos individuais branco e hialinos em geral angulosos a muito angulosos, sendo também observado grãos subarredondados a subanguloso, especialmente na porção mais grossa. Alguns grãos mostram cor acinzentada, enquanto outros mostram cor alaranjada-avermelhada devido a incrustações de óxido de manganês e óxido de ferro, respectivamente; **Traços: Feldspatos**: em vias de alteração; **Biotita**: castanho; **Anfibólios**: preto e verde escuro; **Epidotos; Granada(?)**; **Zircão** euédrico; **Minerais opacos**: dentre eles magnetita e maghemita; **Agregados manganosos e argilo-ferrosos e ferrosos; Fragmentos de rochas**: quartzo, Feldspatos, biotita, minerais opacos; **Fragmentos orgânicos**: tecido vegetal e carapaça de animais.

Areia Fina: Quartzo (97%): em geral angulosos a muito angulosos; alguns poucos com óxidos de ferro incrustados; **Traços: Feldspatos**: em vias de alteração; **Biotita**: castanho e marrom; **Mica branca(?)**; **Anfibólios**: em vias de alteração, material de cor marrom nos planos de clivagem; **Epidotos; Titanita; Zircão; Apatita**: acicular; **Fragmentos orgânicos**: tecido vegetal e carapaça de animais.

Perfil 4 (Jataúba)- Horizonte Btn2

Areia Grossa: Quartzo (97%): grãos angulosos a muito angulosos, de cor alaranjada a avermelhada associada a presença de óxido de ferro. Também sendo observados grãos subangulosos a subarredondados; **Traços: Feldspatos** em vias de alteração; **Biotita castanho; Anfibólios verde escuro; Epidotos; Turmalina(?)**; **Zircão; Minerais opacos**: dentre eles magnetita e maghemita; **Agregados ferrosos e manganosos; Fragmentos de rocha**: quartzo, Feldspatos, Anfibólios, biotita, minerais opacos; **Fragmentos orgânicos**: tecido vegetal e sementes.

Areia Fina: Quartzo (98%): predomina os grãos angulosos a muito angulosos de cor branca e hialina, mas também ocorrem grãos arredondados a subarredondados; **Traços: Feldspatos** em vias de alteração; **Biotita**: castanha e de cor verde (cloritizada); **Anfibólios**: verde e preto;

Epidotos; Zircão; Minerais opacos: dentre eles magnetita e maghemita; **Agregados:** argiloso, ferroso e manganoso; **Fragmentos orgânicos:** tecido vegetal e carapaça de animais.

Perfil 4 (Jataúba)- Horizonte Cr1

Areia Grossa: Fragmentos de rocha (60%): quartzo, Feldspatos, Anfibólios, minerais opacos, biotita; **Quartzo** (24%): em grãos angulosos a muito angulosos, brancos e hialinos, por vezes sendo observado grãos tabulares; **Anfibólios** (7%): uns de cor preta e outros de cor verde claro. Alguns mostram alteração no plano de clivagem que para um material de cor marrom avermelhada; **Biotita** (5%): de cor preta e marrom acastanhada, parecendo constituir agregados de biotitas pequenas (fração areia fina); **Feldspatos** (3%); **Traços: Minerais opacos:** dentre eles magnetita; **Granada(?); Fragmentos orgânicos:** tecido vegetal;

Areia Fina: Quartzo (50%): angulosos a muito angulosos com raros subarredondados a subangulosos de cor branca e hialino; **Biotita** (30%); **Anfibólios** (12%); **Feldspatos** (2%): alguns alterados formando agregados argilosos prismático de cor branca (caulinita ?) aglutinando diminutas micas brancas (sercica); **Traços: Titanita; Zircão; Granada(?); Minerais opacos.**

Horizonte Cr2

Areia Grossa: Fragmentos de rocha (90%): quartzo, Anfibólios, biotita (clorita?), Feldspatos, minerais opacos; **Quartzo** (6%): angulosos a muito angulosos; **Biotita** (1%); **Feldspatos** (1%); **Anfibolios** (1%); **Traços:** Minerais opacos; **Fragmentos orgânicos:** tecido vegetal

Areia Fina: Quartzo (48%): angulosos a muito angulosos; **Biotita** (35%); **Anfibólios** (15%); **Feldspatos** (1%); **Traços: Minerais opacos:** entre eles magnetita; **Zircão.**

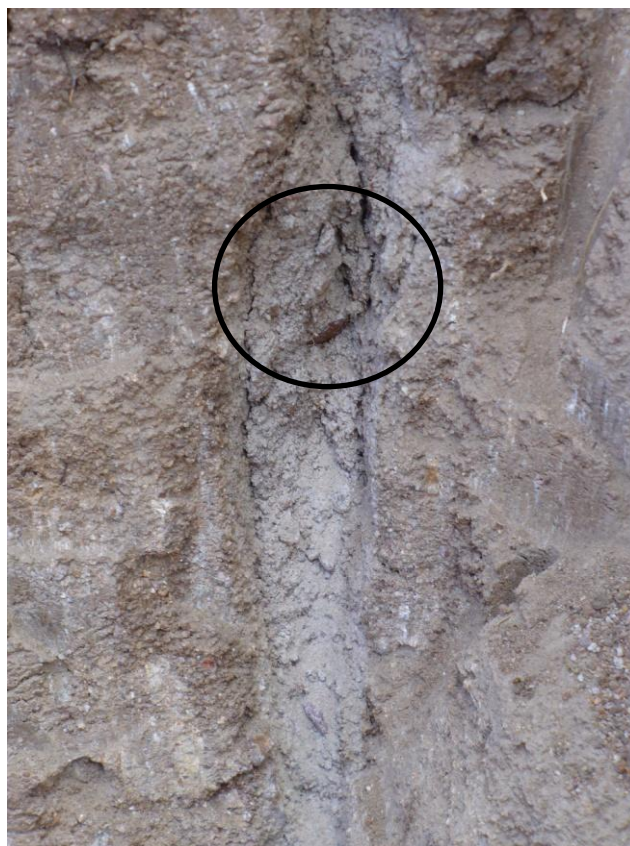


Figura 28 – Penetração do horizonte E e de fragmentos de rocha entre as unidades estruturais do horizonte Bt de Arcoverde.



Figura 29 – Presença de fragmentos de rocha no topo do horizonte Bt do perfil de Arcoverde.

Figuras com minerais presentes na fração areia dos solos estudados.



Figura 30 – Agregados manganoso, presente na areia grossa do horizonte A do perfil de Altinho.



Figura 31 – Grão de biotita em processo de alteração, presente na areia grossa do horizonte A do perfil de Altinho.



Figura 32 – Grão de anfibólio, presente na fração areia grossa do horizonte BC do perfil de Altinho.



Figura 33 – Grão de quartzo subarredondado com incrustações de óxido de ferro, presente na areia grossa do horizonte A do perfil de Altinho.



Figura 34 – Grão de biotita, presente na fração areia grossa do horizonte BC do perfil de Altinho.



Figura 35 – Grão de feldspato com sinais de alteração, presente na fração areia grossa do horizonte BC do perfil de Altinho.



Figura 36 – Agregados argiloso, presente na fração areia grossa do horizonte Bt do perfil de Altinho.



Figura 37 – Grão de feldspato em vias de alteração com incrustações de óxido de ferro, presente na fração areia grossa do horizonte Bt do perfil de Altinho.



Figura 38 – Grão de feldspato róseo em vias de alteração, presente na fração areia grossa do horizonte Bt do perfil de Altinho.



Figura 39 – Grão de quartzo com incrustação de biotita, presente na fração areia grossa do horizonte Bt do perfil de Altinho.



Figura 40 – Grão de quartzo subangular com incrustação de óxido de ferro, presente na fração areia grossa do horizonte E do perfil de Altinho.



Figura 41 – Grãos de quartzo subarredondados com incrustação de óxido de ferro, presente na fração areia grossa do horizonte Bt do perfil de Arcoverde.