

LAÉRCIO VIEIRA DE MELO WANDERLEY NEVES

**CARACTERIZAÇÃO DE NITOSSOLOS HÁPLICOS-ARGISSOLO
AMARELO EM UMA TOPOLITOSSEQUÊNCIA NA BACIA CABO,
SIRINHAÉM - PE**

Orientador: Prof. Valdomiro Severino de Souza Júnior.

Recife – PE

2014

LAÉRCIO VIEIRA DE MELO WANDERLEY NEVES

**CARACTERIZAÇÃO DE NITOSSOLOS HÁPLICOS-ARGISSOLO
AMARELO EM UMA TOPOLOTOSSEQUÊNCIA NA BACIA CABO,
SIRINHAÉM - PE**

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

Orientador: Prof. Valdomiro Severino de Souza Júnior

Recife – PE

2014

LAÉRCIO VIEIRA DE MELO WANDERLEY NEVES

Dissertação intitulada **CARACTERIZAÇÃO DE NITOSSOLOS HÁPLICOS-ARGISSOLO AMARELO EM UMA TOPOLOGIA SEQUÊNCIA NA BACIA CABO, SIRINHAÉM-PE, PERNAMBUCO**, apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre, e aprovada em 10 de março de 2014.

Prof. Dr. Valdomiro Severino de Souza Júnior (UFRPE - DEPA)
Presidente da banca examinadora
(Orientador)

Dr. Alexandre Ferreira do Nascimento (Embrapa Solos)
(Examinador)

Prof. Dr. Marcelo Metri Corrêa (UFRPE - UAG)
(Examinador)

Prof. Dr. Mateus Ribeiro Filho (UFRPE - DEPA)
(Examinador)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, através do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, pela grande oportunidade concedida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela bolsa de estudos e fomento ao presente trabalho.

Ao professor Valdomiro Severino de Souza Junior, orientador desde a iniciação científica e neste trabalho, pelo seu empenho, amizade e exemplo a ser seguido, por sua ética profissional e seus valores humanos.

Ao professor Mateus Rosas Ribeiro, *In memoriam*, pelos seus ensinamentos e contribuição nos trabalhos de campo.

Aos colegas docentes que integram o PPGCS, em especial à Juliet, Eloá, Glêvia, Elis, Stephany, Luís Antônio, Diego, Kairon e Danillo pela amizade e disponibilidade para transmitir conhecimentos e experiências.

Ao Engenheiro Agrônomo José Fernando W. F. de Lima (Zeca) pela ajuda nos trabalhos de campo e orientações na manutenção e preparo das amostras.

Um agradecimento especial a Maria da Conceição, Suzana, Regilene, Eloise, Elaine Almeida, Jane Kelly e Edivan Uchôa pela disponibilidade e repasse de conhecimentos no dia a dia de laboratório, corredores, cafezinhos etc..

Aos funcionários da Área de Solos, Sidrack Camilo, Maria do Socorro de Santana (Socorro) e Josué, pelos tantos serviços prestados.

À minha família (Mãe, irmãos, Tios (as) e amigos) que sempre foram meu alicerce onde finquei meus sonhos, o estopim das minhas largadas para as mais diversas aventuras e o porto seguro de meus retornos, e que sempre estiveram torcendo pelo meu sucesso.

Ao meu filho e amigo Lucas Neves por sua amizade e seu companheirismo.

Agradecimento especial a minha companheira de todas as horas, Adriana Elisa Rabelo de Lima que me acompanhou e me apoiou com seu carinho e atenção em todos os momentos.

Ao meu pai Luiz Neves, *In memoriam*, por sempre ter compartilhado comigo um sonho com as coisas da “roça”.

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

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURA	vi
ÍNDICE DE TABELA.....	vii
RESUMO GERAL	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. Bacia Cabo: formação Ipojuca e formação Barreiras	14
2.2. Solos da bacia Cabo.....	15
2.3. Mineralogia do solo	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. Localização e caracterização da região de estudo	18
3.2. Seleção dos perfis, coleta e preparo das amostras de solos.....	20
4.1. Análises físicas	21
4.2. Análises químicas	21
4.3. Análises mineralógicas.....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1. Morfologia dos solos.....	26
5.2. Atributos Físicos.....	32
5.3. Atributos químicos	36
5.5. Atributos mineralógicos das frações silte e argila	41
5.7. Classificação dos solos.....	48
6. CONCLUSÕES	48
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXO 1. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA, ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS CARACTERIZAÇÃO DE NITOSSOLOS HÁPLICOS-ARGISSOLO AMARELO EM UMA TOPOLITOSSEQUÊNCIA NA BACIA CABO, SIRINHAÉM-PE.....	56
PERFIL: 01.....	57
PERFIL: 02.....	61

PERFIL: 03	65
PERFIL: 04	69
ANEXO 2. Análises termo diferencial ATD e Análises termo gravimétrica ATG.	73
P1. NITOSSOLO HÁPLICO Acriférico típico	74
P2. NITOSSOLO HÁPLICO Acriférico típico	75
P3. NITOSSOLO HÁPLICO Acriférico típico	76
P4. ARGISSOLOS AMARELO Distrocoeso típico	77

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Mapas com a localização da área de estudo, adaptado de CPRM (2005).....	19
Figura 2. Topolitossequência- Situação dos perfis na topolitossequência, onde P1 = Perfil 1 (terço inferior de encosta), P2 = Perfil 2 (meia encosta) e P3 = Perfil 3 (terço superior de encosta). P4 =Perfil 4 (topo de morro).....	20
Figura 3. Fotos dos perfis P1, P2, P3 (Nitossolos Háplicos) e P4 (Argissolo Amarelo).	27
Figura 4. DRX do Perfil 1 horizontes superficial (Ap); horizonte intermediário Bt1 e horizonte inferior Bt3. (Ct =Caulinita; Gh= Goethita).....	44
Figura 5. DRX do Perfil 4 horizontes superficial (Ap); horizonte intermediário Bt1 e horizonte inferior Bt3. (Ct =Caulinita; Gh= Goethita).....	44
Figura 6 DRX de amostra de concentrado de óxidos. Gt = Goethita e Hm=Hematita...	45
Figura 7 DRX de amostra de concentrado de óxidos. Gt = Goethita e Hm=Hematita...	45
Figura 8 DRX do Pó da rocha do perfis 1, 2, e 3 Au= Augita e Fd Feldspato	46

ÍNDICE DE TABELA

Tabela 1: Coordenadas e altitudes dos perfis estudados.....	20
Tabela 2. Atributos morfológicos-de uma topolitossequência na bacia Cabo - Sirinhaém-PE	30
Tabela. 3 (CONTINUAÇÃO) Atributos morfológicos-de uma topolitossequência na bacia Cabo - Sirinhaém PE.....	31
Tabela 4. Atributos físicos de uma topolitossequência na bacia Cabo - Sirinhaém-PE.	35
Tabela 5. Atributos químicos de uma topolitossequência na bacia Cabo - Sirinhaém-PE.	39
Tabela 6. Teores de SiO ₂ , Al ₂ O ₃ e Fe ₂ O ₃ – extraídos por digestão sulfúrica e valores de ki e kr nos horizontes: superficial, diagnóstico e inferior nos perfis de uma topolitossequência na bacia Cabo - Sirinhaém -PE.	40
Tabela 7. Caracterização mineralógica da fração silte dos solos estudados.....	42
Tabela 8. Relações- (Gt/Gt+Hm) obtidas por DRX (ConOxi) e teores de Fe e Al extraídos por DCB e OAA e suas respectivas relações nos horizontes diagnóstico superficial, subsuperficial de uma topolitossequência na bacia Cabo - Sirinhaém -PE.....	47

**CARACTERIZAÇÃO DE NITOSSOLOS HÁPLICOS-ARGISSOLO
AMARELO EM UMA TOPOLITOSSEQUÊNCIA NA BACIA CABO,
SIRINHAÉM - PE**

RESUMO GERAL

A diversidade geológica associada à geomorfologia na Bacia Cabo, Litoral Sul de Pernambuco, impõe a formação de solos com variações extremas em seus atributos físicos e químicos a curtas distâncias, mesmo com homogeneidades dos outros fatores de formação. Além disso, a composição mineralógica dos solos dessa região é pouco conhecida. Nesse sentido, este trabalho objetivou a caracterização morfológica, física, química e mineralógica de solos em uma topossequência no litoral sul do Estado de Pernambuco que possui basalto como substrato. Assim quatro perfis de solos na topossequência de basalto da Formação Ipojuca, Litoral Sul de Pernambuco, foram abertos e descritos. Foram coletadas amostras dos horizontes para caracterização física, química e mineralógica. Os solos foram classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). A fração argila foi estudada por difratometria de raios-X, análise termodiferencial (ATD), análise termogravimétrica (ATG). Os teores de Si, Al e Fe na terra fina seca ao ar foram determinados após a digestão das amostras com ácido sulfúrico. Nos extratos da extração com oxalato de amônio ácido (OAA) e ditionito-citrato-bicarbonato (DCB) determinaram-se os teores de Fe e Al associados aos minerais pedogenéticos. Os três solos localizados na encosta foram enquadrados na ordem dos Nitossolos Háplicos, e apresentaram caráter ácrico, atributo ainda não catalogado para essa ordem no SiBCS. O perfil do topo de morro tem características distintas dos outros perfis do transecto por ter sofrido influência dos sedimentos do Grupo Barreiras, então classificado como Argissolo Amarelo. Solos desenvolvidos de basalto em clima tropical em geral apresentam cores avermelhadas com matiz até 2,5YR, reflexo da dominância de hematita entre os óxidos de ferro presentes. Entretanto, os solos estudados apresentaram cores bruno amareladas com matiz variando de 7,5YR a 10YR, revelando uma maior presença de goethita. A dominância dos óxidos cristalinos obtidos por extrações seletivas (DCB e OAA) foi revelada pelos baixos valores da relação (Fe_o/Fe_d). Para um melhor entendimento dos

constituintes mineralógicos utilizou-se técnicas de avaliações qualitativas e quantitativas por difração de raios-X na fração argila em amostras submetidas à concentração dos óxidos por NaOH 0,5 mol L⁻¹. Foram também utilizados artifícios matemáticos, relação (goethita/hematita) para quantificar a proporção dos mesmos. As amostras de argilas, após pré-tratamento para eliminação dos óxidos de Fe e Al, foram analisadas em um derivatório. A interpretação qualitativa foi feita pelas características dos picos endotérmicos e exotérmicos dos minerais (ATD), mostrando a natureza caulinítica desses solos, contudo foi detectada também a presença de gibsita. A quantificação da caulinita e gibsita foram feitas de acordo com a redução de massa das amostras, em decorrência da desidroxilação dos minerais (ATG).

Palavras-chave: Rocha básica, Caulinita, Óxidos, Caráter Ácrico.

CHARACTERIZATION OF YELLOW NITOSSOLOS HÁPLICOS- ARGISSOLO IN A TOPOLITHOSEQUENCE CABO BASIN, SIRINHAEM-PE

ABSTRACT

The geological diversity associated with the geomorphology of the Cabo Basin, South Coast of Pernambuco, imposes the formation of soils with extreme variations in their physical and chemical in short distances, even with homogeneities of others formation factors. Furthermore, the mineralogical composition of the soil in this region is poorly known. Thus, this study aimed to characterize, morphologically, physically, chemically and mineralogically, a soil topo-sequence in the southern coast of the State of Pernambuco that has basalt as substrate. Four soil profiles in the Basalt-topo-sequence of the Ipojuca Formation, South Coast of Pernambuco, were opened and described. their Horizons sample were collected for physical, chemical and mineralogical characterization. The soils were classified according to the Brazilian System of Soil Classification (SiBCS). The clay fraction was studied by x-ray diffraction, thermodifferential analysis (TDA), thermogravimetric analysis (TGA). The concentration of silicon, aluminum and iron in samples of air-dried soil were determined after digestion of the samples with sulfuric acid. In the extracts from the acid ammonium oxalate (AAO) and dithionite-citrate-bicarbonate (DCB) extraction, were determined the Fe and Al associated with pedogenic minerals. The three soils located on the slope were classified in the order of Nitossolos Háplicos with acric character, attribute not yet cataloged for this order in SiBCS. The hill-topo profile is distinct from other sections of the transect that have been influenced by the Barriers Group sediment, and then classified as Argissolo Amarelo. Soils developed on basaltic rocks in tropical weather usually show reddish colors with up to 2.5 YR hues, reflecting the dominance of hematite from iron oxides. However, the soils showed brown yellowish color with hues ranging from 7.5 YR to 10YR, revealing the increased presence of goethite. The dominance of crystalline oxides obtained by selective

extractions (DCB and AAO) was revealed the low values obtained of the ratio (Fe_o / Fe_d). Towards a better understanding of the mineralogical constituents we used qualitative and quantitative techniques evaluated by x-ray diffraction in the clay fraction in samples submitted to the oxides concentration with $NaOH\ 0.5\ mol\ L^{-1}$. And also, mathematical artifices were used, (goethite/hemathite) rate, for quantify the contribution of goethites and hematite. Clay samples after pre-treatment for removing oxides of Fe and Al were analyzed in a derivate place. Qualitative interpretation was made by the characteristics of endothermic and exothermic minerals (TDA) peaks, showing the kaolinitic nature of these soils, but was also detected the presence of gibbsite. The quantification of kaolinite and gibbsite was made according to the mass reduction of samples as a result of dehydroxylation of the mineral (TGA).

Keywords: Basic rock, kaolinite, oxides, character acric.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A região do litoral sul do Estado de Pernambuco é uma área que tem grande importância econômica e social devido à atividade sucroalcooleira, uma das principais fontes do setor primário (MATOS et al., 2012). Este cenário tem sido alterado pelo crescimento demográfico impulsionado pelo turismo. Nos últimos anos esta região recebeu grandes investimentos financeiros, tendo como destaque o complexo industrial e portuário de Suape, impulsionando a demanda de grande número de empresas nacionais e internacionais se instalaram por toda região da bacia Cabo, Litoral Sul do Estado de Pernambuco.

A formação Ipojuca, dentro da abrangência da bacia Cabo, é a única formação geológica de origem vulcânica (LIMA FILHO et al., 1996; NASCIMENTO et al., 2008). Composta de rochas intrusivas graníticas e de um mosaico de rochas vulcânicas (SIGRE, 1999; NASCIMENTO et al., 2008), recobrando essas litologias, ocorrem a formação Barreiras e os depósitos Quaternários (LIMA FILHO et al., 1996).

O relevo da região tem feições onduladas, conhecido por Domínio de Mares de morros. A pluviosidade em torno de 2.000 mm ano⁻¹. O clima predominante é quente e úmido com temperatura média anual de 25° C, umidade relativa do ar média é de 73%, tudo isso em um ambiente tropical (ASSIS, 1999).

Sobre o domínio da formação Ipojuca, os principais solos são: Latossolos nos topos; nas encostas de vertentes com maiores declividades encontra-se Argissolos e Nitossolos; nas baixadas e nas várzeas das planícies estuarinas estão Gleissolos, Organossolos e Solos Aluviais (BRASIL, 1972; EMBRAPA, 2000). Nitossolos desenvolvidos de rochas básicas sobre as condições climáticas locais apresentam baixa relação goethita/hematita e predomínio de cores vermelhas (OLIVEIRA et al., 2004).

Ao considerar a homogeneidade do clima da região, o contexto geológico, associado à geomorfologia do Litoral Sul do Estado de Pernambuco, apresenta-se como os principais fatores na formação de solos. Este condiciona formação de solos com distintas composições mineralógicas, físicas e químicas. Neste contexto, destaca-se a relevância em realizar estudos de solos desenvolvidos de basalto, visto que há evidências de abundante ocorrência de derrames basálticos ao longo da Formação Ipojuca.

Ao caracterizar quimicamente, fisicamente e morfológicamente em uma abordagem pedológica detalhada, com ênfase na caracterização mineralógica da fração argila e silte, este trabalho objetivou contribuir para o entendimento da gênese de solos

desenvolvido de basalto em ambiente tropical, incrementando a disponibilidade de informações sobre a diversidade de solos no Brasil. As informações científicas geradas servirão de subsídio para outros estudos no âmbito da ciência do solo, a exemplo da fertilidade do solo, manejo do solo e dinâmica de metais pesados, os quais já estão em andamento na região.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Bacia Cabo: formação Ipojuca e formação Barreiras

A bacia do Cabo é composta por quatro formações geológicas, são elas: as formações Estivas, Algodoads e Barreiras, de origem sedimentar; e a formação Ipojuca, a única de origem vulcânica, que é também conhecida por Província Magmática do Cabo (PMC) (LIMA FILHO et. al., 1996; NASCIMENTO et al., 2008). Na Província Magmática do Cabo concentram-se aspectos geológicos com potencialidades para prática do geoturismo, sendo um local ideal para pesquisas geoambientais. Essa região distancia-se aproximadamente 30 km de Recife-PE, estendendo-se por aproximadamente 20 km² quadrados, área que por sua dimensão abrange as localidades nos domínios dos municípios do Cabo de Santo Agostinho, Ipojuca e Sirinhaém (RODRIGUES, 2013).

A História geológica do Cabo é bastante complexa, com intensas atividades vulcânicas que datam do Cretáceo Superior que culminaram em uma intrusão granítica (Granito do Cabo), e em rochas vulcânicas compostas principalmente por basaltos, traquitos, riolitos e ignimbritos (SIGRE, 1999; NASCIMENTO et al., 2008). Estes derrames vulcânicos de lavas escoadas de rochas básicas consolidadas evidenciam os fenômenos geológicos que testemunham a Teoria da Deriva Continental. Rochas básicas encontradas na bacia Cabo são semelhantes às encontradas em uma praia frente ao Estádio Arena Lebrville-Gabão no continente africano (Rodrigues, 2013).

Os basaltos afloram a nordeste e sudeste do município do Cabo, a nordeste e sudeste do município de Sirinhaém e na Ilha de Santo Aleixo. As rochas traquíticas ocorrem principalmente a nordeste da cidade do Cabo e Ipojuca. Os riolitos são mais comuns a nordeste do Cabo, porém afloram com mais ocorrência na região entre Ipojuca e Sirinhaém e na Ilha de Santo Aleixo. A intrusão granítica constitui o Cabo de Santo Agostinho e os depósitos piroclástico ocorrem exclusivamente a nordeste da cidade de Sirinhaém (AMARAL e MENOR, 1979).

Posteriormente, ocorreu o recobrimento em grandes extensões de terras pela formação Barreiras e os depósitos quaternários (LIMA FILHO et al., 1996). Estes sedimentos de origem continental fluvial é fruto do desmonte de grandes áreas continentais soergidas em regimes semiáridos (LIMA FILHO et al., 1996)

A geomorfologia da bacia do Cabo normalmente apresenta-se em feições onduladas, produto de uma dissecação fluvial homogênea, enquanto o relevo é formado por colinas e morros de baixa altitude, fazendo parte do Domínio dos Mares-de-Morros (BRASIL, 1972; CPRM, 2005; SCHAEFER, 2013). A evolução do relevo e, por conseguinte a formação dos solos são reflexos da diversidade dos principais grupos de rochas (básicas e ácidas) e sedimentos distribuídos por toda bacia Cabo. A composição química e mineralógica das rochas são os principais controladores dos agentes de intemperismo (HECKMAN & RASMUSSEN, 2011).

2.2. Solos da bacia Cabo

Ao sul do Estado de Pernambuco encontramos solos desenvolvidos de rochas básicas em clima quente úmido, um cenário ideal para estudar a evolução e a gênese de solos tropicais (OLIVEIRA et al., 2004). Nessa região os principais solos são: Latossolos nos topos; nas encostas de vertentes com maiores declividades encontramos Argissolos e Nitossolos; nas baixadas e nas várzeas das planícies estuarinas ocorrem os Gleissolos, Organossolos, Neossolos Flúvicos (BRASIL, 1972; EMBRAPA, 2000; OLIVEIRA et al., 2004; COSTA, 2012)

Capeando os topos de morros da bacia Cabo são encontrados os Latossolos e Argissolos desenvolvidos nos sedimentos do Grupo Barreiras (EMBRAPA, 2000). Esses solos são geralmente profundos e bem desenvolvidos, principalmente devido às suas localizações na topografia, onde a boa drenagem e os terrenos planos mitigam perdas de solo por erosão laminar. Devido à lixiviação de bases trocáveis (Ca, Mg, K e Na) possuem baixa fertilidade natural, características de solos altamente intemperizados (BRASIL, 1972; OLIVEIRA et al., 2004; MOREAL et al., 2006).

A ampla geodiversidade da bacia Cabo promove recorrente presença de solos profundos desenvolvidos de rocha básica (NASCIMENTO et al., 2008) principalmente em função de sua granulometria fina, e composição rica em plagioclásios, piroxênios, micas e olivinas presentes que permitem alterações profundas, sobretudo, devido a um maior grau de fraturamento (ALBUQUERQUE-FILHO et al., 2008). Portanto a compartimentação da paisagem em superfícies geomórficas e a identificação do material de origem, mostram-se bastante eficientes para entendimento da variação dos atributos dos solos (CAMPOS et al., 2012).

Nesse contexto, ocorrem os Nitossolos com cores avermelhadas e brunadas (2,5 YR, 5YR até 10YR); principalmente nos topos e encostas de morros por toda a formação Ipojuca, desenvolvidos de rochas básicas, sobretudo de basalto (OLIVEIRA et al., 2004). Os Nitossolos também são comuns na bacia do Paraná, local que possui um dos mais notáveis derrames de magmatismo de basalto do mundo. Estes solos são bastante usados na agricultura por possuírem boas aptidões físicas e boa fertilidade natural (LEINZ & AMARAL, 1978). Diferenciando-se, contudo, dos Nitossolos descritos no Nordeste brasileiro, que em geral são distróficos, devido ao regime de chuvas associado ao clima quente úmido, que promove a lixiviação dos cátions não ácidos, culminando em baixa capacidade de troca catiônica (CTC) (BRASIL, 1972).

A saturação por bases (V%) é geralmente menor que 50%, por vezes a saturação por alumínio (m%) é elevada (maior que 50%), com reação geralmente ácida dos solos (OLIVEIRA et al., 2004; COSTA, 2012).

A textura desses solos varia de argilosa a muito argilosa, com homogeneidade entre horizontes e posições no relevo. Os solos apresentam cerosidade de moderada comum à moderada abundante nos horizontes subsuperficiais, inclusive nos horizontes transicionais (BRASIL, 1972; COSTA, 2012). Este atributo é um dos requisitos para o enquadramento na ordem dos Nitossolos, que além de exigir cerosidade e grau de desenvolvimento no mínimo comum, não deve apresentar policromia na descrição de campo (EMBRAPA, 2013).

2.3. Mineralogia do solo

A evolução dos solos desenvolvidos de basalto no Litoral Sul do Estado de Pernambuco geralmente os tornam altamente Intemperizados (OLIVEIRA et al., 2004) Ordinariamente os solos altamente intemperizados (SAI) têm argilas de atividade baixa e, ou caráter alítico com mineralogia caulinítica e rica em óxidos de ferro como a maghemita, a goethita e a hematita (SCHWERTMANN & TAYLOR, 1989). Os óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio são ótimos indicadores pedogenéticos por serem bastante estáveis nos solos. Propriedade que possibilita a inferência das condições geoquímicas e ambientais atuais, e pretéritas, nas quais foram formados (KÄMPF & CURI, 2009; INDA JUNIOR, 2002).

As condições pluviométricas superiores a 2000 mm ano^{-1} da região, associadas à drenagem eficiente dos solos em clima quente e úmido (tropical), podem vir a ter como

resíduo final do intemperismo das rochas os óxi- hidróxidos de Fe^{3+} e de Al^{3+} (aqui generalizados por óxidos de Fe^{3+} e Al^{3+}) (ALLEONI & CAMARGO, 1994). Como exemplo, a gibsitita pode vir a ser o resíduo da hidrólise total do K-feldspato, enquanto em um silicato com ferro, um piroxênio, pode ter como resíduo um óxido de ferro, como a hematita, cristalizando-se a partir da desidratação da ferrihidrita (TEIXEIRA et al., 2009).

A hematita, comum em solos vermelhos, pode ainda estar presente em solos com tons amarelados, cujos matizes variam de 7,5 YR a 10 YR, uma vez que este mineral raramente ocorre como único óxido de solo, sendo comuns associações em maior ou menor grau com as goethitas (CORNELL & SCHWERTMANN., 2003). Longos períodos de “tempo” são necessários para formação dos solos e, por vezes, impõem alternâncias de ciclos longos de umedecimento e secagem, em que pode ocorrer a dissolução preferencial das hematitas e por seguinte a cristalização da goethita (OLIVEIRA et al., 2004).

Solos com tonalidades mais amarelas geralmente possuem a goethita como o óxido dominante (OLIVEIRA et al., 2004; CORNELL & SCHWERTMANN., 2003). A formação da Goethita é privilegiada pela alteração de vários minerais, em condições úmidas, que servem como fontes de Fe^{3+} (ALMEIDA et al., 2000). Os valores obtidos da relação $\text{Hm}/(\text{Hm}+\text{Gt})$ podem variar de 0 (zero) a cerca de 0,9-0,95, estes valores oferecem a possibilidade de elucidar os processos geoquímicos impostos que promoveram a formação de hematita em relação a goethita, e ou vice-versa, fornecendo pistas sob condições ambientais na formação de solo (CORNELL & SCHWERTMANN., 2003).

Nos Latossolos Vermelhos-Amarelo e Nitossolos Vermelhos derivados de rochas básicas (Basalto), ambos com textura muito argilosa, estudados na bacia do Cabo, a mineralogia encontrada foi essencialmente caulínítica e oxídica, indicando o forte intemperismo químico que agiu na gênese desses solos (OLIVEIRA et. al., 2004). Nitossolos profundos e com altos teores de óxidos de ferro também foram estudados em uma topossequência de Basalto na Formação Ipojuca. Os valores da relação molecular (ki) desses solos foram menores que 2,2, indicando domínio de Caulinita, valores comuns em solos com estágio avançado de intemperismo (COSTA, 2012).

A caulinita é o argilomineral dominante nessa região por ter a sua formação favorecida por condições de intenso intemperismo químico, em que a lixiviação dos produtos da alteração dos minerais, cátions não ácidos, e da sílica ocorre parcialmente.

A composição da solução do solo rica em ferro (solos oriundos de rochas máficas) pode influenciar na cristalização das caulinitas, Ghindin et al (2006) obteve relação inversa entre o grau de desordem estrutural das caulinitas em um Latossolo Vermelho do Paraná, com o conteúdo de ferro. Os mesmos autores relataram ainda que a formação de gibsite foi dificultada em amostras com altos teores de silício obtido por análise elementar com água régia. Os solos derivados de basalto, que invariavelmente possuem elevados teores de Fe_2O_3 e baixos teores de sílica, favorecem a formação de gibsite, sugerindo que a liberação de óxidos de Fe ativos no sistema adsorveria a sílica remanescente, precipitando silicatos de ferro, dificultando a cristalização da caulinita (RESENDE et al., 2005).

Costa (2012), estudando outra topossequência na bacia do Cabo em que o material parental é formado de conglomerado, identificou Argissolos Amarelos e Argissolos Cinzentos, ambos de textura Franco-argilo-arenosa. Estes solos apresentaram índices Ki 2,5; valores que indicam desenvolvimento pedogenético não muito avançado dos solos, fato que foi confirmado pela presença de feldspatos e minerais 2:1, principalmente esmectitas na assembleia mineralógica da fração argila. Comparado com solos de basalto da mesma região, as informações assim descritas sugerem que o material de origem é o principal agente diferenciador dos atributos dos solos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e caracterização da região de estudo

A área de estudo está localizada no município de Sirinhaém, Litoral Sul do Estado de Pernambuco, dentro dos limites da Usina Trapiche, Engenho Sibiró Cavalcante, ao lado esquerdo da PE (60) Sul entre os municípios de Ipojuca e Sirinhaém (Figura 1). O relevo é representado pelo Domínio dos Mares de Morros, a área apresenta-se em feições onduladas, formado por colinas e morros de baixa altitude. O clima predominante do tipo As' (Köppen) quente e úmido com temperatura média anual de 25° C, a umidade relativa do ar média é de 73%.

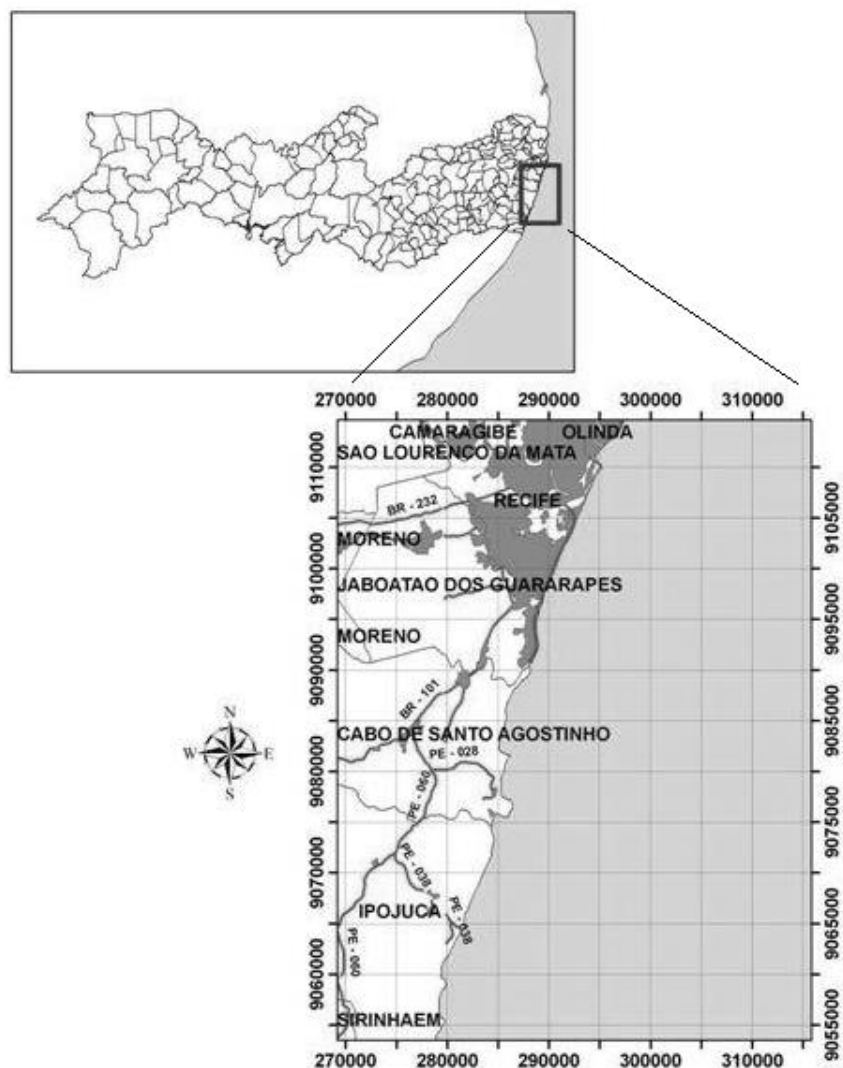


Figura 1: Mapas com a localização da área de estudo, adaptado de CPRM (2005).

A região apresenta-se com altas precipitações pluviométricas que ocorrem nos períodos de fevereiro a agosto com registros mais elevados nos meses de junho e julho. As médias pluviométricas anuais são da ordem de $2.160 \text{ mm ano}^{-1}$ (ASSIS, 1999; CPRM, 2005).

A vegetação originária do tipo floresta subperenifólia, unidade fisiográfica Litoral/Mata, hoje se encontra resumida a ilhas de mata atlântica nos entornos dos plantios de cana-de-açúcar ou nos arredores das cidades suprimidas pela pressão antrópica (BRASIL, 1972).

3.2. Seleção dos perfis, coleta e preparo das amostras de solos.

A escolha da área para coleta das amostras foi pré-definida por estudos geológicos. Os basaltos afloram principalmente a nordeste e sudeste do município Cabo, a nordeste e sudeste do município de Sirinhaém e na Ilha de Santo Aleixo. Foi então escolhida uma topossequência de solos derivados de basalto, da formação Ipojuca, em uma área de plantio de cana-de-açúcar no município de Sirinhaém, composto por quatro perfis que foram alocados formando um, conforme figura abaixo.

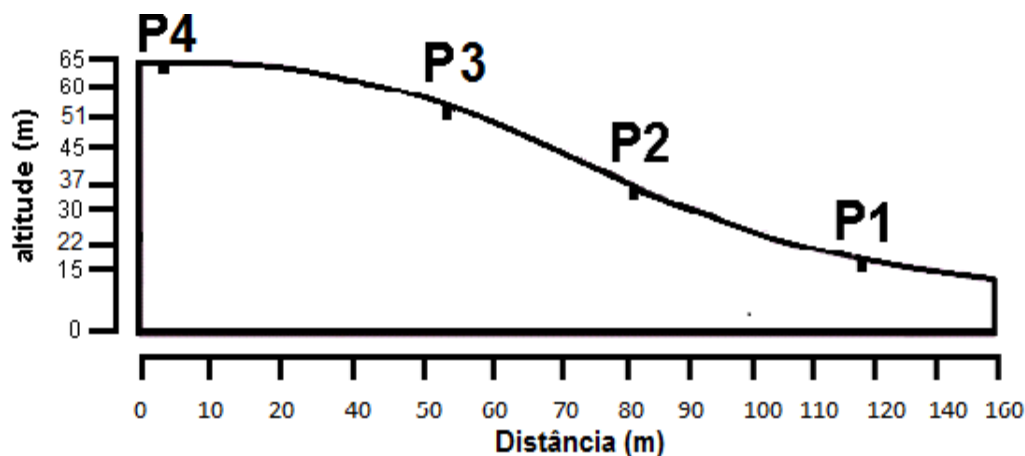


Figura 2. Topolitossequência- Situação dos perfis na topolitossequência, onde P1 = Perfil 1 (terço inferior de encosta), P2 = Perfil 2 (meia encosta) e P3 = Perfil 3 (terço superior de encosta). P4 =Perfil 4 (topo de morro).

Foram abertas quatro trincheiras onde foram separados os horizontes, subhorizontes, assinalando-se as características morfológicas (cor, textura, estrutura e consistência).

Tabela 1: Coordenadas e altitudes dos perfis estudados

Perfil	Coordenada	Altitude (m)
P1 (terço inferior)	08°32'33,0" S ; 35°04'49" W	22,0
P2 (Meia encosta)	08°32'32,9" S ; 35°04'47,7" W	37,0
P3 (Terço superior)	08°32'32,9" S ; 35°04'45,3" W	51,0
P4 (Topo)	08°32'34,0" ; 35°04'40,6" W	65,0

A descrição e caracterização morfológica dos solos seguiram as orientações de Santos et al. (2013) e um enquadramento no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos inicial foi feito até o segundo nível categórico (Subgrupos) (EMBRAPA, 2013)

Foram coletadas as amostras deformadas e indeformadas de todos os horizontes e camadas para fins de análises químicas, físicas e mineralógicas para confirmar o

primeiro enquadramento e avançar na classificação dos solos categóricos do Sistema Brasileiro de Classificação-SiBICS (EMBRAPA, 2013).

As amostras de solos foram secas ao ar no galpão de solos da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Depois foram peneiradas para separação de frações grosseiras (maiores que 2 mm), e da Terra Fina Seca ao Ar (TFSA) obtendo-se as porcentagens de cada fração nas amostras (EMBRAPA, 1997).

4.1. Análises físicas

Para as avaliações das densidades dos solos foram utilizados o método do torrão parafinado para os horizontes (BLAKE e HARTGE, 1986) que permitiram a retirada de amostras indeformadas, e o método do anel volumétrico (GROSSMAN e REINSCH, 2002) foi utilizado para as amostra dos horizontes com estrutura que não permitiu a retiradas de torrões.

Nas determinações das densidades das partículas sólidas dos solos utilizaram-se o método do balão volumétrico com o uso de álcool como líquido penetrante (FLINT e FLINT, 2002). Com os resultados das densidades dos solos e das densidades das partículas sólidas foram realizados cálculos para determinação das porosidades dos solos conforme Embrapa, (1997).

A granulometria foi realizada pelo método proposto por GEE e OR (2002) (método do hidrômetro) com NaOH 0,1 mol L⁻¹ como dispersante químico e agitação lenta empregando o agitador tipo Wagner como dispersante físico. A fração areia foi retida em peneira de dois (2 mm) e quantificada por pesagem em balança analítica. Foi então fracionada em areia grossa e areia fina por tamisação. A argila foi aferida obtendo-se a densidade do líquido dispersante aumentado pela argila dispersa e obtido com um densímetro graduado (densímetro de Boyoucus). A porcentagem de silte foi inferida matematicamente por diferença.

A argila dispersa em água (ADA) foi obtida de forma similar, substituindo apenas o líquido dispersante (NaOH) por água destilada. Em seguida foram realizados cálculos para determinação do grau de floculação segundo Embrapa (1997).

4.2. Análises químicas

Para caracterização química foram realizadas as seguinte análises: pH em água e em KCl 1 mol L⁻¹(relação 1;25); a acidez potencial pelo método do acetato de cálcio,

tamponado a pH 7,0 com determinação por titulação alcalimétrica do extrato. Fósforo disponível foi extraído com solução Mehlich-1 e determinado por calorimetria, com o ácido ascórbico como redutor. Ca e Mg e Al trocável extraídos por KCl 1 mol L⁻¹ e determinados por absorção atômica (Ca e Mg); enquanto o Al determinado por Titulação. Na e K trocáveis foram extraídos por Mehlich-1 e determinados no fotômetro de Chamas, todos segundo Embrapa (1997). A determinação da quantidade de carbono orgânico total foi realizada pelo método de Yeomans & Bremner (1988)

Cálculos foram realizados para determinar a variação do pH (Δ pH); a soma de bases (S), a capacidade de troca catiônica (CTC), a saturação por bases (V%), a saturação por Alumínio (m%), e a atividade de argila Embrapa (1997).

A determinação dos elementos por ataque sulfúrico é reconhecida para fins de classificação nas classes dos Latossolos, Argissolos, Cambissolos e Nitossolos (EMBRAPA, 2013). Foi realizada nas amostras de fração TFSA conforme método preconizado por Vettori (1969). Para tanto se utilizou 1 g de TFSA macerada em moinhos de ágata e homogeneizada em peneiras de 0,5 mm, foi então colocada em tubos de digestão de 75 ml juntamente com 20 ml de H₂SO₄ (relação 1:1 com água destilada) e submetida a 180° C por meia hora em placa digestora. Após a digestão sulfúrica todo material foi filtrado em filtros faixa azul. Com o extrato ácido foram determinados os teores de ferro por espectrometria de absorção atômica e o Al por complexometria.

As partes sólidas das amostras que foram retidas no filtro passaram por ataque alcalino para dissolução do filtrado e determinação da sílica por gravimetria.

Foram então inferidas as porcentagens de SiO₂, Fe₂O₃ e Al₂O₃ calculadas a partir dos teores obtidos de Si, Fe e Al.

Os teores de Al e Fe livre foram extraídos por dissolução seletiva da totalidade dos óxidos pedogênicos que compreende as formas cristalinas de baixa cristalinidade e não cristalina extraída por Ditionito-Citrato-Bicarbonato de Sódio (DCB) e determinado por espectrometria de absorção atômica.

A extração procedeu-se a partir da TFSA por redução com Ditionito-citrato-bicarbonato de sódio a 80°C (MEHRA & JACSON, 1960) na qual o Ditionito (Na₂S₂O₄) é o agente redutor e o Citrato-bicarbonato forma o conjunto complexante/tamponante, optou-se por três extrações sequenciais para garantir que todas as formas cristalinas e de baixa cristalinidade fossem solubilizadas. O Oxalato de Amônio Ácido (OAA) por ser um agente complexante, retira as formas de Al e Fe mal

cristalizadas, principalmente a Ferrihidrita podendo extrair também aluminossilicatos amorfos (SCHWERTMANN & TAYLOR, 1989). Para tanto se utilizou solução de oxalato de amônio a $0,2 \text{ mol L}^{-1}$ em meio ácido na ausência de luz (SCHWERTMANN, 1964) para se obter resultados com os teores de Al e Fe, extraídos apenas, das formas mal cristalizadas realizou-se apenas uma extração com OAA.

Após as extrações, os teores de Al e Fe foram determinados por espectrometria de absorção atômica. A partir dos resultados dos elementos Al e Fe foram inferidos os percentuais de óxidos, de baixa e alta cristalinidade, ligados aos minerais pedogenéticos, assim como o grau de cristalinidade dos mesmos obtidos das relações, $(\text{Fe}_o / \text{Fe}_d)$ e $(\text{Al}_o / \text{Al}_d)$.

4.3. Análises mineralógicas

Para se obter as frações granulométricas, as amostras de cada horizonte foram dispersas com NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ (dispersante químico), e submetidas a agitação lenta em equipamento tipo Wagner por 16 horas (dispersão física) conforme Gee & Or (2002)

A fração argila foi separada da fração silte por sifonação para baldes plásticos em intervalos de tempo variados, obedecendo sempre à lei de Stokes para estabelecer a altura de coleta.

As amostras foram secas em estufa à 65°C e, posteriormente, maceradas em almofariz de ágata e passadas em peneira de 48 mesh para uma perfeita homogeneização das partículas.

A determinação qualitativa da mineralogia das frações argila e silte foi obtida por difração de raios-X. Sendo realizadas nos horizontes superficiais (Ap) dos quatro perfis, nos horizontes diagnósticos (Bt1 e Bt3) dos perfis P1, P2 e P3 e no horizontes BC do P4.

O equipamento utilizado foi o difratômetro de Raios X modelo Shimadzu XRD 6000, operando a uma tensão de 40 kV. Com corrente de 20 mA e radiação $\text{CuK}\alpha$, com monocromador de cristais de grafite acoplado.

As frações argila e silte tiveram primeiramente as análises na forma em pó não orientado para uma avaliação global da assembléia mineralógica e, em posterior análise, na forma de lâminas de agregados orientados de argila. A varredura, nas amostras difratadas em pó não orientado, foi de 3 a $70^\circ 2\theta$ com velocidade de $1^\circ 2\theta \text{ min}^{-1}$.

Com o intuito de uma melhor identificação dos minerais da fração argila, as amostras foram então submetidas à pré-tratamentos para eliminação de carbonatos e óxidos de Fe para a confecção de lâminas de agregados orientados de argila (JACKSON, 1975).

Cada amostra foi então dividida em tubos de centrífuga de 50 ml e lavada com solução saturada com cloreto de potássio (KCl), este tratamento é utilizado para a confirmação da presença ou ausência de minerais expansíveis, nos quais espera-se que o K por efeito da concentração ocupe os espaços entre as camadas (2:1) e promova um arranjo estrutural que padronize os picos específicos. Para identificar e confirmar os grupos presentes de minerais as lâminas de K foram submetidas a distintas temperaturas: 25° C (identificadas como K25) e 550° C (identificadas como K550)

Outro grupo de amostras submetidas à saturação com cloreto de magnésio ($MgCl_2$) foram analisadas em temperatura ambiente (identificadas como Mg). Todas as amostras submetidas aos tratamentos de saturação e tratamentos térmicos foram empregados conforme Jackson (1975).

Todas as amostras foram confeccionadas através de esfregação em lâminas de vidro, obtendo-se amostras de argila na forma de agregados orientados, que assim dispostas, privilegiam os filossilicatos. A varredura para as amostras na forma de agregados orientados foi de 2 a 35° 2θ , e velocidade de 0,5° 2θ a cada minuto.

Com o objetivo de estudar melhor os óxidos de ferro cristalinos, hematita e goethita, optou-se por sua concentração na fração argila utilizou-se NaOH 5 mol L⁻¹ em digestão a 110°C por uma hora e trinta minutos para eliminação da caulinita e gibbsita, segundo metodologia de (KÄMPF & SCHWERTMANN, 1982).

Ao final do tratamento, as amostras com HCl a 0,5 mol L⁻¹ por duas vezes agitando por 25 minutos e centrifugado por 20 minutos a 4500 rpm e com $(NH_4)_2CO_3$ agitando-se por 10 minutos e centrifugando-se a 4500 rpm por 15 minutos também por duas vezes, para evitar a precipitação da sodalita (SINGH AND GILKES, 1991).

Para retirar o excesso de sal, as amostras foram lavadas duas vezes com álcool (96%) agitando-se por 10 minutos e centrifugando-se por 10 minutos a 4500rpm. Todo o material foi seco em estufa a 105°C e destorroado em almofariz de ágata e homogeneizado em peneiras de 48 mesh. O resíduo final foi então analisado por DRX em amostras não orientadas numa amplitude de 3 a 70° 2θ e velocidade de 0,5° 2θ a cada minutos.

Para interpretação de todos os difratogramas obtidos foram utilizados a base de dados e os critérios de Brown e Brinddley (1980) e Moore e Reynolds (1989) que se baseiam no espaçamento interplanar (d) e no comportamento dos picos de difração.

Com os resultados da interpretação dos difratogramas do concentrado de óxidos inferiu-se a dominância dos óxidos pela relação das intensidades dos planos: goethita (110) e hematita (102). Para tanto foi adotado o índice de Ker (1982). Com fórmula estabelecida baseada no critério que o pico (102) da hematita corresponde a 25% do pico de intensidade máxima (104) que dessa forma lineariza-se a equação.

Índice de Ker (1982).

$$\frac{Gt}{Hm} = (Gt \text{ em } 110)/(Gt \text{ em } 110 + (4 * Hm \text{ em } 102))$$

As amostras de argila destinadas às análises térmicas diferenciais e gravimétricas (ATD e TG) foram submetidas aos pré-tratamentos para eliminar matéria orgânica com o uso de peróxido de hidrogênio 30% sem aquecimento. Para eliminar Fe livre utilizou-se extração com ditionito-citrato-bicarbonato (DBC). E para eliminar carbonatos, extração com acetato de sódio. Em seguida as amostras foram saturadas com Mg^{2+} (solução de 1 mol L^{-1} de $MgCl_2$) e deixadas por uma noite em dissecador com umidade relativa do ar em 52% por meio de solução saturada de $Mg(NO_3)_2$ (SOUKUP et al., 2008).

As determinações de ATD e TG foram realizadas simultaneamente em um equipamento Netzsch modelo STA 449 F3, cujo processo térmico foi desenvolvido entre 35 e 1.100° C, com uma taxa de aquecimento de 10°C/minuto em atmosfera com gás N_2 . Os dados obtidos foram processados por meio do *software* Proteus® Versão 5.1, Netzsch.

A quantidade de gibbsita foi determinada utilizando a perda de massa da amostra entre 250 e 350° C, em comparação com uma perda de massa calculada correspondente a completa desidroxilação de uma amostra pura de gibbsita: % gibbsita = $100 \times (PM_A / PM_{Gib})$ onde PM_A é o percentual de perda de massa da amostra e PM_{Gib} é o percentual de perda de massa da gibbsita pura. O cálculo de quantificação da caulinita foi realizado de forma análoga, com base no evento desidroxilação acentuada entre 450 e 550° C, onde % de caulinita = $100 \times (PM_A / PM_{Ct})$, onde PM_A é a perda de massa da amostra e PM_{Ct} é a perda de massa de caulinita pura (KARATHANASIS, 2008).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Morfologia dos solos

De modo geral, os perfis se apresentaram semelhantes em profundidade e textura ao longo da topossequência, sendo todos muito profundos e argilosos a muito argilosos respectivamente. Foram observadas diferenças marcantes na cor (variação entre os matizes 7,5YR e 10YR), cerosidade, estrutura (maciça a forte granular) e consistência (presença de B com consistência extremamente dura), principalmente entre os perfis.





Figura 3. Fotos dos perfis P1, P2, P3 (Nitossolos Háplicos) e P4 (Argissolo Amarelo).

Os perfis P1, P2 e P3 apresentaram profundidade superior a 200 cm que segundo o SiBCS (Embrapa, 2013) caracteriza solos muito profundos. O clima quente e úmido, com precipitações que superam os $2.000 \text{ mm ano}^{-1}$ (ASSIS, 1999; CPRM, 2005), aliado a facilidade de intemperização do material de origem (alteração do Basalto) são provavelmente os principais fatores que contribuíram para o aprofundamento desses solos. Em condição similar, Costa, (2013) encontrou Nitossolos muito profundos derivados de basalto. Para o P4 foi observado profundidade ligeiramente inferior, com A+B (sem horizontes transicionais) de 150 cm.

Em campo, não foi identificada expressiva variação da textura entre os perfis e entre os horizontes de cada perfil (confirmado pela granulometria, Tabela 4). Os horizontes superficiais dos perfis P1, P2 e P3 foram enquadrados na classe argilosa, e os subsuperficiais, em muito argilosa, caracterizando ausência de gradiente textural para identificação do horizonte diagnóstico B textural, típico dos Argissolos. O baixo incremento de argila em profundidade em solos derivados de basalto é fato bastante comum em solos do Brasil (GHIDIN et al., 2006; COSTA, 2012; COSTA CAMPOS et al., 2007) e deve-se provavelmente a elevada microporosidade desses solos e a inclinação do terreno (para o P1, P2 e P3) que dificultam a ocorrência da expressiva da

argiluviação, favorecem o escoamento superficial em detrimento da infiltração da água. Além disso, os elevados teores de ferro desses solos promovem alto grau de floculação das argilas, minimizando sua translocação no perfil. De forma semelhante, não foi observado expressivo gradiente textural no perfil 4, contudo este se apresentou com maiores teores de areia (textura de argiloarenosa a argilosa).

Contudo, o processo de argiluviação se mostra presente em todos os perfis por meio da cerosidade, que se apresentou em grau variando de fraco (P4) a moderada (P1, P2 e P3) e em quantidade comum a abundante. Segundo o atual SiBCS (Embrapa, 2013), na falta de gradiente textural expressivo (maior que 1,5) e na presença de cerosidade em grau moderado e em quantidade no mínimo comum dos horizontes subsuperficiais permitem a identificação do B nítico nos perfis P1, P2 e P3 e seus enquadramentos na ordem dos Nitossolos. Devido a menor expressividade da cerosidade, o horizonte B do P4 foi enquadramento como B textural e o perfil na ordem dos Argissolos. A manifestação da cerosidade para B latossólico (Bw) limita-se a grau de desenvolvimento fraco com pouca ocorrência (EMBRAPA, 2013).

Em relação à cor, os perfis P1, P2 e P3 apresentam cores úmidas brunadas com matiz entre 7,5 YR e 10 YR, sem apresentar policromia dentro do perfil. A cor do solo é um atributo que pode revelar a natureza dos óxidos presentes no solo, em que a hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) imprime as cores vermelhas dentro da matiz 5R à 2,5YR. A maghemita ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) e a goethita ($\alpha\text{-FeOOH}$) fica entre 2,5YR a 5YR, cores intermediárias. Já a lepidocrocita, magnetita, ferrihidrita e green-rust ficam na escala entre 5YR e 7,5YR. (INDA JUNIOR, 2002).

A influência dos teores de cada tipo de óxido na pigmentação da cor do solo depende de maneira geral da textura. Solos mais arenosos necessitam de teores menores de determinado tipo de óxido para imprimir a cor correspondente, do que solos mais argilosos (RIBEIRO et al., 2012; EMBRAPA, 2013). Sendo assim, é possível inferir pela cor mais amarelada dos perfis, que todos os solos desta pedossequência, provavelmente, são dominados por goethita. Cores amareladas (matiz 10YR) refletem também a virtual ausência de hematita. O P4 (topo de elevação) apresentou matiz 10YR em todos os horizontes, exceto no BC 7,5YR 5/8 para cor de fundo com mosqueado 10YR 6/6, provavelmente presente por deficiência de drenagem. O horizonte superficial (Ap) tem cores brunadas acinzentadas escuras (10YR 3/2) talvez por consequência do acúmulo de cinzas da queima da palhada da cana-de-açúcar.

O perfil 4, enquadrado como Argissolo Amarelo, apresenta uma característica típica de solos similares derivados dos sedimentos do Grupo Barreiras (pobres em ferro) na região dos Tabuleiros Costeiros que é a presença de horizontes com estrutura maciça e expressiva resistência a penetração da faca, denominados de horizontes coesos. Esse caráter foi identificado com maior expressão nos horizontes BA e Bt1, com uma espessura de 52 cm e atingindo até os 70 cm de profundidade.

Segundo vários autores (BRASIL, 1972; MOREAU et al., 2006; LIMA NETO et al., 2008) a ocorrência desse caráter é comum em solos caulíníticos com baixo teor de ferro na forma de óxidos cristalinos. Assim, sua presença no P4 sugere que esse perfil apresente influência ou seja derivado dos referidos sedimentos, uma vez que até a presente data ainda não foram identificados solos coesos derivados de basalto (ricos em ferro). Segundo Lima Filho et al. (1996), é frequente a ocorrência dos sedimentos argilosos do Grupo Barreiras nos topos, principalmente planos da região da Zona da Mata sul do Estado de Pernambuco.

Nos demais perfis (P1, P2 e P3), a estrutura se mostrou variando de moderada a forte, com exceção do Bt2 e Bt3 do perfil 2 que foi descrita como muito pequena e pequena em blocos subangulares fracamente desenvolvida, típicas de B latossólicos. A consistência variou de muito dura (seco) a firme ou friável (úmidos). Nos horizontes subsuperficiais de todos os perfis foi observada consistência molhada muito plástica e muito pegajosa, função de seus altos conteúdos de argilas.

Tabela 2. Atributos morfológicos-de uma topolitossequência na bacia Cabo - Sirinhaém-PE

Horizontes.	Prof. (cm)	Cor Munsell (úmido) Matiz	Cerosidade	Textura	Estrutura			Consistência			Transição
					Grau	Tamanho	Forma	Seca	Úmida	Molhada	
P1- NITOSSOLOS HÁPLICO – Terço inferior de encosta – sob plantio de cana-de-açúcar											
Ap	0-8	10YR 3/3	-	Argila	Forte	Pequena e média	Granular	Muito dura	Firme	Muito plástica	Clara e plana
AB	8-20	10YR 4/4	-	Muito argilosa	Moderada	Pequena e média	Blocos subangulares	Muito dura	Firme	Muito plástica e muito pegajosa	Gradual e plana
BA	20-42	10 YR 4/4	Moderada abundante	Muito argilosa	Moderada	Muito pequena e pequena	Blocos subangulares e angulares	Muito dura	Firme	Muito plástica e muito pegajosa	Gradual e plana
Bt1	42-95	10 YR 4/4	Moderada abundante	Muito argilosa	Moderada	Pequena e média	Blocos subangulares	Muito dura	Friável	Muito plástica e muito pegajosa	Difusa e plana
Bt2	95-155	10 YR 4/4	Moderada abundante	Muito argilosa	Moderada	Pequena e média	Blocos subangulares	Muito dura	Friável	Muito plástica e muito pegajosa	Difusa e plana
Bt3	155-200 ⁺	10 YR 4/4	Moderada comum	Muito argilosa	Moderada	Pequena e média	Blocos subangulares	Muito dura	Friável	Muito plástica e muito pegajosa	Difusa e plana
P2- NITOSSOLOS HÁPLICOS – Terço médio de encosta – sob plantio de cana-de-açúcar											
Ap	0-20	10YR 3/4	-	Argila	Moderada	Muito pequena e pequena	Granular e blocos subangulares	Muito dura	Firme	Muito plástica e muito pegajosa	Abrupta e plana
BA	20-55	10YR 4/4	Moderada abundante	Muito argilosa	Moderada	Muito pequena e pequena	Blocos Subangulares e angulares	Muito dura	Firme	Muito plástica e muito pegajosa	Difusa e plana
Bt1	55-100	10 YR 4/4	Moderada abundante	Muito argilosa	Moderada	Muito pequena e pequena	Blocos subangulares e angulares	Muito dura	Friável	Muito plástica e muito pegajosa	Gradual e plana
Bt2	100-170	10 YR 4/4	Moderada comum	Muito argilosa	Fraca	Muito pequena e pequena	Blocos subangulares	Muito dura	Friável	Muito plástica e muito pegajosa	Difusa e plana
Bt3	170-200 ⁺	10 YR 4/4	Moderada comum	Muito argilosa	Fraca	Muito pequena e pequena	Blocos subangulares	Muito dura	Friável	Muito plástica e muito pegajosa	Difusa e plana

Tabela. 3 (CONTINUAÇÃO) Atributos morfológicos-de uma toplotossequência na bacia Cabo - Sirinhaém PE

Horizontes.	Prof. (cm)	Cor Munsell (úmido)	Cerosidade	Textura	Estrutura			Consistência			Transição
		Matiz			Grau	Tamanho	Forma	Seca	Úmida	Molhada	
P3- NITOSSOLOS HÁPLICOS – Terço superior de encosta – sob plantio de cana-de-açúcar											
Ap	0-20	7,5YR 3/3	-	Argila	Moderada	Pequena e média	Granular e blocos subangulares	Muito dura	Firme	Muito plástica e muito pegajosa	Abrupta e plana
BA	2-50	7,5YR 4/4	Moderada abundante	Muito argilosa	Moderada	Muito pequena e média	Blocos subangulares e angulares	Muito dura	Firme	Muito plástica e muito pegajosa	Difusa e plana
Bt1	50-90	7,5 YR 4/4	Moderada abundante	Muito argilosa	Moderada	Muito pequena e pequena	Blocos subangulares e angulares	Muito dura	Friável	Muito plástica e muito pegajosa	Difusa e plana
Bt2	90-160	7,5 YR 4/6	Moderada abundante	Muito argilosa	Moderada	Pequena e média	Blocos subangulares	Muito dura	Friável	Muito plástica e muito pegajosa	Gradual e plana
Bt3	160-200+	7,5 YR 4/6	Moderada abundante	Muito argilosa	Moderada	Pequena e média	Blocos subangulares	Muito dura	Friável	Muito plástica e muito pegajosa	Gradual e plana
P4- ARGISSOLOS AMARELOS– Topo de morro – sob plantio de cana-de-açúcar											
Ap	0-18	10YR 3/2	-	Argiloarenosa	Fraca	Pequena média	Granular e blocos subangulares	Muito dura	Friável	Plástica e pegajosa	Abrupta e ondulada
BA	18-45	10YR 5/4	Fraca comum	Argila	Maciço (coeso)	Pequena média	Granular e blocos subangulares	Extremamente dura	Muito Firme		Gradual e plana
Bt1	45-70	10YR 5/4	Fraca comum	Argila	Maciço (coeso)	Pequena média	Granular e blocos subangulares	Extremamente dura	Firme	Muito plástica e muito pegajosa	Gradual e plana
Bt2	70-100	10 YR 5/6	Fraca comum	Argila	Moderada	Pequena média	Granular e blocos subangulares	Extremamente dura -	Firme-	Muito plástica e muito pegajosa	Gradual e plana
Bt3	100-150	10 YR 5/8 - 10YR6/6 ¹	Fraca abundante	Argila	Moderada	Pequena média	Granular e blocos subangulares	Extremamente dura -	Firme	Muito plástica e muito pegajosa	Gradual e plana
BC	150-190+	7,5 YR 5/8 – 10YR 6/6 ¹	-	Argila	Moderada	Pequena média	Granular e blocos subang	Extremamente dura -	firme	Muito plástica e muito pegajosa	Difusa e plana

¹Mosqueado (coloração variegada)

5.2. Atributos Físicos

Não foram encontradas quantidades expressivas (menos de 1%) de grãos maiores que 2 mm (EMBRAPA, 2013), sugerindo condições de avançadas de transformação do material de origem. Tal fato também foi encontrado na mesma região em trabalhos anteriores (BRASIL, 1972; COSTA, 2012)

Os resultados das análises granulométricas da composição da TFSA (grupo textural) revelou que os perfis de encosta P1, P2 e P3 (Nitossolos Háplicos) possuem mais de 600 g kg^{-1} de argila nos horizontes superficiais. O predomínio de argila é comum em solos derivados de basalto, por ser uma rocha afanítica, com massa de cristais de pequenas dimensões, rica em piroxênios, olivinas, facilmente alteráveis e pouco estável no ambiente solo, além de ser pobre em minerais mais estáveis como quartzo que podem permanecer principalmente como areia nos solos. Já o P4 (Argissolo Amarelo) foi identificado conteúdo um pouco inferior, variando de 510 a 550 g kg^{-1} de argila (textura argilosa) nos horizonte subsuperficiais.

Os perfis P1, P2 e P3 (Nitossolos Háplicos) tem a fração silte como a segunda maior fração participante na TFSA, com valores variando entre 300 g kg^{-1} no horizonte Ap do P1 a 190 g kg^{-1} no Ap do P3 enquanto que em profundidade no Bt3 Os valores oscilaram entre 270 à 210 g kg^{-1} nos P1 e P3, respectivamente. O P2 apresentou valores intermediários entre os dois perfis citados. Valores de silte alto nos horizontes superficiais podem ser explicados pela remoção preferencial de argila para os horizontes subsuperficiais. Já os valores altos em profundidade, segundo Donnagema (2008) os solos oxídicos podem apresentar microagregados do tamanho silte formados pela ação cimentante dos óxidos de Fe e Al mal cristalizados, aglutinando argilas que resistem a dispersão química. Valores da fração silte variando entre 210 à 320 g kg^{-1} foram obtidos em um Nitossolo Vermelho na bacia Cabo em estudos anteriores com mineralogia parecida (OLIVEIRA, 2004). Restando menos de 20% de participação da fração areia. Já o P4 (Argissolo Amarelo) possui a fração areia como segundo maior componente da TFSA e os menores valores da relação silte/argila ($0,01$ à $0,15$). A expressiva mudança dos conteúdos de areia total, como também das suas subfrações (areia grossa e fina), sugere mudança de material de origem e o remetem novamente aos sedimentos do Grupo Barreiras (SILVA et al., 2009).

A Matéria orgânica tem influência nos atributos físicos dos solos, ocorrendo similaridade nos horizontes superficiais (Ap) em relação aos valores de Argila Dispersa em Água (ADA), outro motivo que pode ter influenciado a semelhança entre esses valores nos perfis é a adição de corretivos e adubações com efeito dispersante (SANTOS et. al. 2010).

Os valores da Argila Dispersa em Água (ADA) foram mais altos no P4 do que nos perfis de encosta, inclusive no horizonte Ap. Os valores mais altos coincidem com os horizontes com caráter coeso, a mineralogia caulínica tem influencia na coesão desses horizontes em decorrência de um possível arranjo face a face das partículas laminares desses solos (MOREAU et al., 2006).

Os valores de densidade do solo (Ds) dos horizontes dos perfis P1, P2 e P3 foram expressivamente inferiores aqueles observados no P4 (Argissolos Amarelos), que se mostraram próximos a $1,70 \text{ g.cm}^{-3}$, a exceção do Ap (Tabela. 4). Segundo Corrêa et al. (2005), valores de Ds próximos a $1,60 \text{ g.cm}^{-3}$ são geralmente encontrados em horizontes coesos. Ressalta-se, o valor de $1,79 \text{ g.cm}^{-3}$ ainda não tinha sido registrado em Pernambuco e de ocorrência rara no Brasil (BRASIL, 1972; MOREAU et al., 2006; LIMA NETO et al., 2008). Possivelmente, o acréscimo da densidade do solo está relacionado com aumento do grau de dispersão das argilas (SILVA et al., 2008) e aquelas mais finas com dimensões inferiores a $0,2 \mu\text{m}$ (Corrêa, 2005). Ainda, a densidade do solo é inversamente proporcional à porosidade que foi a menor entre os perfis. Os menores valores da porosidade foram encontrados nos horizontes (BA e Bt₁) que são os horizontes que apresentam caráter coeso.

Enquanto que os valores das densidades das partículas sólidas para o P4 variaram entre $2,65$ e $2,77 \text{ g.cm}^{-3}$, valores de densidades que são recorrentemente atribuídos às partículas dos silicatos dos Argissolos dos tabuleiros costeiros como caulinitas e quartzo, minerais geralmente encontrados em solos tropicais (CORRÊA et al., 2005; SILVA et al., 2009).

Nos perfis de encosta P1, P2 e P3 (Nitossolos Háplicos) os valores das densidades das partículas sólidas foram mais altos que os valores encontrados nas densidades das partículas no perfil de topo P4 (Argissolo Amarelo). Contudo ocorreram poucas variações em profundidade. O menor valor foi encontrado no horizonte superficial do P1 $2,74 \text{ g.cm}^{-3}$ e os maiores valores nos horizontes profundos dos três perfis $2,95 \text{ g.cm}^{-3}$. Minerais ferromagnesianos herdados, comuns em solos derivados de Basalto, têm valores das densidades nessas faixas. Entretanto, pelo avançado estágio de

intemperismo dos solos, esses minerais liberam Fe^{2+} em solução que sofrem oxidação passando para Fe^{3+} ; precipitando na forma de outro composto férrico, óxidos de ferro (TEIXEIRA et al., 2009). Sendo assim é possível que as densidades das partículas tenham apresentado esses valores em decorrência da dominância de Hematita e Goethita, óxidos de ferro cristalinos (CORNELL & SCHWERTMANN, 2003).

Os óxidos de Fe promovem uma melhor agregação do solo contribuindo significativamente para o desenvolvimento da estrutura, (Tabela 2), fato que pode ser confirmado pelos baixos valores das densidades dos solos ($1,03$ à $1,40 \text{ g.cm}^{-3}$) e altos valores da porosidade, sempre superior a 50%, mostrando que esses solos são bem estruturados, possuem alta capacidade de retenção e movimentação de água (SCHWERTMANN & TAYLOR, 1977).

Os baixos valores obtidos na argila dispersa em água (ADA) e os valores inferidos do Grau de Floculação (GF) também corroboram com a dominância dos óxidos, que possuem PCZ mais elevado, uma vez que os valores do (GF) indicam que 80% das argilas permanecem coaguladas em água, diminuindo as possibilidades de perda de solo por erosão laminar ou iluviação das argilas que poderiam ocupar os espaços vazios dos poros (RIBEIRO et al., 2011). Os Nitossolos derivados de basalto geralmente apresentam GF em torno de 100% (MOREAU et al., 2006) diferenciando dos solos estudados.

Tabela 4. Atributos físicos de uma topolitossequência na bacia Cabo - Sirinhaém-PE.

Horizonte		Composição Granulométrica					ADA	GF	Silte/Argila	Densidade	
Símbolo	Prof.	Areia total	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila				Solo	Partícula
		-----g kg ⁻¹ -----					%		g.cm ⁻³		
P1 – NITOSSOLO HÁPLICO											
AP	0-8	119	60	59	303	578	354	39	0,52	1,05	2,74
AB	8-20	106	51	55	261	633	131	79	0,41	1,17	2,81
BA	20-42	78	32	46	304	618	128	79	0,49	1,16	2,80
Bt1	42-95	78	37	41	273	649	126	81	0,42	1,03	2,86
Bt2	95-155	83	40	43	270	647	125	81	0,42	1,07	2,95
Bt3	155-200+	82	40	42	271	647	125	81	0,42	1,16	2,93
P2 – NITOSSOLO HÁPLICO											
Ap	0-20	177	110	67	245	578	399	31	0,42	1,12	2,93
BA	20-55	116	69	47	280	604	125	79	0,46	1,13	2,95
Bt1	55-100	129	78	51	223	648	125	81	0,34	1,07	2,93
Bt2	100-170	129	78	51	231	640	124	81	0,36	1,13	2,95
Bt3	170- 200+	310	189	121	62	628	121	81	0,10	1,12	2,87
P3 – NITOSSOLO HÁPLICO											
Ap	0-20	305	209	96	198	497	406	18	0,40	1,40	2,82
BA	20-50	168	116	52	210	622	129	79	0,34	1,17	2,86
Bt1	50-90	199	137	63	175	626	130	79	0,28	1,22	2,85
Bt2	90-160	186	126	60	139	675	131	81	0,21	1,21	2,81
Bt3	160- 200+	139	93	46	212	649	126	81	0,33	1,18	2,91
P4 – ARGISSOLO AMARELO											
Ap	0-18	569	390	179	5	426	378	11	0,01	1,52	2,65
BA	18-45	423	289	134	67	510	416	18	0,13	1,79	2,67
Bt1	45-70	377	257	120	73	550	411	25	0,13	1,76	2,77
Bt2	70-100	396	270	126	46	558	182	67	0,08	1,69	2,70
Bt1	100-150	372	258	115	83	545	132	76	0,15	1,69	2,67
BC	150-190+	400	282	120	43	557	135	76	0,08	1,71	2,72

ADA: Argila dispersa em água; GF: Grau de flocculação.

5.3. Atributos químicos

Os resultados dos atributos químicos estão na Tabela 5.

Os valores do pH em água revelaram que os solos tem reação moderadamente ácida para todos os perfis variando de 4,8 à 6,5. O pH variou pouco dentro dos perfis, mas com pequena diminuição em profundidade nos perfis de encosta P1 e P3 (Nitossolos Háplicos) e pequeno aumento em profundidade no P4 e P2. A maioria dos minerais são mais solúveis na faixa entre pH 4-5, talvez por essa razão encontrou-se baixos valores dos teores Al^{3+} trocável (Curi & Kämpf, 2012).

Os teores de alumínio trocável foram baixos. Em todos os perfis os valores variaram de 0,05 à 0,35 $cmol_c kg^{-1}$, contudo a saturação por Al^{3+} (m%) teve uma grande amplitude de variação, 8 à 81 %. Nos horizontes Ap e B do P1 (Nitossolo Háplico), terço inferior de encosta, os valores de (m%) foram 12 e 24 % enquanto no Bt₃ o valor foi de 81%, esse valor elevado se deu mais pelos baixos conteúdos de bases trocáveis em que o Ca^{2+} não foi detectado no complexo de troca, de que pela magnitude do conteúdo de Al^{3+} . Este fato indica que o alumínio mesmo em baixos conteúdos domina os sítios de troca desse horizonte. No P2 terço médio de encosta (Nitossolo Háplico) os valores da saturação por alumínio dos horizontes A e B apresentaram valores de 41 e 35 % respectivamente, chegando a 63 % no Bt₃. Os valores (m%) mais baixos da topossequência foram obtidos no P3 terço superior de encosta, e variaram de 8% no Ap e 23% no Bt₃. Comportamento similar ao P4 topo de morro (Argissolo Amarelo) que variou de 13% no Ap à 21 % no Bt₃. Estes valores remetem a uma condição de monossilicização no qual o alumínio do sistema ainda encontra-se fazendo parte da estrutura das caulinitas.

O conteúdo de bases foi baixo em todos os perfis, devido à lixiviação dos cátions não ácidos pelo regime pluvial elevado (mais de 2000 $mm ano^{-1}$), de forma que a CTC também é baixa, menor que 27 $cmol_c kg^{-1}$ de argila com dominância de caulinita, argila de atividade baixa (Tb). Valores similares também foram encontrados em Argissolos estudados nas Serras do Leste Catarinense em solos desenvolvidos de basalto (SOBRINHO et al., 2009)

A CTC efetiva (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+) + Al^{3+} foi inferior a 1,5 $cmol_c kg^{-1}$ de argila nos horizontes diagnósticos. O pH em KCl foi superior a 5,0 nos solos de encosta P1, P2 e P3 (Nitossolos Háplicos).

Outros dados importantes estão relacionados ao ΔpH ($\text{pH KCl} - \text{pH em H}_2\text{O}$) positivo em todos os perfis de encosta nos horizontes Bt, sugerindo que neles o balanço de cargas é positivo. Solos eletropositivos são raros no mundo, entretanto ocupam grandes faixas de terra no Brasil, geralmente solos oxídicos altamente intemperizado (ALLEONI & CAMARGO, 1999).

Esses critérios sugerem que os solos possuem o atributo diagnóstico do caráter ácrico. O prefixo Ácrico deriva do grego *Akros*= “na ponta” ou “no fim”. Solos com material ácrico ocupam um dos quatro extremos taxonômicos, remetendo a uma ideia de perto do fim do seu desenvolvimento pedogenético.

Um dos processos associados ao intemperismo mais importante é a perda de sílica e conseqüente acúmulo de óxidos de ferro e alumínio (alitização e ferralitização), além da monossilização, formação de Caulinita, argila do tipo 1:1 (ALLEONI et al., 2009). Os valores dos índices k_i e k_r foram superiores a 0,75, valores de referência para solos altamente intemperizados. Entretanto são considerados baixos: k_i (P1- Bt1 =1,8; P2 – Bt1= 1,6 e P3 – Bt1=1,9) e k_r (P1 – Bt1 = 1,1; P2- Bt1 = 1,0 e P3 – Bt1=1,1). Estes valores corroboram os encontrados por Oliveira (2004) em estudos na mesma área, no qual a mineralogia essencialmente oxídica.

Contudo como a chave taxonômica para os Nitossolos não contempla o atributo ácrico em nenhum nível categórico, registramos a sugestão da inclusão do caráter ácrico para Nitossolos Háplicos para aprimoramento do SiBCS (EMBRAPA, 2013).

Os teores de carbono total (COT) nos horizontes Ap foram superiores a 10 g kg^{-1} até 40 cm. COT é outro atributo químico usado para separar classes do segundo nível categórico dos Nitossolos Brunos dos Nitossolos Háplicos, nos casos de solos com cores brunadas na parte superior do B e BA (7,5 YR 4/6 ou mais amarelo). Todos os horizontes superficiais Ap dos perfis de encosta possuem mais de 10 g kg^{-1} de (COT), porem só o P1(Nitossolo Háplico) apresenta este teor até 40 cm. Possivelmente os horizontes superficiais sofreram perdas de material devido ao manejo, apresentando assim menor espessura que o exigido para o enquadramento como Nitossolo Bruno. Portanto foram considerados como Háplicos. O COT decresce em profundidade com os teores de Ca, Mg, K e Na, que diminuem acompanhando os teores de matéria orgânica. Os maiores valores foram encontrados nos horizontes superficiais; provavelmente esses elementos estão ligados a matéria orgânica e são também influenciados pelo manejo com correções e adubações.

Os valores de fósforo disponível foram mais altos nos horizontes superficiais, chamando a atenção para o horizonte Ap do perfil 4 (Argissolos Amarelo) que tem 48 mg kg^{-1} , provavelmente reflexos de adubações fosfatada recente.

Tabela 5. Atributos químicos de uma topolitossequência na bacia Cabo - Sirinhaém-PE.

Horiz.	Prof. (cm)	pH		Δ pH	BASES TROCÁVEIS				SOMA BASES	Al^{3+}	H+Al	CTC	V	m	COT	P
		Água	KCl		Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+								
P1 - NITOSSOLO HÁPLICO																
Ap	0-8	5,7	5,1	-0,6	0,45	0,39	0,18	0,13	1,1	0,15	7,4	8,6	13	12	30,3	11,3
AB	8-20	5,0	4,6	-0,4	0,19	0,15	0,07	0,06	0,5	0,15	7,4	7,9	6	24	22,7	4,4
BA	20-42	5,5	5,4	-0,1	0,18	0,13	0,05	0,05	0,4	0,05	5,3	5,7	7	11	11,6	4,3
Bt1	42-95	5,2	5,3	0,1	0,14	0,09	0,03	0,09	0,3	0,05	4,8	5,2	7	13	8,8	6,9
Bt2	95-155	5,3	5,3	0,0	0,15	0,08	0,02	0,05	0,3	0,05	5,7	6,0	5	14	6,5	6,4
Bt3	155-200+	5,0	4,6	-0,4	Nd	0,03	0,01	0,04	0,1	0,35	6,6	6,7	1	81	5,6	8,5
P2 - NITOSSOLO HÁPLICO																
Ap	0-20	4,8	4,3	-0,5	0,13	0,11	0,14	0,06	0,4	0,3	8,7	9,2	5	41	21,5	9,8
BA	20-55	5,2	5,2	0,0	0,09	0,05	0,02	0,03	0,2	0,1	4,2	4,4	4	35	9,9	5,3
Bt1	55-100	5,2	5,4	0,2	0,07	0,05	0,02	0,02	0,2	0,05	3,3	3,5	5	24	7,1	7,9
Bt2	100-170	5,3	5,6	0,3	0,12	0,04	0,01	0,02	0,2	0,05	3,4	3,6	6	20	6,3	9,3
Bt3	170- 200+	4,9	5,0	0,1	0,01	0,02	0,01	0,02	0,1	0,1	3,9	4,0	2	63	6,2	8,6
P3 - NITOSSOLO HÁPLICO																
Ap	0-20	5,6	5,0	-0,6	0,28	0,15	0,07	0,05	0,6	0,05	5,7	6,2	9	8	12,5	8,0
BA	20-50	5,6	5,5	-0,1	0,10	0,08	0,01	0,02	0,2	0,05	3,7	3,9	5	20	9,7	2,9
Bt1	50-90	5,4	5,5	0,1	0,10	0,07	0,01	0,02	0,2	0,05	3,7	3,9	5	20	7,0	5,6
Bt2	90-160	5,3	5,4	0,1	0,08	0,06	0,01	0,02	0,2	0,05	3,4	3,5	5	23	5,8	6,2
Bt3	160- 200+	5,3	5,3	0,0	0,05	0,06	0,01	0,04	0,2	0,05	4,0	4,1	4	23	4,5	5,8
P4 - ARGISSOLO AMARELO																
Ap	0-18	5,1	5,0	-0,1	0,27	0,10	0,24	0,09	0,7	0,1	6,4	7,1	10	13	16,6	47,9
BA	18-45	6,0	5,1	-0,9	0,16	0,02	0,02	0,03	0,2	0,05	3,2	3,4	7	18	5,3	15,3
Bt1	45-70	6,2	5,5	-0,7	0,11	0,03	0,06	0,05	0,2	0,05	3,5	3,7	7	17	5,3	3,1
Bt2	70-100	6,4	5,8	-0,6	0,10	0,03	0,01	0,03	0,2	0,05	2,4	2,5	7	22	4,0	4,9
Bt3	100-150	6,5	5,9	-0,6	0,11	0,05	0,01	0,03	0,2	0,05	1,5	1,7	12	19	3,8	4,2
BC	150-190+	6,4	5,9	-0,5	0,12	0,03	0,01	0,03	0,2	0,05	0,9	1,1	18	21	3,0	3,2

Tabela 6. Teores de SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃ – extraídos por digestão sulfúrica e valores de ki e kr nos horizontes: superficial, diagnóstico e inferior nos perfis de uma topositossequência na bacia Cabo - Sirinhaém -PE.

	Horizonte	Profundidade	Digestão Sulfúrica			Ki	Kr
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃		
Perfil 1 NITOSSOLO		Cm					
HÁPLICO Acrifêrrico				g kg ⁻¹			
típico	Ap	0 – 8	197,00	188,97	207,20	1,8	1,0
	Bt1	42 – 95	237,50	219,79	212,70	1,8	1,1
	Bt3	155 - 200+	197,00	212,08	254,39	1,6	0,9
Perfil 2 NITOSSOLO	Ap	0 – 20	167,50	194,11	195,43	1,5	0,9
HÁPLICO Acrifêrrico	Bt1	55 – 100	182,50	188,97	207,59	1,6	1,0
típico	Bt3	170-200+	154,50	176,14	207,56	1,5	0,9
Perfil 3 NITOSSOLO	Ap	0 – 20	120,00	160,73	170,13	1,3	0,8
HÁPLICO Acrifêrrico	Bt1	50 -90	212,00	191,54	211,91	1,9	1,1
típico	Bt3	160 - 200+	197,00	196,68	191,79	1,7	1,1
Perfil 4 ARGISSOLO	Ap	0 -18	122,00	106,81	39,53	1,9	1,6
AMARELO Distrocoeso	Bt1	45 – 70	193,00	173,57	59,37	1,9	1,6
típico	BC	150 – 190+	189,00	181,27	59,24	1,8	1,5

5.5. Atributos mineralógicos das frações silte e argila

Os teores de óxidos de ferro livre (DCB) do P4 (Argissolo Amarelo) foram os mais baixos da topossequência. O Fe_d variou de 35 g kg^{-1} no Ap a 53 g kg^{-1} no de solos no BC, evidenciando a diferença que existe no material de origem desses solos pobres em ferro em relação aos outros solos da topossequência desenvolvidos de basalto, que possuem teores em torno de 200 g kg^{-1} . Solos com horizontes adensados (coesos) geralmente apresentam baixos conteúdos de óxidos cristalinos (MELO et al., 2001), contudo os valores da relação (Fe_d/Fe_s) muito próximos a 0,9, indicando que todo o conteúdo de ferro existente está presente nos óxidos de ferro pedogênicos.

As relações (Fe_o/Fe_d) em todos os perfis foram baixas, menores de que 0,02, corroborando os valores encontrados em Nitossolos desenvolvidos de rochas básicas no Estado de São Paulo (TREMOCOLDI et al., 2003). Valores baixos dessas relações indicam a dominância dos óxidos nas formas cristalinas (goethita e hematita), solos bastante evoluídos (INDA JUNIOR et al., 2003). Os valores obtidos nas extrações com OAA são referentes aos teores dos óxidos amorfos remanescentes, provavelmente a ferrihidrita (COSTA et al., 2002).

Os valores de Si_s muito próximos dos valores de Al_s , expressos na forma de óxidos, confirmam a constituição dominada por argilominerais com relação 1:1 (caulinita). Os plagioclásios são considerados os maiores precursores da Caulinita e também os principais constituintes das rochas eruptivas básicas (GHINDIN et al., 2006).

As amostras de silte dos perfis de encosta apresentaram vários picos de difração específicos das argilas cauliníticas e oxídicas, como: o de gibsitita (Gb) em 0,487 nm e goethita (Gt) 0,417 nm e o pico 0,734 nm da caulinita (Ct). Fato que pode explicar que o grande conteúdo dessa fração na análise granulométrica devido a agrupamentos de microagregados ricos em ferro e alumínio de alta estabilidade, em que essas partículas muito argilosas ficam aglutinadas e são apenas parcialmente desagregadas pela dispersão química e mecânica. Esta associação contribui, pelo seu tamanho, para superestimar a proporção de silte do solo analisado (DONAGEMMA et al., 2008). Outros picos como 0,422, 0,334 nm, referente ao quartzo, 0,251 nm da maghemita, 0,324 feldspato foram identificados também na fração silte desses perfis sendo relacionados à alteração física dos minerais herdados do material de origem. A assembléia mineralógica da fração silte está disposta na Tabela 7.

Tabela 7. Caracterização mineralógica da fração silte dos solos estudados

Perfil	Classificação	Assembleia Mineralógica
P-1	Nitossolo Háplico	Ct,Gb,Q,Gt,Au, Mag,Hm
P-2	Nitossolo Háplico	Ct,Gb,Q,Gt,Au, Mag,Hm
P-3	Nitossolo Háplico	Ct,Gb,Q,Gt,Au, Mag,Hm
P-4	Argissolo Amarelo	Ct,Q,Fd

Ct= caulinita; Gb= gibsita; Q=quartzo; Au=Augita; Mag= Mag=maghemita; Hm= hemathita; Fd=feldspato

A presença de goethita foi confirmada em análises de DRX pelos picos de difração Gt (101) em 0,413 nm; Gt (111) em 0,241 nm e a presença de hematita pelos picos em (012) em 0,366 nm e (104) em 0,267 nm, nas amostras de concentrados de óxidos do P1 representativo também para P2 e P3 de encosta. Pelas análises de DRX verificou-se a virtual ausência de hematita no Perfil 4 (CORNELL & SCHWERTMANN, 2003) (Figura 9 e Figura 10).

Os valores da relação Gt/Gt+Hm tem coerência com as cores amareladas dos solos (CORNELL & SCHWERTMANN, 2003). Os perfis de encosta apresentaram valores da relação compatível com a intensidade das cores bruno-amareladas, mostrando o predomínio da goethita (ALMEIDA et al., 2000). Nos horizontes do P4 (Argissolo Amarelo) a pigmentação mais amarela pode ser em decorrência da virtual ausência de hematita. (Tabela 7).

A dominância de goethita em solos com teores elevados de Fe (rochas básicas) é um forte indício de ciclos alternados de períodos secos intercalados por longos períodos de intensa pluviosidade que manteve a umidade durante a gênese desses solos (CORNELL & SCHWERTMANN, 2003).

Na Figura 7 estão os DRX dos horizontes do P1, os quais são representativos para os horizontes dos P2 e P3 (Nitossolos Háplicos), e na Figura 8, estão os DRX dos horizontes do P4 (Argissolo Amarelo). Embora sejam bem semelhantes aos DRX de P1, a intensidade do pico de difração da caulinita (na argila natural) foi superior ao do perfil 1. Como os dados de TG mostram leve tendência de diminuição na quantidade de caulinita em P4, então os picos mais intensos podem ser indicativos de maior cristalinidade das caulinitas em P4 (herdada do Barreiras).

A caulinita foi identificada pelos picos de difração em 0,721 e 0,356 nm, os quais colapsaram sob tratamento de 550 °C. A Goethita foi identificada pela presença do pico de difração em 0,415 nm nas amostras em pó de argila natural.

As temperaturas de desidroxilação (TD) das caulinitas foram similares para todas as amostras entre horizontes e entre perfis, todas próximas a 500°C. Estes valores de TD foram próximos aos encontrados por outros autores em estudos de Latossolos Brunos Ácricos e Vermelhos desenvolvidos de basalto no Paraná, revelando que a estrutura das caulinitas estudadas no presente trabalho são semelhantes às estudadas no Paraná (GHINDIN et al., 2006).

Do ponto de vista quantitativo obteve-se por análises de ATG a constatação de que não existe gradiente no conteúdo de caulinita com a posição do relevo para os perfis de encosta. Os valores oscilaram em torno de 80% desse mineral na fração argila. A dominância de caulinita nos solos estudados é compatível com o material de origem rico em feldspato o principal precursor da caulinita, conforme pode ser verificado nos DRX da amostra do pó da rocha (Figura 11). De acordo com os minerais detectados no DRX do pó da rocha, o material parental dos perfis de encosta é o basalto.

Nos perfis 2 e 3 também foram detectados de 2 a 8 % de gibsita. A presença desse mineral é um prenúncio da condição de evolução do solo em que a caulinita começa a passar de produto da dissolução de outros minerais para ser reagente, e a Gibsita passa a produto final (TEIXEIRA et al., 2009).

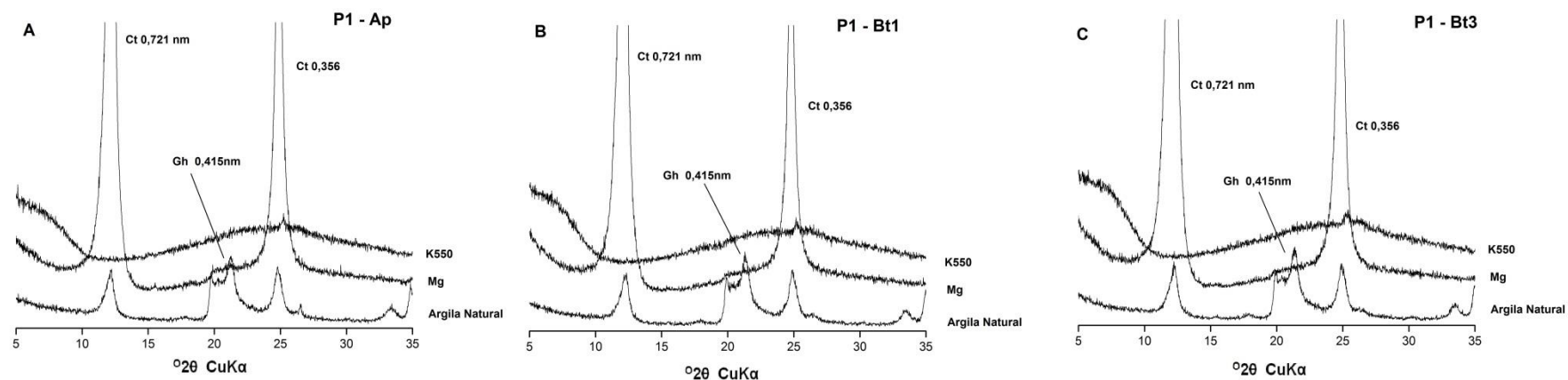


Figura 4. DRX do Perfil 1 horizontes superficial (Ap); horizonte intermediário Bt1 e horizonte inferior Bt3. (Ct =Caulinita; Gh= Goethita)

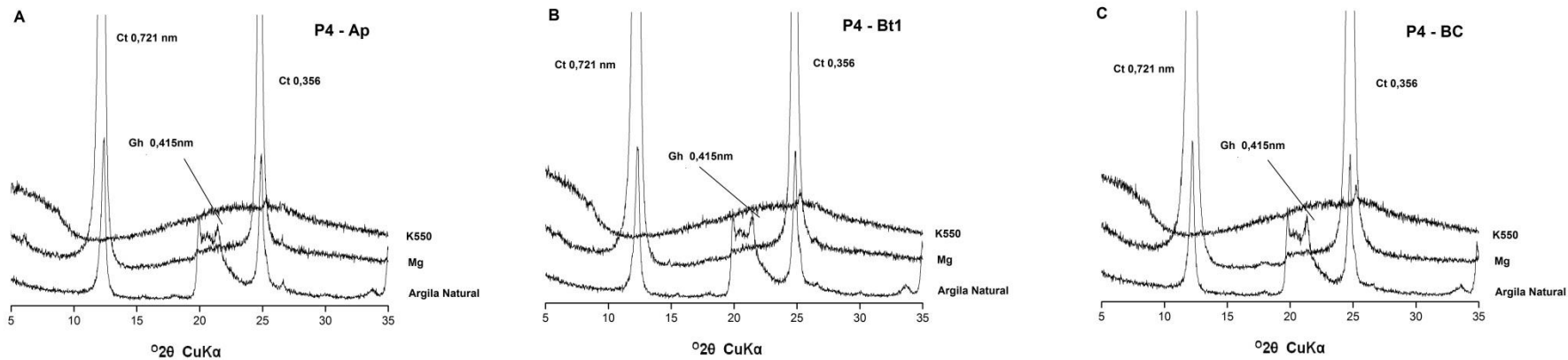


Figura 5. DRX do Perfil 4 horizontes superficial (Ap); horizonte intermediário Bt1 e horizonte inferior Bt3. (Ct =Caulinita; Gh= Goethita)

P1 - Concentrado de Óxidos

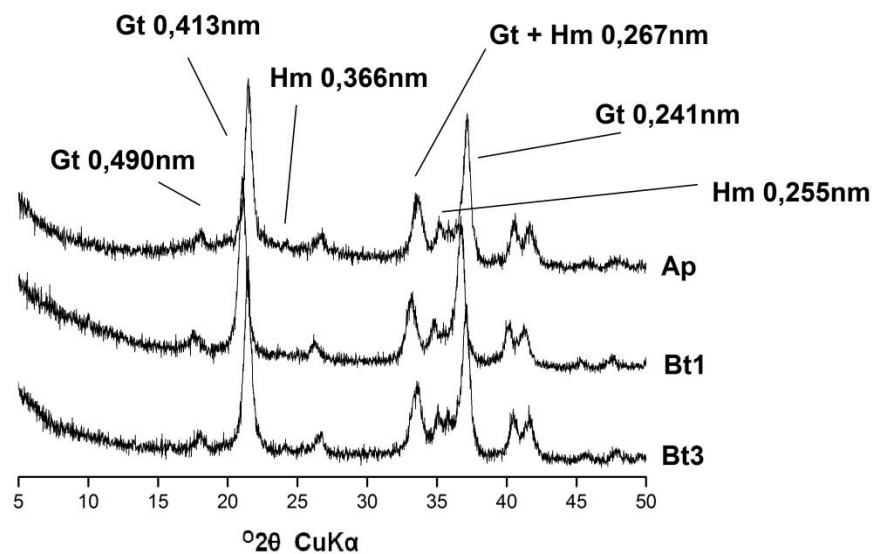


Figura 7 DRX de amostra de concentrado de óxidos. Gt = Goethita e Hm=Hematita

P4 - Concentrado de Óxidos

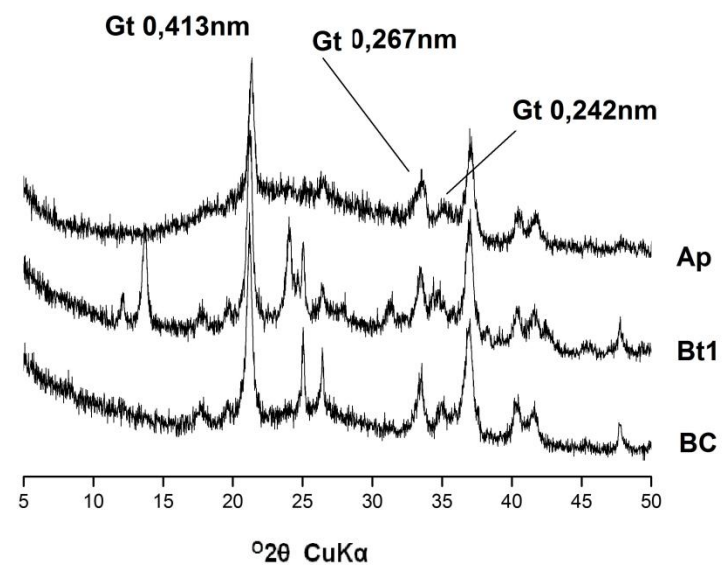


Figura 6 DRX de amostra de concentrado de óxidos. Gt = Goethita e Hm=Hematita

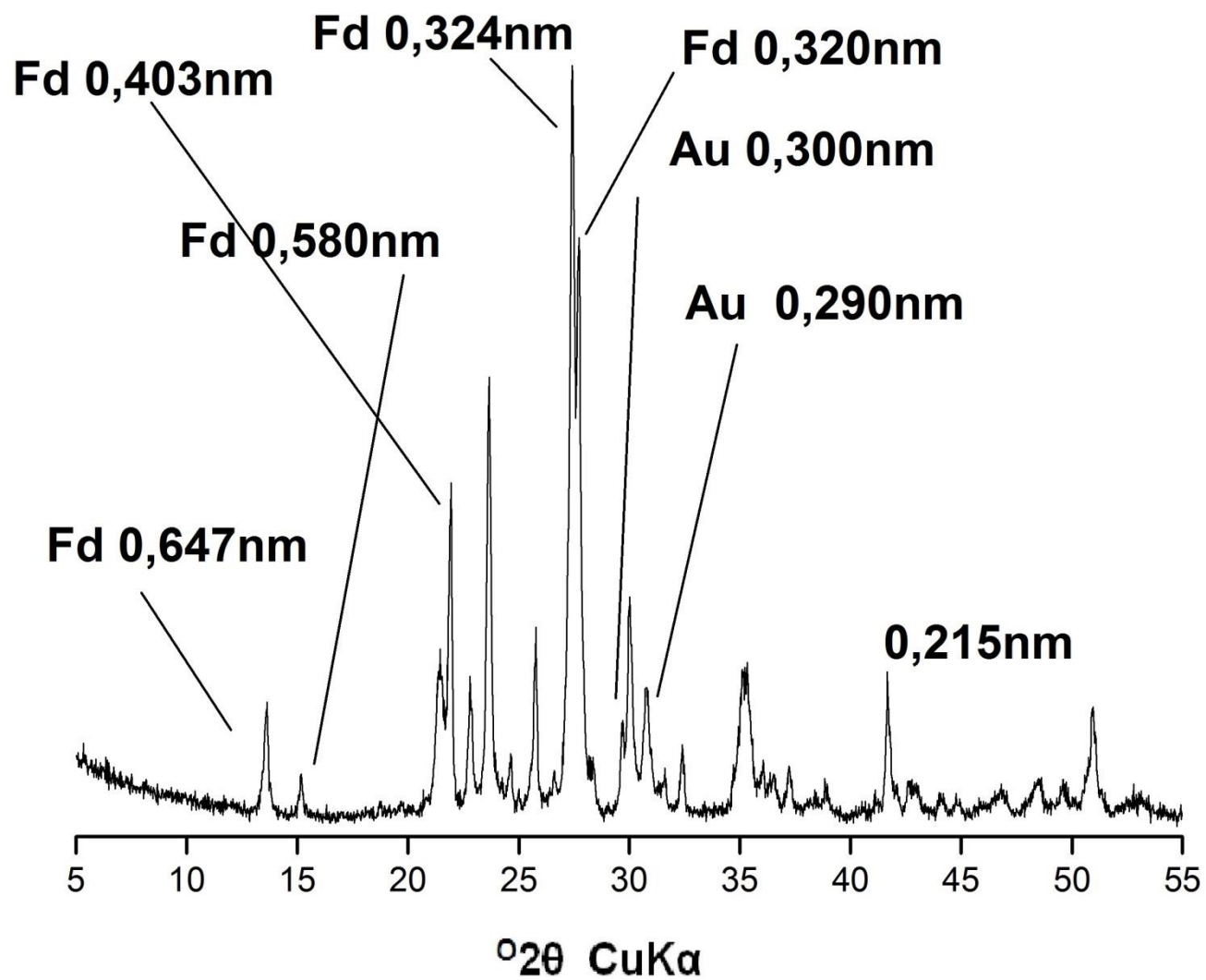


Figura 8 DRX do Pó da rocha do perfis 1, 2, e 3 Au= Augita e Fd Feldspato

Tabela 8. Relações- (Gt/Gt+Hm) obtidas por DRX (ConOxi) e teores de Fe e Al extraídos por DCB e OAA e suas respectivas relações nos horizontes diagnóstico superficial, subsuperficial de uma topolitossequência na bacia Cabo - Sirinhaém -PE

Horiz.	Prof.	Fe _d	Al _d	Fe _o	Al _o	Fe _o /Fe _d	Fe _d /Fe _t	¹ (Gt/Gt+Hm)	² T.D.	³ Ct	⁴ Gb	
	C M	-----g kg ⁻¹ -----							°C		%	
Perfil 1 NITOSSOLOS HÁPLICOS Acriférricos típicos												
Ap	0 – 8	169,35	27,77	2,34	3,32	0,01	0,82	0,77	490,3	87	Nd	
Bt1	42 – 95	186,19	31,64	1,3	3,25	0,01	0,88	0,79	492,3	85	Nd	
Bt3	155 - 200+	172,87	29,3	1,36	3,70	0,01	0,68	0,80	488,0	84	Nd	
Perfil 2 NITOSSOLOS HÁPLICOS Acriférricos típicos												
Ap	0 – 20	174,42	25,22	2,73	3,99	0,02	0,89	0,82	481,6	82	8	
Bt1	55 – 100	203,18	27,39	1,67	2,73	0,01	0,98	0,81	492,7	82	Nd	
Bt3	170-200+	190,25	26,80	1,33	2,82	0,01	0,92	0,62	493,8	81	2	
Perfil 3 NITOSSOLOS HÁPLICOS Acriférricos típicos												
Ap	0 – 20	127,60	18,90	2,35	2,04	0,02	0,75	0,62	496,4	88	3	
Bt1	50 -90	196,60	23,81	1,50	2,91	0,01	0,93	0,81	493,2	83	Nd	
Bt3	160 - 200+	182,82	26,18	1,09	2,60	0,01	0,95	0,76	483,2	76	6	
Perfil 4 ARGISSOLO AMARELO Distrocioso típico												
Ap	0 -18	34,80	9,57	2,64	1,89	0,08	0,88	-	492,5	78	Nd	
Bt1	45 – 70	52,12	14,48	0,63	2,31	0,01	0,88	-	495,2	82	Nd	
BC	150 – 190+	52,97	13,23	0,53	2,18	0,01	0,89	-	494,3	79	Nd	

¹Gt= Goethita; ¹Hm= Hematita; ²TD. Temperatura de Desidroxilação da Caulinita; ²Ct= Caulinita; ³Gb= Gibsita

5.7. Classificação dos solos

Os perfis de encosta, P1(terço inferior), P2(terço médio) e P3(terço superior), foram classificados como:

- NITOSSOLOS HÁPLICOS Acriféricos típicos.

Apresentaram horizontes Bt (nítico) pela presença de cerosidade moderada abundante sem a presença de policromia. Foram enquadrados como Háplicos por não se enquadrarem nas outras opções da chave taxonômica. O conteúdo de Fe enquadra os solos como férricos. Por possuírem e caráter ácido, característica não catalogada até o momento no SiBCS, sugere-se a classificação no terceiro nível categórico como Acriférico. Fechando a chave no quarto nível categórico (típico).

O perfil 4 (topo de morro) foi classificado como:

- ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso típico.

Apesar de possuir gradiente textural inferior a 1,5, esse perfil apresentou horizontes com cerosidade fraca, porém com ocorrência de moderada à abundante, fato que o exclui da ordem dos Latossolos. O matiz 7,5 YR ou mais amarelo explica a classificação no segundo nível categórico. Possui baixa saturação por bases e caráter coeso que conclui a classificação no terceiro nível categórico (Distrocoeso) e típico por não se enquadrar nas demais possibilidades da chave taxonômica (EMBRAPA, 2013).

6. CONCLUSÕES

Os Nitossolos Háplicos desenvolvidos de basalto na região da mata atlântica do estado de Pernambuco apresentam alta relação Goethita/Hematita conferindo-lhes cores brunadas e apresentam alta relação Goethita/Hematita independente da predominância de caulinita na fração argila.

No topo da paisagem ocorre Argissolo Amarelo com caráter Coeso, que apresentam densidade do solo superior a $1,7 \text{ kg}^{-1} \text{ m}^{-3}$.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. A.; MAÇANEIRO K. C.& KLAMT E. Mineralogia da fração argila de solos vermelhos com horizontes superficiais brunados do planalto de Lages (SC). **Revista Brasileira de. Ciência do Solo**, v. 24, p.815-828, 2000.

AMARAL A. J. R.; MENOR, E. A. A sequência vulcano sedimentar cretácea da região Suape (PE): interpretação faciológica e considerações metalogênicas. **Atlas IX Simpósio de Geologia do Nordeste**, p.251-269, 1979

ANDRADE-LIMA, D. Estudos fisiogeográficos de Pernambuco. **Arquivos do IPA**, v.05, p.305-341, 1960.

ASSIS, H. M. B. Cartografia geomorfológica do Município do Cabo de Santo Agostinho/PE. (Série Cartas Temáticas). Recife: CPRM/FIDEM, v.04. 1999. 32p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. Recife: Sudene (MA. DNPEA-DPP. Boletim Técnico, 26; SUDENE-DRN. Série Pedologia, 14), v. 02. 1972. 354p.*

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

CAMPOS M. C. C.; MARQUES JÚNIOR J.; SOUZA Z. M.; SIQUEIRA D. S.e PEREIRA G. T. Análise multivariada de atributos do solo na discriminação de superfícies geomórficas em uma litossequência arenito – basalto - **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 429-438, jul-set, 2012

CARLOS ERNESTO G.R.SHAEFER - Bases Físicas da Paisagem Brasileira: **Estrutura Geológica, Relevo e Solos Tópicos Ci. Solos**, 8:221-228, 2013.

CORÁ J. E.; FERNANDES C.; GARRIDO J. C.; BERALDO & MARCELO A. V. Adição de areia para dispersão de solos na análise granulométrica R. Bras. Ci. Solo, 33:255

CORNELL, R. M. SCHWERTMANN, U. The Iron Oxides: Structure, Properties, Reactions, Occurrences and Uses. **WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim** p. 64-110. 2003.

CORNELL, R. M. SCHWERTMANN, U. The Iron Oxides: Structure, Properties, Reactions, Occurrences and Uses. **WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim** p. 130-137. 2003.

CORNELL, R. M. SCHWERTMANN, U. The Iron Oxides: Structure, Properties, Reactions, Occurrences and Uses. **WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim** p. 439-462. 2003.

CORRÊA, M.M. Óxidos de ferro e tipificação de caulinitas na gênese de solos coesos do ambiente dos tabuleiros costeiros. **Tese de Doutorado. Viçosa. UFV, 2005**

CORRÊA, M.M.; KER, J.C.; BARRÓN, V.; TORRENT, J.; CURI, N.; TORRES, T.C.P. Caracterização química, física, mineralógica e micromorfológica de horizontes coesos e fragipãs de solos vermelhos e amarelos do ambiente tabuleiros costeiros. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v. 32, p. 297-313. 2008.

COSTA A. C. S.; ALMEIDA V. C.; LENZI E.; NOZAKI J. Latossolos do Brasil: uma revisão. *GEONOMOS*,5(1):17-40

COSTA CAMPOS C. M.; JÚNIOR J. M.; SOUZA Z. M.; SILVA D.; SIQUEIRA E TADEU PEREIRA T. G.- Discrimination of geomorphic surfaces with multivariate analysis of soil attributes in sandstone - basalt lithosequence **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 43, n. 3, p. 429-438, jul-set, 2012

COSTA E. U. Caracterização e gênese de Argissolos e Nitossolos na Bacia Cabo, Pernambuco / Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – **Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife, 2012.**

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Cabo de Santo Agostinho, Estado de Pernambuco. Recife: **CPRM/PRODEEM**, 2005, a. 11p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 2013. 353p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco. **Boletim de Pesquisa 11. Rio de Janeiro: Embrapa Solos**, 2000. 378p.

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

GHIDIN, A. A.; MELO, V. F.; LIMA, V. C.; LIMA, J. M. J. C. Topossequência de Latossolos originados de rochas basálticas no Paraná. II – Relação entre mineralogia da fração argila e propriedades físicas dos solos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 30:307-319, 2006.

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

HECKMAN, K.; RASMUSSEN, C. Lithologic controls on regolith weathering and mass flux in forested ecosystems of the southwestern USA. **R. Geoderma** v. 164, p.99-111.2011

INDA JUNIOR A. V & KÄMPF N. Variabilidade de goethita e hematita via dissolução redutiva em solos de região tropical e subtropical. **Revista Brasileira Ciência Solo**, 29:851-866, 2005.

INDA JUNIOR A. V. Caracterização de Hematita e Goethita em solos poligenéticos. Tese de Doutorado em Ciências do Solo, **Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre**, (126p.) – Junho 2002.

INDA JUNIOR, A. V. KÄMPF, N. Avaliação de procedimentos de extração dos óxidos de ferro pedogênicos com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio. **R. Bras. Ci. Solo**, 27:1139-1147, 2003.

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

KÄMPF, N. & SCHWERTMANN, U. The 5 M NaOH Concentration Treatment for iron oxides in soils. **Clays Clay Minerals. Boulder**, v.30:401-408, 1982.

KÄMPF, N.; CURI, N.; MARQUES, J. J. Intemperismo e ocorrência de minerais no ambiente do solo, In: Melo, V. F.; Alleoni, L. R. F., eds. **Química e mineralogia do solo, 1 ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2009. p. 333-380.

KARATHANANIS, A.D. Thermal analysis of soil minerals. In: ULERY, A.L. & DREES, R. Methods of Soil Analysis. Part 5 – Mineralogical Methods. **Soil Science Society of America**, Madison, 2008, p. 117-160.

KER, J.C. Latossolos do Brasil: Uma revisão. **Geonomos** - v.5 n. 1 p. 17-40 (1997)

LEINZ, V.; CAMPOS, J. E. S. GUIA PARA DETERMINAÇÃO DE MINERAIS. 8. Ed. **São Paulo, Nacional**. 1979. 149p.

LIMA FILHO M. F.; PEDROSA, F. J. A.; MEDEIROS, A. B.; BRITO, M. F. I.; NÓBREGA, V. A.; ARAÚJO, R. D.; MOTA, J. A. **Geologia da Bacia Cabo – PE. Geociências**, 15(1):223-242, 1996.

MEHRA, O.P.; JACKSON, M. L. Iron oxide removal from soils clay by dithionite citrate system buffered with sodium bicarbonate. In: SWINEFORD, A. Ed. **Clay and clay minerals proceeding conference. Elmsdorf, NY: Pergamon Press**. 1960. P317-342.

MELO, V.F.; FONTES, M.P.F.; NOVAIS, R.F.; SINGH, B. & SCHAEFER, C.E.G.R. Características dos óxidos de ferro e de alumínio de diferentes classes de solos. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, 25:19-32, 2001b.

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

MOREAU A. M. S.S.; COSTA L. M.; KER J. C. & GOMES F. H.. Gênese de horizonte coeso, fragipã e duripã em solos do tabuleiro costeiro do sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v30, p1021-1030, 2006

NASCIMENTO M.A.L.; SOUZA Z.S.; ARNOSIO J.M.; VASCONCELOS P.M.P.- Ignimbritos do Engenho Saco, Ipojuca, PE Registro de vulcanismo explosivo cretáceo na Província Magmática do Cabo - **SIGEP** 103 -237-250p.2008.

NASCIMENTO, M. A. L.; Potencialidades geoturísticas na região do granito do Cabo de Santo Agostinho (NE do Brasil): Meio de promover a preservação do patrimônio geológico. **Estudos Geológicos**, 15: 3-14, 2005.

NASCIMENTO, M. A. L.; SOUZA, Z. S.; LIMA FILHO, M. F.; SÁ, E. F. J.; CRUZ, L. R.; FRUTUOSO JÚNIOR, L. J.; ALMEIDA, C. B.; ANTUNES, A. L.; SILVA, F. C. A.; GUEDES, I. M. G. Relações Estratigráficas da Província Magmática do Cabo, Bacia de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Estudos Geológicos**, 14:3-19, 2004.

OLIVEIRA, L. B.; FERREIRA, M. G. V. X.; MARQUES, F. A. Characterization and classification of two soils derived from basic rocks in Pernambuco State Coast, Northeast Brazil. **Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)**, v.61, n.6, p.615-625, Nov./Dec. 2004

RESENDE. M. A.; CURI N.; KER. J. C. E RESENDE S.B. Mineralogia dos solos Brasileiros; **Interpretação e aplicações/ lavras: Editora UFLA**, 2005. 192p.

RIBEIRO M. R.; OLIVEIRA L. B; ARAUJO FILHO J. C. Caracterização Morfológica do solo – e KER,J. C.; CURI N.; SCHAEFER, C.E.G.R. 7 VIDAL-TORNADO, P., eds. **Pedologia; fundamentos**. C 2012.

RIBEIRO, B. T.; LIMA, J. M.; CURI, N.; OLIVEIRA, G. C.e LIMA, P. L. T. Cargas superficiais da fração argila de solos influenciadas pela vinhaça e fósforo **Quim. Nova**, Vol. 34, No. 1, 5-10, 2011.

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 Bases Físicas da Paisagem Brasileira: **Estrutura Geológica, Relevo e Solos –Tópicos Ci Solos**, 8:221-278,2013

SCHWERTMANN, U; TAYLOR, R. M. 1989. Iron Oxides. In: DIXON, J. B.; WEED, S. B., (Eds.) **MINERAL SOIL ENVIRONMENTS**. 2,ed. **Madison: Soil Science Society of American**, 1989. p, 379-438.

SILVA M. S. L.; KLAMT E.; ANJOS J. B.; CUNHA T. J.F.; OLIVEIRA NETO M. B.; SANTOS J. C. P.; PARAHYBA R. B. V. Caracterização Morfológica e Física de Solos Adensados dos Tabuleiros Sertanejos do Estado de Pernambuco **Embrapa-solos SSN 1678-0892** 25p.Dezembro, 2008

SINGH, B.; GILKES, R. J. Concentration of oxides from soil clays by M NaOH treatment: the complete removal of sodalite and kaolin. **Clay Minerals**. v.26 p. 463-472.1991.

SINGRE – Sistema de informação para gestão territorial da região metropolitana de Recife: estudo do meio física do município de Ipojuca- **Hidrologia** , 1999.

SOBRINHO, J. B. P.; ALMEIDA, J. A.; ERHART, J. Mineralogia, propriedades químicas e classificação de solos das Serras do Leste **Catarinense Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v.8, n.1, p. 9-24, 2009.

SOUKUP, D.A.; BUCK, B.J. & HARRIS, W. Preparing soils for mineralogical analyses. In: ULERY, A.L. & DREES, R. **Methods of Soil Analysis. Part 5 – Mineralogical Methods**. **Soil Science Society of America**, Madison, 2008, p. 13-32.

TAYLOR, R. M. Non-silicates oxides and hydroxides. In: NEWMAN, A.C.D., ed. **Chemistry of clays end clay minerals**. **New York, John Wiley & Sons**, 1987. P.129-201.

TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M.; TAIOLI, F. Decifrando a terra, 2ª edição.São Paulo. **Compania Edidora Nacional**. p216-219. 2009.

TREMOCOLDE, W. A. Mineralogia dos silicatos e dos óxidos de Ferro da fração argila de solos Desenvolvidos de rochas básicas no estado de São Paulo. **Rev. Biociênc.,Taubaté**, v.9, n.1, p.15-22, jan-mar 2003.

VETTORI, L. Métodos de análise de solo. (Boletim Técnico, 7). Rio de Janeiro, **Ministério da Agricultura, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo**, 1969. 24p.

WINGE, M.. Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil. 1 ed. Brasília: **CPRM**, 2009. v. 2. p.1 -13.

YOEMANS, J. C., BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Comm. Sci. Plant Annual.**, v.19. 1467 – 1476, 1988.

**ANEXO 1. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA, ANÁLISES FÍSICAS E
QUÍMICAS CARACTERIZAÇÃO DE NITOSSOLOS HÁPLICOS-ARGISSOLO
AMARELO EM UMA TOPOLOGIA SEQUÊNCIA NA BACIA CABO,
SIRINHAÉM-PE**

PERFIL: 01**A - DESCRIÇÃO GERAL**

CLASSIFICAÇÃO: NITOSSOLOS HÁPLICOS Acriférricos típicos, A moderado, textura muito argilosa, fase floresta tropical subperenefolia, relevo suave ondulado.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS: Lado esquerdo da rodovia PE (60), no sentido de Ipojuca Ribeirão, nos limites do engenho Cibirô Cavalcante, município de Sirinhaém, (PE), 08°32'33,0" S e 35°04'49,9" W.

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Descrito e coletado na Terra Firme, no terço inferior de encosta de morro de vertentes convexas, sob plantio de cana-de-açúcar, e vegetação primária da área sob Floresta Tropical Subperenifolia, 24% de declividade.

ALTITUDE: 22 metros.

LITOLOGIA: Rochas Magmáticas Extrusivas

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Bacia magmática do cabo, Formação Ipojuca.

PERÍODO: Aptiano até Turoniano.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Saprolito de rochas básicas.

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado.

SUPERFÍCIE GEOMÓRFICA:

POSIÇÃO DA PAISAGEM: Terço inferior de encosta.

EROSÃO: Laminar moderada e severa.

DRENAGEM: Moderada.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Tropical Subperenefolia.

USO ATUAL: Cana-de-açúcar.

CLIMA: do tipo As' (Köppen), quente e úmido.

DESCRITO E COLETADO: Mateus Rosas Ribeiro, Marcelo Metri Corrêa, Valdomiro Severino de Souza Júnior, José Fernando Wanderley Fernandes Lima.

B - DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap - 0 – 8 cm, bruno-escuro (10YR 3/3, úmido), bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, seco); muito argilosa; forte pequena e média, granular; muito duro, firme, muito plástica; transição clara e plana.

AB - 8 – 20 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido); muito argilosa; moderada pequena e média blocos subangular; muito duro, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

BA - 20 – 42 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido); muito argilosa; moderada muito pequena e pequena blocos subangular e angular; cerosidade moderada abundante; muito dura, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

Bt1 - 42 – 95 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido); muito argilosa; moderada pequena e média blocos subangular; cerosidade moderada abundante; friável, muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

Bt2 – 95 – 155 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido); muito argilosa; moderada pequena e média blocos subangular; cerosidade moderada abundante; friável, muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

Bt3 – 155 – 200 cm+, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido); muito argilosa; moderada pequena e média blocos subangular; cerosidade moderada comum; friável, muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

RAÍZES – Muitas em AP, AB, BA, e Bt₁ comuns em Bt₁ e Bt₂.

OBSERVAÇÕES – Presença de zeólitos ao longo de todo perfil com maior concentração até 100 cm

C – ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Horizonte		Composição Granulométrica				ADÁ	GF	Silte/Argila	Densidade		Porosidade
Símbolo	Prof.	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila				Solo	Partícula	
	(cm)	g.kg ⁻¹					%		g cm ⁻³		%
AP	0-8	60	59	303	578	354	39	0,52	1,05	2,74	62
AB	8-20	51	55	261	633	131	79	0,41	1,17	2,81	58
BA	20-42	32	46	304	618	128	79	0,49	1,16	2,80	59
Bt1	42-95	37	41	273	649	126	81	0,42	1,03	2,86	64
Bt2	95-155	40	43	270	647	125	81	0,42	1,07	2,95	64
Bt3	155-200+	40	42	271	647	125	81	0,42	1,16	2,93	61

$$\frac{647 + 647 + 649 + 618}{4} = 540$$

$$\frac{640}{578} = 1,10 = \textit{Gradiente textural}$$

$$\frac{CTC \times 100}{\frac{g}{kg} \textit{argila}} = T = \frac{1000 \times 5,2}{649} = 8,01 \frac{cmc}{kg} T_b < 27 \textit{cmc/kg}$$

Horiz.	Prof.	pH		Δ pH	BASES TROCAVEIS				SB	Al^{3+}	H+Al	CTC	V	m	COT	P
		Água	KCl		Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+								
										cmol _c kg ⁻¹			%	%	g/kg	mg/kg
AP	0-8	5,6	5,1	-0,6	0,45	0,39	0,18	0,13	1,1	0,15	7,4	8,6	13	12	30,3	11,3
AB	8-20	5,0	4,6	-0,4	0,19	0,15	0,07	0,06	0,5	0,15	7,4	7,9	6	24	22,7	4,4
BA	20-42	5,5	5,4	-0,1	0,18	0,13	0,05	0,05	0,4	0,05	5,3	5,7	7	11	11,6	4,3
Bt1	42-95	5,3	5,3	0,1	0,14	0,09	0,03	0,09	0,3	0,05	4,8	5,2	7	13	8,8	6,9
Bt2	95-155	5,2	5,3	0,0	0,15	0,08	0,02	0,05	0,3	0,05	5,7	6,0	5	14	6,5	6,4
Bt3	155-200+	5,0	4,6	-0,4	-	0,03	0,01	0,04	0,1	0,35	6,6	6,7	1	81	5,6	8,5

		ATAQUE SULFURICO (H ₂ SO ₄ 1:1)			SiO ₂	SiO ₂
Horizonte	Profundidade	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	/Al ₂ O ₃	/Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃
		g kg ⁻¹			Ki	Kr
Ap	0 – 8	197,00	188,97	207,20	1,8	1,0
Bt1	42 – 95	237,50	219,79	212,70	1,8	1,1
Bt3	155 - 200+	197,00	212,08	254,39	1,6	0,9

PERFIL: 02**A - DESCRIÇÃO GERAL**

CLASSIFICAÇÃO: NITOSSOLOS HÁPLICOS Acriférricos típicos, A moderado, textura muito argilosa, fase floresta tropical subperenefolia, relevo suave ondulado.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS: Lado esquerdo da rodovia PE (60), no sentido de Ipojuca Ribeirão, nos limites do engenho Cibirô Cavalcante, município de Sirinhaém, (PE), 08°32'32,9" S e 35°04'47,7" W.

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Descrito e coletado na Terra Firme, no terço médio de encosta de morro de vertentes convexas, sob plantio de cana-de-açúcar, e vegetação primária da área sob Floresta Tropical Subperenifolia, 20% de declividade.

ALTITUDE: 37 metros.

LITOLOGIA: Rochas Magmáticas Extrusivas

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Bacia magmática do cabo, Formação Ipojuca

PERÍODO: Aptiano até Turoniano.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Saprolito de rochas básicas.

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado.

SUPERFÍCIE GEOMÓRFICA:

POSIÇÃO DA PAISAGEM: Terço médio de encosta.

EROSÃO: Laminar moderada.

DRENAGEM: Boa e moderada.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Subperenefolia.

USO ATUAL: Cana-de-açúcar.

CLIMA: do tipo As' (Köppen), quente e úmido.

DESCRITO E COLETADO: Mateus Rosas Ribeiro, Marcelo Metri Corrêa, Valdomiro Severino de Souza Júnior, José Fernando Wanderley Fernandes Lima.

B - DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap - 0 – 20 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/4, úmido), bruno-escuro (7,5YR 4/3, seco); muito argilosa; moderada, muito pequena e pequena, granular e blocos subangular; muito duro, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição abrupta e plana.

BA - 20 – 55 cm; bruno (10YR 4/4, úmido); muito argilosa; moderada, muito pequena e pequena, blocos subangular e angular; cerosidade moderada abundante; muito duro, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

Bt1 - 55 – 100 cm; bruno (10YR 4/4, úmido); muito argilosa; moderada muito pequena e pequena, blocos subangular e angular; abundante; cerosidade moderada afriável, muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

Bt2 - 100 – 170 cm; bruno (10YR 4/4, úmido); muito argilosa; fraca muito pequena e pequena, blocos subangular; fricerosidade moderada comum; ável, muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

Bt3 - 170 – 200 cm+; bruno (10YR 4/4, úmido); muito argilosa; fraca, muito pequena e pequena, blocos subangular; cerosidade moderada comum; friável, muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

RAÍZES – Muitas em AP, BA, e Bt₁ comuns em Bt₂ e Bt₃.

OBSERVAÇÕES – Presença de zeólitos ao longo de todo perfil.

C – ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Horizonte		Composição Granulométrica				ADA	GF	Silte/Argila	Densidade		Porosidade
Símbolo	Prof.	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila				Solo	Partícula	
	(cm)	g.kg ⁻¹					%		g cm ⁻³		%
AP	0-20	110	67	245	578	399	31	0,42	1,12	2,93	62
BA	20-55	69	47	280	604	125	79	0,46	1,13	2,95	62
B1	55-100	78	51	223	648	125	81	0,34	1,07	2,93	64
Bt2	100-170	78	51	231	640	124	81	0,36	1,13	2,95	62
Bt3	170- 200+	189	121	62	628	121	81	0,10	1,12	2,87	61

$$\frac{628 + 640 + 648 + 604}{4} = 540$$

$$\frac{630}{578} = 1,08 = \textit{Gradiente textural}$$

$$\frac{tx100}{\frac{g}{kg} \textit{ argila}} = T = \frac{1000 \times 3,3}{648} = 5,09 \frac{cmc}{kg} T_b < 27$$

Horiz.	Prof.	pH		Δ pH	BASES TROCÁVEIS				S B	Al^{3+}	H+Al	CTC	V	m	COT	P	
		Água	KCl		Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+									
													cmol _c kg ⁻¹	%	%	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
AP	0-20	4,8	4,3	-0,5	0,13	0,11	0,14	0,06	0,4	0,3	8,7	9,2	5	41	21,5	9,8	
BA	20-55	5,1	5,2	0,0	0,09	0,05	0,02	0,03	0,2	0,1	4,2	4,4	4	35	9,9	5,3	
Bt1	55-100	5,2	5,3	0,2	0,07	0,05	0,02	0,02	0,2	0,05	3,3	3,5	5	24	7,1	7,9	
Bt2	100-170	5,3	5,6	0,3	0,12	0,04	0,01	0,02	0,2	0,05	3,4	3,6	6	20	6,3	9,3	
Bt3	170- 200+	4,9	5,0	0,1	0,01	0,02	0,01	0,02	0,1	0,1	3,9	4,0	2	63	6,2	8,6	

HORIZONTE	PROFUNDIDADE	ATAQUE SULFURICO (H ₂ SO ₄ 1:1)			SiO ₂	SiO ₂
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	/Al ₂ O ₃	/Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃
		Cm	g kg ⁻¹		Ki	Kr
Ap	0 – 20	167,50	194,11	195,43	1,5	0,9
Bt1	55 – 100	182,50	188,97	207,59	1,6	1,0
Bt3	170-200+	154,50	176,14	207,56	1,5	0,9

PERFIL: 03**A - DESCRIÇÃO GERAL**

CLASSIFICAÇÃO: NITOSSOLOS HÁPLICOS Acriférricos típicos, A moderado, textura muito argilosa, fase floresta tropical subperenefolia, relevo suave ondulado.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS: Lado esquerdo da rodovia PE (60), no sentido de Ipojuca Ribeirão, nos limites do engenho Cibirô Cavalcante, município de Sirinhaém, (PE), 08°32'32,9" S e 35°04'45,3" W.

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Descrito e coletado na Terra Firme, no terço superior de encosta de morro de vertentes convexas, sob plantio de cana-de-açúcar, e vegetação primária da área sob Floresta Tropical Subperenifolia, 20% de declividade.

ALTITUDE: 51 metros.

LITOLOGIA: Rochas Magmáticas Extrusivas, Basalto.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Bacia magmática do cabo, Formação Ipojuca.

PERÍODO: Cretáceo.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Saprolito de rochas básicas.

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado.

SUPERFÍCIE GEOMÓRFICA:

POSIÇÃO DA PAISAGEM: Terço superior de encosta.

EROSÃO: Laminar moderada.

DRENAGEM: Boa e moderada.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Subperenefolia.

USO ATUAL: Cana-de-açúcar.

CLIMA: tipo As' (Köppen), quente e úmido.

DESCRITO E COLETADO: Mateus Rosas Ribeiro, Marcelo Metri Corrêa, Valdomiro Severino de Souza Júnior, José Fernando Wanderley Fernandes Lima.

B - DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap - 0 – 20 cm, bruno (7,5YR 3/3, úmido), bruno-amarelado escuro (7,5YR 4/3, seco); muito argilosa; moderada, pequena e média, granular e blocos subangular; muito duro, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição abrupta e plana.

BA - 20 – 50 cm; bruno (7,5YR 4/4, úmido); muito argilosa; moderada, muito pequena e média, blocos subangular e angularizada abundante;; cerosidade modmuito duro, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

Bt1 - 50 – 90 cm; bruno (7,5YR 4/4, úmido); muito argilosa; moderada, muito pequena e pequena, blocos subangular e angular; cerosidade moderada abundante; friável, muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

Bt2 - 90 – 160 cm; bruno (7,5YR 4/4, úmido); muito argilosa; moderada, muito pequena e pequena, blocos subangular; cerosidade moderada abundante; friável, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

Bt3 -160 – 200 cm+; bruno (7,5YR 4/6, úmido); muito argilosa; moderada, muito pequena e pequena, blocos subangular; cerosidade moderada abundante; friável, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

RAÍZES – Muitas em AP, BA, e Bt₂ comuns em Bt₁ e Bt₃.

OBSERVAÇÕES – Presença de zeólitas ao longo de todo perfil.

C – ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Horizonte		Composição Granulométrica				ADÁ	GF	Silte/Argila	Densidade		Porosidade
Símbolo	Prof.	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila				Solo	Partícula	
	(cm)	g.kg ⁻¹					%		g cm ⁻³		%
Ap	0-20	209	96	198	497	406	18	0,40	1,40	2,82	51
BA	20-50	116	52	210	622	129	79	0,34	1,17	2,86	59
Bt1	50-90	137	63	175	626	130	79	0,28	1,22	2,85	57
Bt2	90-160	126	60	139	675	131	81	0,21	1,21	2,81	57
Bt3	160- 200+	93	46	212	649	126	81	0,33	1,18	2,91	59

$$\frac{649 + 675 + 626 + 622}{4} = 643 \quad \frac{643}{497} = 1,29 = \textit{Gradiente textural}$$

$$\frac{tx100}{\frac{g}{kg} \textit{ argila}} = T = \frac{1000X3,9}{626} = 6,23 \frac{cmc}{kg} Tb < 27$$

Horiz.	Prof. (cm)	pH		Δ pH	BASES TROCÁVEIS				SOMA BASES	Al^{3+}	H+Al	CTC	V	m	COT	P
		Água	KCl		Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	cmolc kg^{-1}							
Ap	0-20	5,6	5,0	-0,6	0,28	0,15	0,07	0,05	0,6	0,05	5,7	6,2	9	8	12,5	8,0
BA	20-50	5,6	5,5	-0,1	0,10	0,08	0,01	0,02	0,2	0,05	3,7	3,9	5	20	9,7	2,9
Bt1	50-90	5,4	5,4	0,1	0,10	0,07	0,01	0,02	0,2	0,05	3,7	3,9	5	20	7,0	5,6
Bt2	90-160	5,3	5,4	0,1	0,08	0,06	0,01	0,02	0,2	0,05	3,4	3,5	5	23	5,8	6,2
Bt3	160- 200+	5,3	5,3	0,0	0,05	0,06	0,01	0,04	0,2	0,05	4,0	4,1	4	23	4,5	5,8

HORIZONTE	PROFUNDIDADE Cm	ATAQUE SULFÚRICO (H_2SO_4 1:1)			SiO ₂	SiO ₂
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	/Al ₂ O ₃	/Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃
		g kg^{-1}			Ki	Kr
Ap	0 – 20	120,00	160,73	170,13	1,3	0,8
Bt1	50 -90	212,00	191,54	211,91	1,9	1,1
Bt3	160 - 200+	197,00	196,68	191,79	1,7	1,1

PERFIL: 04**A - DESCRIÇÃO GERAL**

CLASSIFICAÇÃO: ARGISSOLOS AMARELOS Distrocoesos típico, A moderado, textura muito argilosa, fase floresta tropical subperenefolia, relevo suave ondulado.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS: Lado esquerdo da rodovia PE (60), no sentido de Ipojuca Ribeirão, nos limites do engenho Cibirô Cavalcante, município de Sirinhaém, (PE), 08°32'34,0" S e 35°04'40,6" W.

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Descrito e coletado na Terra Firme, no topo plano de elevação, sob plantil de cana-de-açúcar, e vegetação primária da área sob Floresta Tropical Subperenefolia, 0 – 2,5 % de declividade.

ALTITUDE: 65 metros.

LITOLOGIA: Cobertura de sedimentos tere-argilares sobre rochas básicas ou do cristalino.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Bacia magmática do cabo, Formação Ipojuca

PERÍODO: Aptiano até Turoniano (cretácio).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Saprolito de rochas básicas.

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado.

SUPERFÍCIE GEOMÓRFICA:

POSIÇÃO DA PAISAGEM: Topo plano de elevação.

EROSÃO: não aparente.

DRENAGEM: Moderada.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Tropical Subperenefolia.

USO ATUAL: Cana-de-açúcar.

CLIMA: As' (Köppen), quente e úmido

DESCRITO E COLETADO: Mateus Rosas Ribeiro, Marcelo Metri Corrêa, Valdomiro Severino de Souza Júnior, José Fernando Wanderley Fernandes Lima.

B - DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap - 0 – 18 cm, bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido), bruno-acinzentado (10YR 5/2, seco); Franco argilo-arenosa; franca, pequena e média, granular e bloco subangular; muito duro, friável, plástica e pegajosa; transição abrupta e plana.

BA - 18 – 45 cm, bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido); muito argilosa; maciça (coesa); cerosidade fraca comum; extremamente duro, Muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

Bt1 - 45 – 70 cm, bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido); muito argilosa; maciça (coesa); cerosidade fraca comum; extremamente dura, firme, plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

Bt2 - 70 – 100 cm, bruno-amarelado (10YR 5/6), úmido; argila; cerosidade fraca comum; muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

Bt3 - 100 – 150 cm, bruno-amarelado (10YR 5/8, úmido); Mosqueado (10YR 6/6) argila; cerosidade fraca abundante; muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

BC – 150 – 190 cm+, coloração variegada bruno-forte (7,5YR 5/8); Mosqueado (10YR 6/6); muito argilosa; moderada pequena e média blocos subangular; muito dura, friável, muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

RAÍZES – Muitas em AP, poucas em BA, Bt₁, Bt₂, raras ou ausentes Bt₃ e BC.

OBSERVAÇÕES

C – ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Horizonte		Composição Granulométrica				ADÁ	GF	Silte/Argila	Densidade	Porosidade	
Símbolo	Prof.	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila			Solo	Partícula		
	(cm)	g.kg ⁻¹				%		g cm ⁻³		%	
AP	0-18	390	179	5	426	378	11	0,01	1,52	2,65	43
BA	18-45	289	134	67	510	416	18	0,13	1,79	2,67	33
Bt1	45-70	257	120	73	550	411	25	0,13	1,76	2,77	37
Bt2	70-100	270	126	46	558	182	67	0,08	1,69	2,70	38
Bt3	100-150	258	115	83	545	132	76	0,15	1,69	2,67	37
BC	150-190 ⁺	282	120	43	557	135	76	0,08	1,71	2,72	37

$$\frac{510 + 550 + 558 + 545}{4} = 540 \quad \frac{540}{426} = 1,26 = \textit{Gradiente textural}$$

$$\frac{tx100}{\frac{g}{kg} \textit{argila}} = T = \frac{1000 \times 3,7}{411} = 9,0 \frac{cmc}{kg} T_b < 27$$

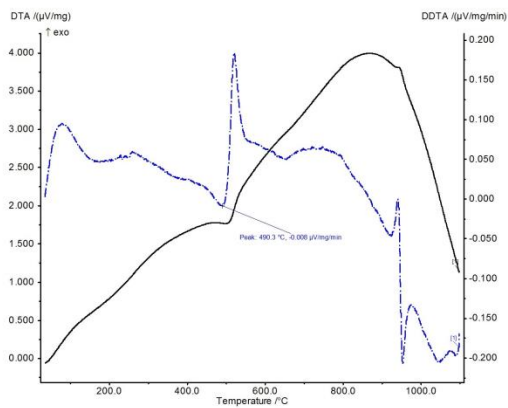
Horiz.s	Prof.	pH		Δ pH	BASES TROCÁVEIS				SB	Al ³⁺	$\frac{H^+}{Al}$	CTC	V	M	COT	P
		Água	KCl		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺								
										cmol _c kg ⁻¹		%	%	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	
AP	0-18	5,1	5,0	-0,1	0,27	0,10	0,24	0,09	0,7	0,1	6,4	7,1	10	13	16,6	47,9
BA	18-45	6,0	5,2	-0,9	0,16	0,02	0,02	0,03	0,2	0,05	3,2	3,4	7	18	5,3	15,3
Bt1	45-70	6,2	5,5	-0,7	0,11	0,03	0,06	0,05	0,2	0,05	3,5	3,7	7	17	5,3	3,1
Bt2	70-100	6,4	5,8	-0,6	0,10	0,03	0,01	0,03	0,2	0,05	2,4	2,5	7	22	4,0	4,9
Bt3	100-150	6,5	5,9	-0,6	0,11	0,05	0,01	0,03	0,2	0,05	1,5	1,7	12	19	3,8	4,2
BC	150-190 ⁺	6,4	5,9	-0,5	0,12	0,03	0,01	0,03	0,2	0,05	0,9	1,1	18	21	3,0	3,2

ATAQUE SULFÚRICO (H ₂ SO ₄ 1:1)						
Horizonte	Profundidade	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃
		g kg ⁻¹			Ki	Kr
Ap	0 -18	122,00	106,81	39,53	1,9	1,6
Bt1	45 -70	193,00	173,57	59,37	1,9	1,6
BC	150 - 190+	189,00	181,27	59,24	1,8	1,5

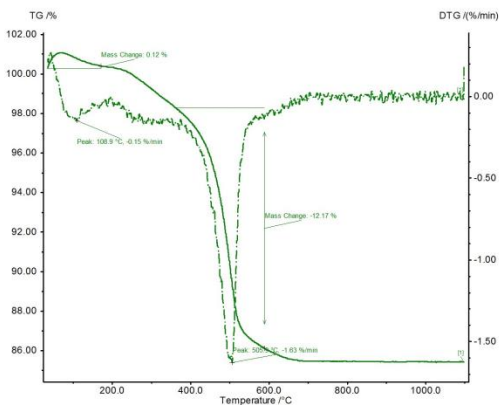
ANEXO 2. Análises termo diferencial ATD e Análises termo gravimétrica ATG

P1. NITOSSOLO HÁPLICO Acriférico típico

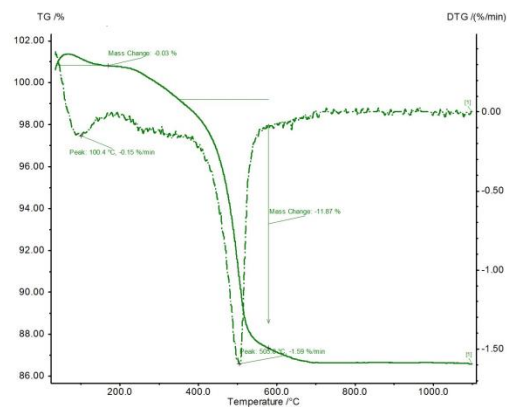
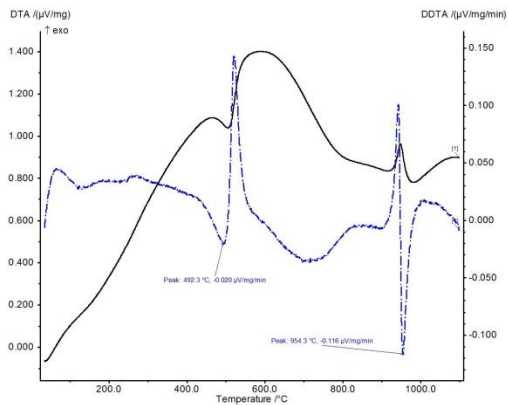
ATD



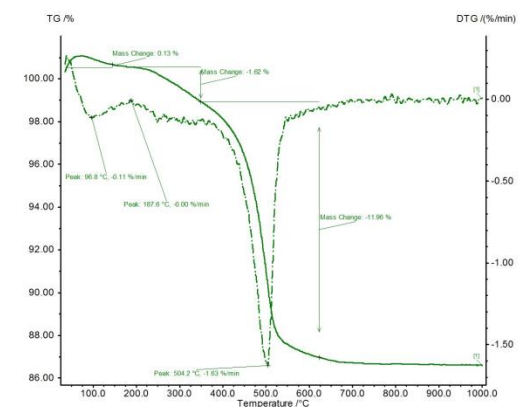
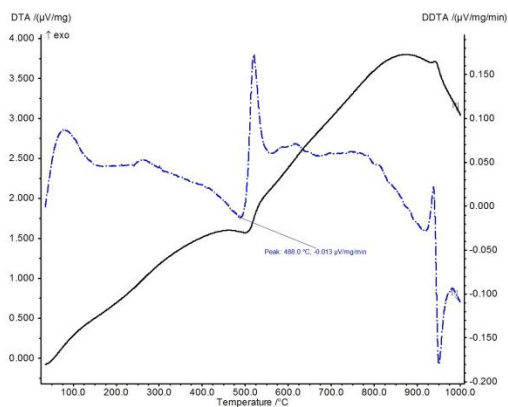
ATG



Ap. Profundidade 0-8 cm



Bt1. Profundidade 42-95 cm



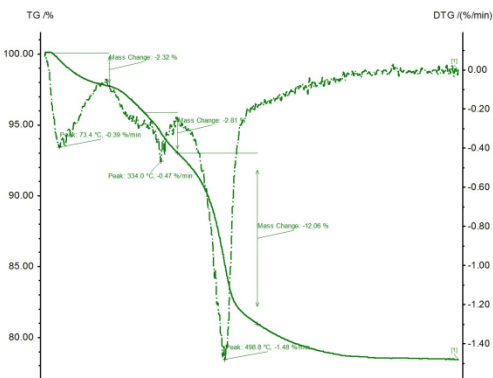
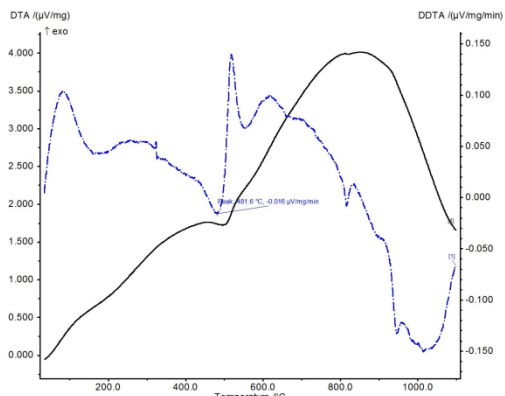
Bt3. Profundidade 155-200+ cm

ATD. Análise Termo Diferencial; ATG. Análise Termo Gravimétrica

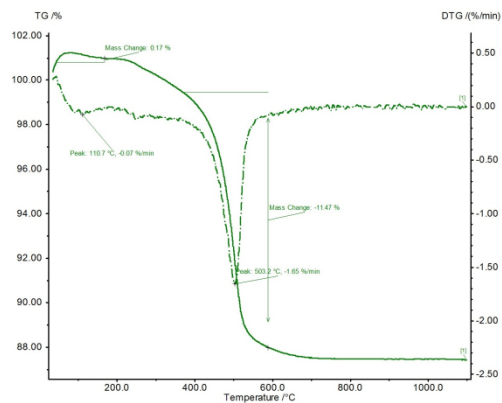
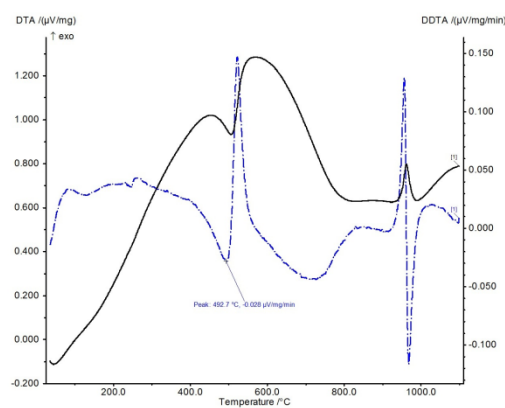
P2. NITOSSÓLO HÁPLICO Acriférrico típico

ATD

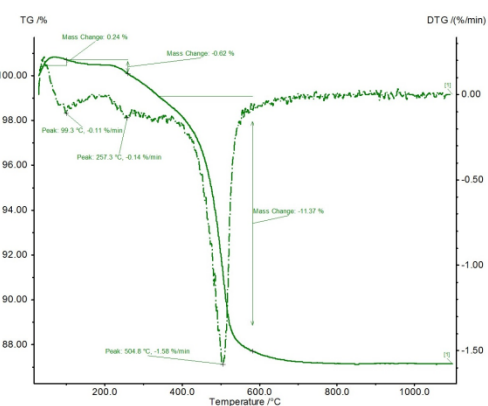
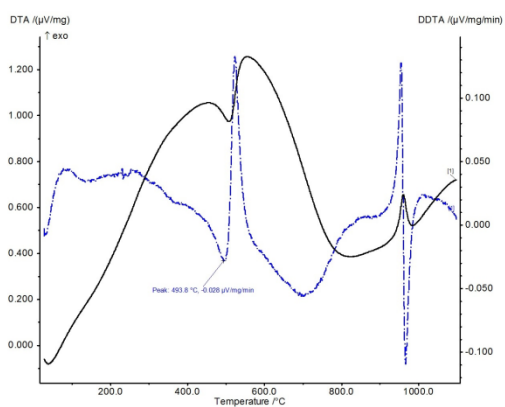
ATG



Ap. Profundidade 0-20 cm



Bt1. Profundidade 55-100 cm



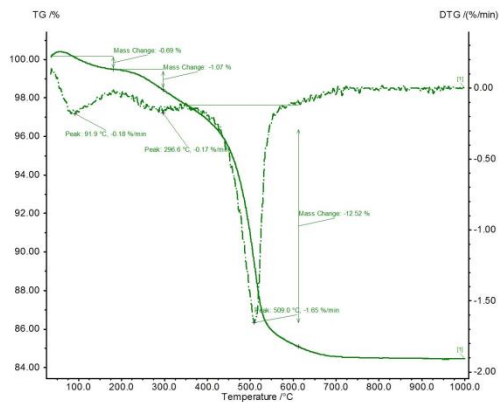
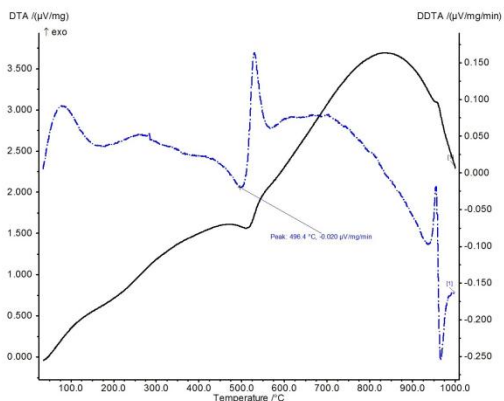
Bt3. Profundidade 170-200+ cm

ATD. Análise Termo Diferencial e ATG Análise Termo gravimétrica

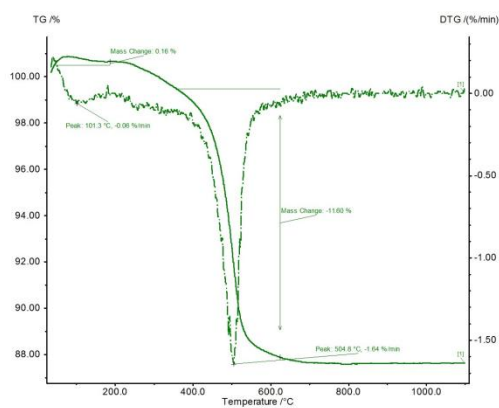
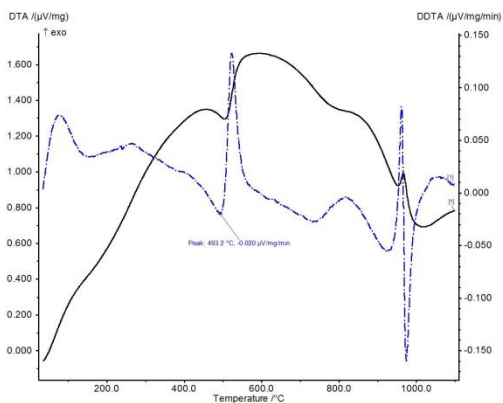
P3. NITOSSOLO HÁPLICO Acriférico típico

ATD

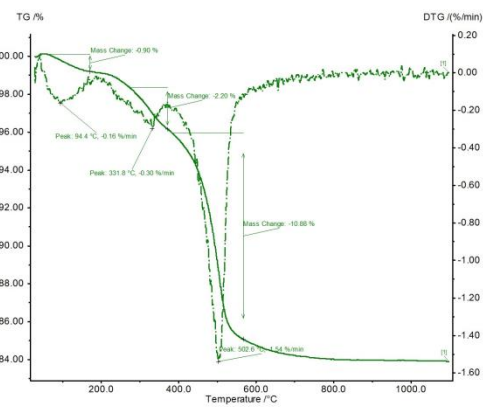
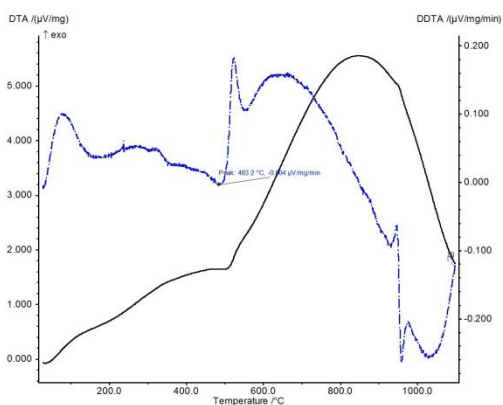
ATG



Ap Profundidade 0-20 cm



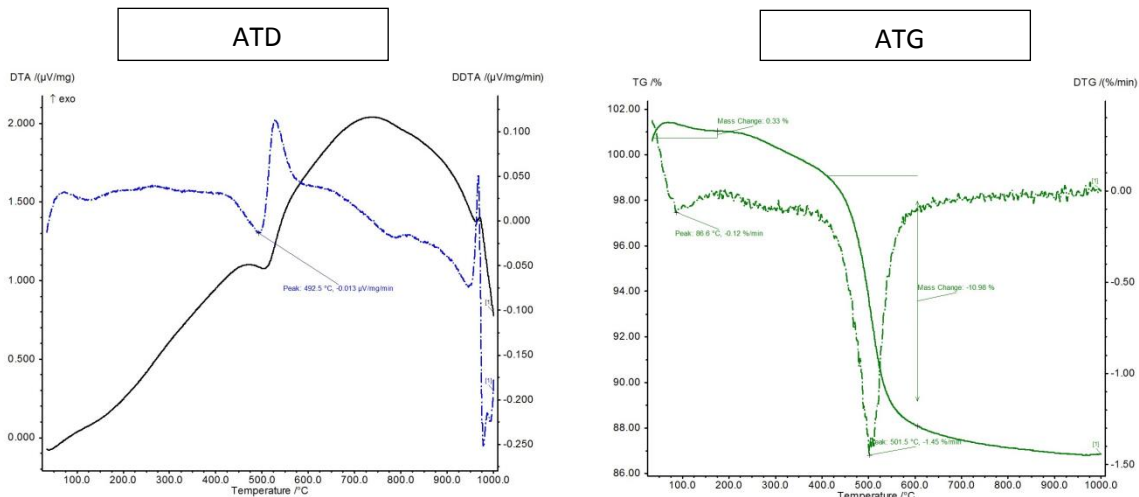
Bt1 Profundidade 50-90 cm



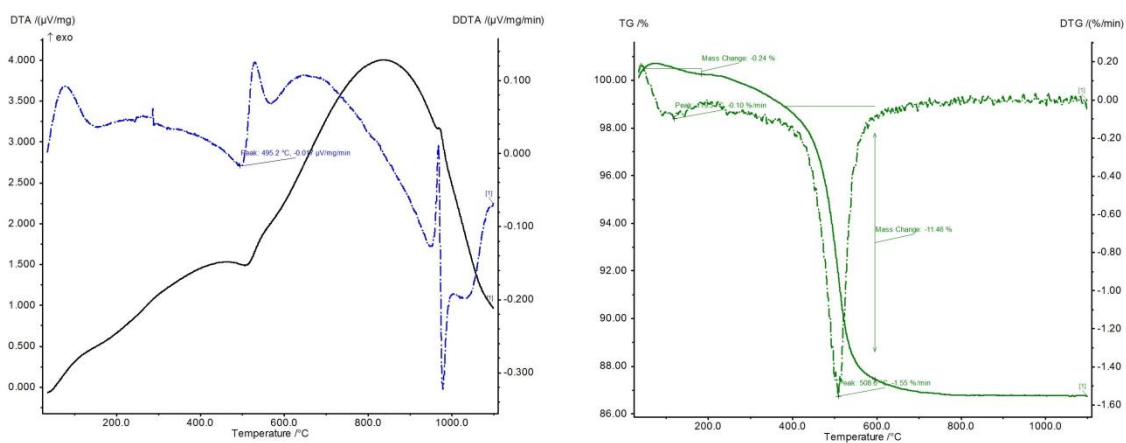
Bt3 Profundidade 160-200+ cm

ATD. Análise Termo Diferencial e ATG Análise termo Gravimétrica

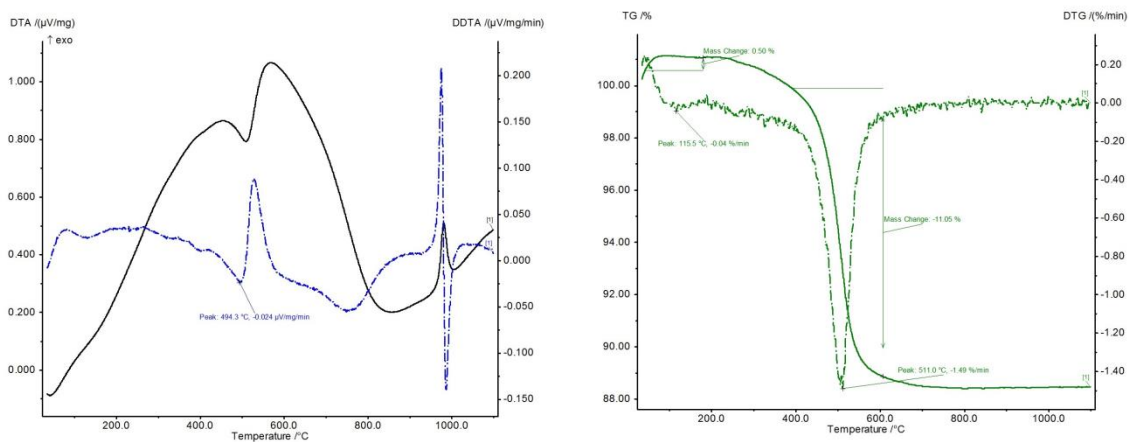
P4. ARGISSOLOS AMARELO Distrocoes típico



Ap. Profundidade 0-18 cm



Bt1. Profundidade 45-70 cm



BC. Profundidade 150-1900+ cm

ATD. Análise Termo Diferencial e ATG Análise termo Gravimétrica