

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA-CIÊNCIA DO SOLO

**CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE ESPODOSSOLOS NOS
ESTADOS DE PERNAMBUCO E PARAÍBA**

VÂNIA SOARES DE CARVALHO

Recife - PE

Março, 2011

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA-CIÊNCIA DO SOLO

**CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE ESPODOSSOLOS NOS
ESTADOS DE PERNAMBUCO E PARAÍBA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ciências do Solo da UFRPE, em cumprimento
às exigências acadêmicas para obtenção do grau
de Doutor em Ciência do Solo

Orientador: Prof. Mateus Rosas Ribeiro, Ph.D

RECIFE - PE

Março, 2011

VÂNIA SOARES DE CARVALHO

Tese intitulada **“CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE ESPODOSSOLOS NOS ESTADOS DE PERNAMBUCO E PARAÍBA”**

apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFRPE, em cumprimento às exigências acadêmicas para obtenção do grau de Doutor em Ciência do Solo

Aprovada em 24/03/2011

BANCA EXAMINADORA :

Prof. Mateus Rosas Ribeiro, Ph.D
Orientador

Prof. Marcelo Metri Corrêa, Dr.

Pesq, José Coelho de Araújo Filho, Dr.

Prof. Mateus Rosas Ribeiro Filho, Dr.

Prof. Paulo Klinger Tito Jacomine, Ph.D.

Aos meus filhos, José Fernando e Luna, por existirem e me proporcionarem a
chance de não perder a ternura
com amor,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, pela minha família e amigos, meu trabalho, e por tudo que acredito.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade de realizar esta pesquisa.

Ao meu orientador, professor Mateus Rosas Ribeiro, pela competência e seriedade, sou grata por me receber como orientanda, pelos ensinamentos, pela amizade e pela aquisição e descrição dos perfis dos solos.

Ao professor Valdomiro Severino de Souza Júnior, pelas sugestões, ensinamentos e ajuda na interpretação dos difratogramas de RX.

Aos professores da Área de Solos do Departamento de Agronomia, Clístenes Nascimento, Fernando Freire, Maria Betânia Freire, Sheila Bittar, Isabel Galindo, José Ramon Cantalice e Mário Lira Júnior pelos ensinamentos, sugestões, compreensão e amizade durante as disciplinas e qualificação. Em especial aos professores Paulo Klinger Tito Jacomine, Marcelo Metri Corrêa, Mateus Rosas Ribeiro Filho e José Coelho de Araújo Filho pela valiosa e inestimável contribuição na banca examinadora.

Ao Eng. Agrônomo José Fernando Lima por sua importante colaboração na aquisição dos perfis de solo.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco pela flexibilização da carga horária de trabalho e aos colegas do departamento pela compreensão e ajuda neste processo. À coordenação do curso de química industrial, através do prof. Eduardo Alécio pela utilização do laboratório de pesquisa.

As usinas São José, Salgado e Destilaria Miriri pelo apoio na aquisição dos solos.

Ao pessoal do laboratório de mineralogia da UFRPE, Stefany, Maria, Sr. Camilo e Laércio pelas análises mineralógicas. Ao pessoal do Agrolab Análises Ambientais Ltda, José Manoel, Roseane e Roney pela realização de algumas análises.

Ao pessoal da secretaria do programa de pós graduação, Socorro e Josué, pela paciência, boa vontade e apoio sempre presentes. Aos colegas da pós graduação, Tâmara, Rossana, Fátima, Daniela, Rômulo, Guilherme, Edivan, Michelângelo e Leila, pelo convívio agradável durante as disciplinas.

A minha família pelo apoio e torcida incondicionais. Meus pais, José Viana e Jacinta Carvalho, pela dedicação, educação e amor, sem os quais eu não estaria aqui hoje. Meus irmãos, Thales e Vanusa Carvalho, pelo companheirismo e amizade verdadeiros ao longo da vida. Meu esposo, Eduardo Alécio, pela vida compartilhada e meus filhos José Fernando e Luna pela alegria de viver ao seu lado.

RESUMO

Os Estudos dos Espodossolos no Brasil, nas áreas de restinga e tabuleiros costeiros ainda são escassos. Este trabalho visou caracterizar os Espodossolos nestes ambientes, com ênfase nos tabuleiros, nos Estados de Pernambuco e Paraíba, levantando informações que possam subsidiar possíveis alterações e/ou complementações na taxonomia destes solos, no nível de subordem do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). O estudo incluiu a verificação da contribuição do ferro e do alumínio no processo de podzolização nos diferentes ambientes; a caracterização dos grupos funcionais da matéria orgânica e suas relações com o B espódico. Foram coletados 14 perfis de Espodossolos distribuídos entre as áreas da baixada litorânea e dos tabuleiros terciários, nos quais foram realizadas análises físicas, químicas e mineralógicas de rotina, extrações seletivas para alumínio e ferro com ditionito citrato bicarbonato, oxalato ácido de amônio e pirofosfato de sódio, além do fracionamento químico das substâncias húmicas. Os resultados mostraram que embora alguns horizontes, classificados como Bs, em virtude das cores claras e vivas, não indicativas da presença de matéria orgânica, apresentaram, algumas vezes, teores de matéria orgânica mais altos que alguns horizontes mais escuros, identificados como Bhs, mostrando que apenas o critério da cor não é suficiente para a identificação dos mesmos. Com relação às características físicas e químicas de rotina, não foram encontradas diferenças entre os Espodossolos dos tabuleiros terciários e o de restinga. A mineralogia dos solos também foi semelhante na área de restinga e nos tabuleiros, com predominância de caulinita e quartzo na fração argila e pequena representação de ilita, gibbsita, feldspato e anatásio. Nos tabuleiros, além destes também ocorreu a goethita. Na fração silte verificou-se a predominância de quartzo e caulinita em todos os solos, com picos mais sutis de anatásio, feldspato, goethita e gibbsita. Na fração areia houve predominância do quartzo em todos os perfis, com traços de feldspato. O fracionamento químico da matéria orgânica mostrou que o carbono da fração ácidos fúlvicos aumentou nos horizontes espódicos em praticamente todos os solos, assim como o carbono da fração dos ácidos húmicos, só que em menores quantitativos, reforçando a teoria da complexação orgânica, verificada pelas altas relações Al_p+Fe_p/C . O carbono da fração humina de forma geral apresentou-se menor que as

outras frações e diminuiu em profundidade, atestando sua natureza pouco solúvel, concentrando-se nas camadas superficiais. Os resultados da densidade ótica do extrato em oxalato (DOEA), do $Al_0 + 0,5 Fe_0$ e do pH em água (1:1), de forma geral demonstraram que os solos estudados atendem aos critérios da *Soil Taxonomy* (EUA) e da WRB (FAO) para materiais espódicos. Nos resultados das extrações seletivas para alumínio e ferro com os três extratores, observou-se que os teores de ferro foram menores em relação aos teores de alumínio, praticamente em todos os perfis, sugerindo uma maior participação do alumínio, em relação ao ferro, no processo de podzolização destes solos, nas formas ativas de Al-húmus e nos compostos inorgânicos pouco cristalinos. Tal observação sugere a inconsistência da priorização dos termos ferrilúvico e ferrihumilúvico na subdivisão das ordens dos Espodossolos no SiBCS. Sugere-se realização de pesquisas visando uma reestruturação das subordens dos Espodossolos, com a redefinição das cores dos diversos tipos de B espódico e a inclusão de parâmetros químicos (teor de C, $Al_0 + 0,5 Fe_0$, DOEO, pH) na identificação destes horizontes.

Palavras-chave: Pedogênese, Podzolização, Formação Barreiras, Restinga.

ABSTRACT

Studies on Brazilian Spodosols in marine terraces and in the low coastal tablelands are still scarce. The objective of this work was to characterize Spodosols in these environments, in the states of Pernambuco and Paraíba, getting information that could support possible changes and / or additions in the taxonomy of these soils, at suborder level in the Brazilian System of Soil Classification. The study included the examination of the contribution of iron and aluminum in the process of podzolization, the characterization of the organic matter functional groups and their relations with the spodic B horizon. Fourteen Spodosol profiles were morphologically described in selected areas of the marine terraces and coastal tablelands. Samples were collected and submitted to physical, chemical and mineralogical routine analysis, selective extractions for aluminum and iron with dithionite citrate bicarbonate, ammonium oxalate and sodium pyrophosphate, in addition to the chemical fractionation of humic substances. The results showed that although some horizons, identified as Bs, due to the presence of vivid colors, not indicative of organic matter presence, presented sometimes higher organic matter content than some darker horizons classified as Bhs suggesting that the color criterion is not enough for identification of spodic B horizons. With respect to physical and chemical routine analysis, there were no differences between Spodosols developed in marine sands and low coastal tablelands. Soil mineralogy was also similar in both environments, with a predominance of kaolinite and quartz in the clay fraction and small amounts of illite, gibbsite, feldspar and anatase. In the tertiary tablelands, goethite was also observed. In the silt fraction there was a predominance of quartz and kaolinite in all soils, with smaller peaks of anatase, feldspar, goethite and gibbsite. Quartz was the predominant mineral in the sand fraction of all soil profiles, with traces of feldspar. The chemical fractionation of organic matter showed that the carbon of the fulvic acid increased in the Spodic horizons of all soils, as well as the carbon fraction of the humic acids, but in smaller quantity, reinforcing the theory of organic matter complexation, verified by high relations $Al_p + Fe_p / C$. The carbon of the humin fraction generally was lower than the other fractions and decreased with depth, confirming its low solubility, with concentration on the surface layers. The results of the optical density of oxalate extract (ODOE) of $Al_o + 0.5 Fe_o$ and pH in water (1:1),

showed that the soils met Soil Taxonomy (U.S.) and WRB (FAO) criteria for defining Spodic materials. The results of aluminum and iron selective extractions showed that the levels of iron were lower in comparison with aluminum levels in almost all profiles, suggesting a greater involvement of aluminum in relation to iron in the active forms of Al-humus and poorly crystalline inorganic compounds and consequently in the process of podzolization of these soils. This observation suggests the inconsistency of the terms “ferrilúvico” and “ferrihumilúvico” in the classification of Spodosols suborders in the Brazilian System of Soil Classification. The development of research aiming a new structure for the suborder level, with the classification of the different spodic B horizons types based in colors and in chemical parameters (content of C, $Al_0+0,5 Fe_0$, DOEO, pH) is suggested in this work.

Keywords: Pedogenesis, Podzolization, Barreiras Formation, Coastal plain

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização geral da área em estudo	33
Figura 2. Aspectos da paisagem e uso do solo das áreas de estudo. P1 área de restinga e P10,P13 e P14 áreas de tabuleiro	42
Figura 3. Apresentação de alguns perfis estudados.....	43
Figura 4. Relação entre os teores de carbono orgânico e H+Al e Al dos horizontes espódicos	49
Figura 5. Relação entre os teores de carbono orgânico e a capacidade de troca de cátions (T) dos horizontes espódicos	49
Figura 6. Difratoformas de raios X da fração argila dos horizontes Ap, Bh e Bhs do perfil 1	83
Figura 7. Difratoformas de raios X da fração silte dos horizontes Ap, Bh e Bhs do perfil 1	84
Figura 8. Difratoformas de raios X da fração areia dos horizontes Ap, Bh e Bhs do perfil 1	84
Figura 9. Difratoformas de raios X da fração argila dos horizontes Ap e Bhs do perfil 6.....	85
Figura 10. Difratoformas de raios X da fração silte dos horizontes Ap e Bhs do perfil 6.....	86
Figura 11. Difratoformas de raios X da fração areia dos horizontes Ap e Bhs do perfil 6.....	86
Figura 12. Difratoformas de raios X da fração argila dos horizontes Ap, Bhs e Bsm do perfil 13.....	87
Figura 13. Difratoformas de raios X da fração silte dos horizontes Ap, Bhs e Bsm do perfil 13.....	88
Figura 14. Difratoformas de raios X da fração areia dos horizontes Ap, Bhs e Bsm do perfil 13.....	88
Figura 15. Difratoformas de raios X da fração argila dos horizontes Ap, Bhs/ Bsm do perfil 14.....	89
Figura 16. Difratoformas de raios X da fração argila dos horizontes Bsm1 e Bsm2 do perfil 14.....	90
Figura 17. Difratoformas de raios X da fração silte dos horizontes Ap, Bhs/ Bsm, Bsm1 e Bsm2 do perfil 14	91
Figura 18. Difratoformas de raios X da fração areia dos horizontes Ap, Bhs/ Bsm, Bsm1 e Bsm2 do perfil 14	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características morfológicas e classificação dos solos estudados	38
Tabela 2. Síntese da caracterização física e química de rotina dos solos estudados	45
Tabela 3. Síntese da composição mineralógica dos perfis representativos	51
Tabela 4. Resultados e relações do fracionamento químico da matéria orgânica nos horizontes superficiais e B espódicos	55
Tabela 5. Resultados das extrações seletivas para Al e Fe com oxalato de amônio, DCB e pirofosfato de sódio	59
Tabela 6. Coeficientes de correlação linear (PEARSON) para o alumínio e ferro extraídos com oxalato de amônio, DCB e pirofosfato de sódio	61
Tabela 7. Teores mínimos, médios e máximos de alumínio e ferro extraídos com oxalato de amônio, DCB e pirofosfato de sódio, em todos os horizontes e apenas nos horizontes espódicos	62
Tabela 8. Relações oriundas das extrações seletivas para Al e Fe	64
Tabela 9. Parâmetros avaliados para definição do horizonte B espódico	68

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Definição e classificação dos Espodossolos.....	15
2.2 Distribuição geográfica dos Espodossolos	18
2.2.1 Tabuleiros costeiros	19
2.2.2 Baixada litorânea.....	20
2.3 Critérios e características do horizonte B espódico	21
2.3.1 classificação brasileira	21
2.3.2 classificações americana, canadense, WRB e australiana	22
2.4 Dinâmica do ferro e alumínio nos processos de podzolização.....	27
2.5 Extrações seletivas de fases não cristalinas do solo	28
2.6 Caracterização da matéria orgânica do solo.....	31
3. MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 Caracterização do meio físico.....	33
3.2 Coleta das amostras	34
3.3 Análises laboratoriais	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 Morfologia e Classificação dos solos	37
4.2 Caracterização química, física e mineralógica.....	44
4.2.1 Caracterização química e física de rotina.....	44
4.2.2 Caracterização mineralógica.....	51
4.3 Caracterização das frações húmicas	54
4.4 Extrações seletivas para alumínio e ferro	58
4.5 Incoerências e problemas na ordem dos Espodossolos	66
5. CONCLUSÕES	72
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
APÊNDICE A – Difrátogramas de raios X.....	83
APÊNDICE B – Descrição e análises físico-químicas dos perfis estudados.....	92

1. INTRODUÇÃO

Os Espodossolos, anteriormente conhecidos como podzóis, são solos amplamente documentados em regiões de clima úmido e frio, ao contrário das regiões tropicais, onde são pouco relatados, talvez pela menor ocorrência em relação a outros tipos de solos.

No Brasil, os Espodossolos são, geralmente, encontrados em ambientes úmidos do quaternário e do terciário. Como representantes das áreas do terciário, podem ser citados os tabuleiros costeiros, onde estes solos são desenvolvidos de sedimentos arenosos a arenoargilosos da Formação Barreiras. Nos ambientes quaternários, estes solos ocorrem relacionados com a planície litorânea, nas áreas rebaixadas das restingas e terraços litorâneos, próximas à orla marítima, cujos solos são derivados de sedimentos arenoquartzosos referidos ao holoceno.

Quimicamente são solos ácidos e de baixa fertilidade natural. Do ponto de vista físico, apresentam em geral textura arenosa, com baixíssima capacidade de retenção de água e nutrientes. Apresentam problemas de drenagem nas posições abaciadas, onde ocorrem horizontes endurecidos que bloqueiam a percolação da água, formando lençol freático suspenso no período chuvoso, podendo também afetar o crescimento das raízes quando muito superficiais.

Em Pernambuco, a maior parte destes solos encontra-se cultivada com cana-de-açúcar, abacaxi, caju e coco, ou com usos não agrícolas como empreendimentos de carcinicultura, hotelaria e infraestrutura de acessos.

A escassez de informações para o manejo adequado dos Espodossolos tem contribuído para baixas produtividades e degradação ambiental, de forma que o estudo detalhado de suas características pode contribuir com informações que auxiliem no manejo destas áreas, principalmente nos tabuleiros costeiros, considerados de fundamental importância para a economia nordestina.

Para o seu estudo em regiões tropicais, tornam-se necessários critérios claros e objetivos para sua classificação. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (Embrapa, 2006), a subdivisão das subordens dos Espodossolos está baseada no acúmulo de matéria orgânica e ferro no

horizonte espódico. Entretanto o que se tem encontrado em trabalhos recentes com Espodosolos no Brasil, é a presença marcante de alumínio e matéria orgânica como principais componentes do processo de podzolização. O ferro encontra-se em quantidades muito pequenas, tornando-se um parâmetro inconsistente para a classificação das subordens. Além do mais a identificação dos horizontes Bh, Bhs e Bs é feita unicamente pela cor, sem levar em conta parâmetros químicos que venham corroborar esta identificação.

Diante do exposto foram levantadas as seguintes hipóteses neste trabalho:

- Existem diferenças químicas, físicas e mineralógicas entre os Espodosolos localizados nos tabuleiros costeiros e os localizados nas áreas da baixada litorânea do Nordeste.
- O alumínio e a matéria orgânica são os principais componentes do processo de podzolização destes solos.
- Os parâmetros morfológicos atualmente adotados não são suficientes para separação das subordens definidas pelo SiBCS.

Para testar estas hipóteses, este trabalho foi desenvolvido com os objetivos de:

- Caracterizar e classificar Espodosolos em ambientes dos tabuleiros costeiros e na baixada litorânea do Nordeste, contribuindo para o desenvolvimento do SiBCS.
- Verificar a influência da contribuição do ferro e do alumínio dos diferentes ambientes no processo de podzolização.
- Caracterizar as frações húmicas da matéria orgânica e sua relação com o horizonte B espódico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Definição e classificação dos Espodossolos

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (Embrapa, 2006), os Espodossolos são solos constituídos por material mineral, com horizonte B espódico abaixo de horizonte E, A ou de horizonte hístico (< 40 cm), dentro de 200 cm de profundidade, ou até 400 cm, quando a soma dos horizontes A+E ou do horizonte hístico+E, ultrapassar os 200 cm de profundidade. Apresentam, geralmente, sequência de horizontes A, E, Bh/Bhs/Bs e C, com nítida diferenciação entre os mesmos.

No nível de subordem, a classificação dos Espodossolos é definida no SiBCS em função da acumulação iluvial de alguns elementos no horizonte B espódico. Com relação aos compostos iluviais predominantes, quando esse acúmulo é de matéria orgânica e alumínio, os Espodossolos são classificados como Espodossolos Humilúvicos (Bh); quando o acúmulo é de ferro, são chamados de Espodossolos Ferrilúvicos (Bs); e quando ocorre acúmulo de matéria orgânica, ferro e alumínio, são classificados como Espodossolos Ferrihumilúvicos (Bhs). A identificação dos componentes iluviais dominantes é feita morfológicamente pela identificação dos horizontes Bh, Bs e Bhs. Na definição destes horizontes o SiBCS utiliza apenas a cor, sem nenhuma recomendação de parâmetros químicos que venham corroborar esta identificação.

No *Soil Taxonomy* (UNITED STATES, 2010) a diferenciação das subordens é feita, na maioria dos casos, pelos regimes de temperatura e umidade do solo, pelo tipo de horizonte superficial e pelo estado de decomposição da matéria orgânica. Nesta classificação as subordens dos Espodossolos são: *Aquods*, *Cryods*, *Gelods*, *Humods* e *Orthods*.

Os *Aquods* são Espodossolos submetidos a condições de hidromorfismo, saturados com água, com horizonte superficial escuro, sobre um horizonte álbico, e este, sobre um horizonte B de acumulação de argila, substâncias orgânicas e sesquióxidos. Os *Gelods* são Espodossolos presentes em regiões de temperatura abaixo ou igual a 0°C. Os *Cryods* são Espodossolos presentes em

regiões de temperatura média anual inferior a 8°C. Os *Humods* são Espodossolos bem drenados onde, ao menos, na parte superior do horizonte B há acúmulo de matéria orgânica e alumínio, mas não de ferro e os *Orthods* são Espodossolos bem drenados com acúmulo de matéria orgânica, alumínio e ferro no horizonte B.

Na classificação canadense, de acordo com o *Soil Classification Working Group* (1998) e *Pedosphere* (2002b), o sistema de classificação é hierárquico e baseia-se em propriedades do solo observáveis e mensuráveis que refletem processos de pedogênese e fatores ambientais. Possui as seguintes unidades categóricas: ordem, grande grupo, subgrupo, família e série. Não possui subordem, ao contrário dos sistemas brasileiro e americano. A ordem dos Espodossolos neste sistema é chamada de *Podzolic* e em função de uma combinação de critérios morfológicos e químicos do horizonte B, subdivide-se em três grandes grupos: *Humic*, *Ferro-Humic* e *Humo-Ferric*. Os *Humic* ocorrem em locais molhados e ficam saturados com água durante alguns períodos do ano. Caracteristicamente, ocorrem sob brejos, florestas e vegetação litorânea ocidental, em ambientes de franja marítimos. Os *Humo-Ferric* ocorrem em locais menos úmidos e úmidos sob vegetação de coníferas e floresta decídua. Estes solos geralmente se desenvolvem de material com textura grossa, ricos em ferro, não calcários ou de materiais dos quais o silte foi removido. Os *Ferro-Humic* ocorrem tipicamente em partes mais úmidas, sob vegetação de floresta, brejo ou floresta de musgo encoberto.

O sistema FAO/UNESCO é utilizado em conexão com a legenda do Soil Map of the World, da FAO, que em 1998 foi endossado pela FAO e pela Sociedade Internacional de Ciência do Solo como um sistema universal (WRB) (EMBRAPA, 2006), servindo de base comum para a comunicação internacional. Ele permite a acomodação de vários sistemas, sem, contudo ser substitutivo de classificações nacionais, uma vez que devido à existência de diversidades locais, estas devem ter níveis categóricos mais baixos. Este Sistema se baseia em propriedades do solo, que na medida do possível, são mensuráveis e observáveis no campo e em horizontes diagnósticos. O sistema apresenta grupos de referência no

primeiro nível, e sugere vários atributos diagnósticos para a formação de níveis hierárquicos mais baixos na forma de prefixos e sufixos qualificadores.

Parâmetros de clima, não foram considerados neste sistema que chama os Espodosolos de *Podzols* e os define como solos com um horizonte subsuperficial tipicamente cinzento, caracterizado por perda de matéria orgânica e óxidos de ferro, em cima de um horizonte de acumulação escuro, marrom, preto ou avermelhado, com húmus de iluviação e/ou combinações de ferro.

A Austrália tem um sistema de classificação multicategórico, com classes definidas com base em horizontes diagnósticos ou materiais em disposição em sequência vertical como visto em um perfil de solo exposto. Segundo a CSIRO (2008), os Espodosolos são chamados *Podosols*, e são definidos como solos que possuem um horizonte Bs (visível dominância de compostos de ferro), um horizonte Bhs (compostos orgânicos, alumínio e ferro), ou um horizonte Bh (compostos orgânicos e alumínio). Estes horizontes podem ocorrer isoladamente em um perfil ou em combinações. As subordens são baseadas nas condições de drenagem e classificadas como: *Aeric* (condições de drenagem livre), *Semiaquic* (sujeitos a saturação de curto prazo) e *Aquic* (sujeitos a saturação de longo prazo). Os grandes grupos são classificados em função das características observáveis do horizonte B, que refletem a dominância de ferro ou de compostos orgânicos e sua distribuição na zona de acumulação. A coloração escura reflete a acumulação de matéria orgânica e as cores vivas, acumulação de ferro. O alumínio está sempre presente, mas como geralmente está complexado por matéria orgânica, normalmente não imprime coloração visível, exceto em alguns horizontes quando grandes quantidades de alumínio e sílica amorfa (compostos de imogolita-alofana) estão presentes podendo induzir uma coloração marrom amarelado (CSIRO, 2008).

Em seguida apresenta-se um resumo da classificação dos Espodossolos em alguns sistemas mundiais até o nível de subordem ou similar:

Sistema de Classificação	Ordem	
Brasil	ESPODOSSOLOS	Subordem: Humilúvicos Ferrilúvicos Ferrihumilúvicos
E.U.A	SPODOSOLS	Subordem: <i>Aquods</i> <i>Cryods</i> <i>Gelods</i> <i>Humods</i> <i>Orthods</i>
Austrália	PODOSOLS	Subordem: <i>Aeric</i> <i>Semiaquic</i> <i>Aquic</i>
Canadá	PODZOLIC	Grande Grupo: <i>Humic Podzol</i> <i>Ferro-Humic Podzol</i> <i>Humo-Ferric Podzol</i>
FAO (WRB)	PODZOLS	Prefixos qualificadores: <i>Placic</i> <i>Ortsteinic</i> <i>Carbic</i> <i>Rustic</i> <i>Entic</i> <i>Albic</i> <i>Folic</i> <i>Histic</i> <i>Technic</i> <i>Hyperskeletalic</i>

Fontes: EMBRAPA (2006); UNITED STATES (2010); CSIRO (2008); Pedosphere (2002b); FAO (2006);

2.2 Distribuição geográfica dos Espodossolos

Os Espodossolos são muito comuns em regiões de clima frio e úmido, ocorrendo nos Estados Unidos, norte da Europa, Canadá, Ásia, Nova Zelândia, Rússia e Escandinávia (LUNDSTROM *et al.*2000). Em regiões tropicais ocorrem de forma bem menos expressiva, sendo encontrados na América do Sul, Malásia e Austrália (FAO, 2006).

No Brasil, ocupam uma área de aproximadamente 142.000 km² (EMBRAPA, 1981), ocorrendo com maior expressão a Noroeste do estado do Amazonas, ao longo do Rio Negro e no Centro-Sul de Roraima. Ocorrem também, de forma expressiva na superfície dos tabuleiros costeiros, com maior extensão nos estados de Alagoas e Paraíba (OLIVEIRA *et al.* 1992). De forma menos expressiva, ocorrem na faixa litorânea ao longo da costa Leste do País, principalmente na Bahia, Alagoas, Sergipe e Rio Grande do Sul.

Em Pernambuco, estes solos ocorrem na zona do Litoral e Mata, abrangendo áreas da baixada litorânea, próximas à orla marítima e nos tabuleiros costeiros, particularmente ao norte da cidade do Recife (BRASIL, 1973). Segundo Embrapa (2000), ocupam cerca de 4% do estado, associados com outros tipos de solos, como Argissolos Amarelos, Neossolos Quartzarênicos, Gleissolos, Organossolos e Solos Indiscriminados de Mangue. A ocupação e a exploração desordenada da região onde ocorrem levaram à extinção de espécies nativas, à perda irreparável da diversidade genética e a degradação de grande parte dos recursos naturais existentes, sobretudo da cobertura vegetal nativa dos Tabuleiros costeiros e das unidades de paisagem associadas, como a Baixada Litorânea.

2.2.1 Tabuleiros Costeiros

De acordo com Brasil (1973), os tabuleiros costeiros correspondem aos baixos platôs costeiros, compostos por sedimentos da Formação Barreiras, datados do Terciário, que se estendem pela faixa costeira, paralelamente ao Litoral, separando os sedimentos mais recentes do Holoceno, a leste, dos terrenos do Pré-Cambriano, a oeste. Seus sedimentos são assentados, predominantemente, sobre o embasamento cristalino e, embora uniformes morfologicamente, apresentam grandes variações granulométricas, podendo apresentar camadas variadas e leitos de seixos rolados.

Os tabuleiros costeiros são uma das 20 unidades de paisagem que compõem o Nordeste, representando 5,92% da região, com uma superfície de 98.503 km², estendendo-se desde o extremo sul da Bahia até o Maranhão, sempre acompanhando o Litoral (EMBRAPA, 2000).

Os tabuleiros costeiros do Estado da Paraíba são constituídos por sedimentos arenoargilosos mal consolidados da Formação Barreiras recobrimo de forma discordante o embasamento cristalino do Pré-Cambriano e as rochas sedimentares do Grupo Paraíba, da Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba (FURRIER; ARAÚJO & MENESES, 2006). Segundo Leal e Sá (1998), a espessura da Formação Barreiras no Estado da Paraíba é bastante variável, atingindo espessuras máximas entre 70 e 80 m.

Em Pernambuco, a Formação Barreiras apresenta maior largura ao norte do Estado (Zona da Mata Norte), tornando-se descontínua em direção ao sul, onde se constatam deposições pouco espessas deste grupamento, morfologicamente muito uniformes, porém com grande variação quanto à granulometria dos sedimentos (CPRM, 2001).

A Formação Barreiras apresenta, caracteristicamente, relevo plano em forma de “mesas”, delimitado por vales profundos, ocorrendo, também, trechos mais dissecados, com relevo suave ondulado e declividades até 6%. As altitudes dos topos variam entre 50 e 150 m (BRASIL, 1973).

A vegetação natural é representada pela floresta subperenifólia e em menor proporção pelo cerrado, com plantas de porte arbóreo-arbustivo e baixa densidade, principalmente no estado da Paraíba (BRASIL, 1973). Devido à devastação, restam poucos representantes dos cerrados e das florestas subperenifólias com espécies vegetais de grande porte.

Os principais solos que ocorrem neste ambiente são os Argissolos Amarelos coesos e fragipânicos, Latossolos Amarelos, Argissolos Acinzentados coesos, Espodossolos, Neossolos Quartzarênicos e, em menor escala, Argissolos Vermelho-Amarelos e Plintossolos (BRASIL, 1973).

2.2.2 Baixada Litorânea

De acordo com a Embrapa (2000) e Brasil (1973), a baixada litorânea é constituída por planícies sedimentares predominantemente arenosas, formadas por sedimentos marinhos e flúvio-marinhos, resultantes das variações no nível do mar durante o Holoceno, formando uma sucessão de cordões litorâneos

arenosos, que se estendem pelo litoral. Entre as formações sedimentares que compõem a baixada litorânea destacam-se os depósitos fluviais, coluviais, aluviões, restingas, mangues, praias, dunas e recifes de arenito.

A vegetação predominante nas restingas e terraços litorâneos é constituída por campos de restinga com porte arbustivo ou arbóreo-arbustivo e densidade variável, ocorrendo também a floresta perenifolia de restinga, com árvores de porte de 12 a 15 m, como o pau d'arco, angelim, maçaranduba e cajueiro. Os diferentes tipos de vegetação presentes nas restingas do país refletem as diferenças geomórficas, pedológicas e climáticas, além das diferentes etapas sucessionais (SILVA, 1999).

Os solos predominantes neste ambiente são os Neossolos Quartzarênicos e Espodosolos, onde o "spray" marinho é considerado como a principal fonte de nutrientes (ARAÚJO & LACERDA, 1987).

2.3 Critérios e características do horizonte B espódico

2.3.1 Classificação brasileira

Os critérios para classificação taxonômica definidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS baseiam-se na identificação de horizontes diagnósticos e atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos (JACOMINE, 2000). Foram derivados da classificação americana *Soil Taxonomy* e *do World Reference Base for Soil Resources* (WRB) da FAO, com alguns ajustes para as condições tropicais.

De acordo com a Embrapa (2006), o horizonte B espódico é aquele que tem espessura mínima de 2,5 cm, com acumulação iluvial de matéria orgânica, associada com complexos de sílica - alumínio ou húmus-alumínio, podendo ou não conter ferro, apresentando uma ou mais das seguintes características:

- 1) um horizonte E (álbico ou não) sobrejacente e cores do solo úmidas de acordo com um dos itens a seguir:
 - a) matiz 5YR ou mais vermelho;
 - b) matiz 7,5YR com valor ≤ 5 e croma ≤ 4 ;

- c) matiz 10YR, com valor e croma 3 ou menor;
- d) cores neutras com valor 3 ou menor (N 3/).

2) uma das cores do item anterior ou matiz 7,5YR com valor ≤ 5 e croma 5 ou 6, ou matiz 10YR com valor ≤ 5 e croma < 6 e apresentando uma ou mais das seguintes características:

- a) quando de textura arenosa ou média, os grãos de areia não cobertos por películas de ferro ou matéria orgânica apresentam fissuras ou presença de grânulos pretos do tamanho da fração silte, ou ambos;
- b) qualquer cor se o horizonte é continuamente cimentado por uma combinação de matéria orgânica e alumínio com ou sem ferro, apresentando consistência quando úmido muito firme ou extremamente firme.
- c) percentagens de alumínio e ferro extraídos por oxalato ácido de amônio na relação $Al_o + 1/2 Fe_o$ (alumínio e ferro extraídos com oxalato de amônio) iguais ou superiores a 0,5, sendo estes pelo menos o dobro em relação às camadas superiores (A ou E).
- d) cimentação por matéria orgânica e alumínio, com ou sem ferro, em 50% ou mais do horizonte e consistência firme ou muito firme nas partes cimentadas.

2.3.2 Classificações americana, canadense, WRB e australiana

De acordo com UNITED STATES (2010), no sistema americano o horizonte espódico é definido como um horizonte subsuperficial subjacente aos horizontes O, A, Ap ou E. Deve ter 85% ou mais de materiais espódicos, e uma espessura de no mínimo 2,5 cm, sendo dominado por materiais amorfos ativos iluviais, compostos por matéria orgânica e alumínio, com ou sem ferro, e apresentam ambas as seguintes características:

1. Um valor de pH em água (1:1) $\leq 5,9$ e um conteúdo de carbono orgânico $\geq 0.6\%$; e
2. Uma ou ambas das seguintes características:
 - a) Um horizonte alábico suprajacente que se estende horizontalmente em 50% ou mais de cada camada, e apresenta diretamente abaixo, cores em uma amostra molhada e homogênea como segue:
 - 1) Uma tonalidade de 5YR ou mais avermelhada; ou

- 2) Uma tonalidade de 7,5 YR, um valor de ≤ 5 e um croma ≤ 4 ; *ou*
- 3) Uma matiz 10YR ou neutro e um croma ≤ 2 ; *ou*
- 4) Uma cor de 10YR3/1; *ou*

b) Com ou sem horizonte álbico e uma das cores listadas anteriormente ou uma tonalidade de 7,5YR, um valor quando úmido ≤ 5 e um croma de 5 ou 6 (numa amostra molhada e homogeneizada) e uma ou mais das seguintes propriedades morfológicas ou químicas:

- (1) Uma cimentação por matéria orgânica e alumínio com ou sem ferro, em 50% ou mais de cada horizonte e uma classe de resistência à ruptura muito firme ou extremamente firme na parte cimentada; *ou*
- (2) 10% ou mais de revestimentos fendidos sobre grãos de areia; *ou*
- (3) Porcentagem de $Al_0 + \frac{1}{2} Fe_0$ (alumínio e ferro extraídos com oxalato de amônio) $\geq 0,50$ e a metade ou menos dessa quantidade em um horizonte úmbrico, ócrico ou álbico sobrejacente; *ou*
- (4) Um valor de densidade ótica de extrato com oxalato (DOEO) $\geq 0,25$ e a metade ou menos desse valor em um horizonte úmbrico, ócrico ou álbico sobrejacente.

Segundo Pedosphere (2002b), no sistema canadense os Espodossolos, chamados de Podzólicos, têm sua ordem definida com base em uma combinação de critérios morfológicos e químicos dos horizontes B. Estes horizontes possuem acumulação dominante de material amorfo, composto principalmente de matéria orgânica humificada combinado em diferentes graus com Al e Fe.

Solos desta ordem, devem cumprir todos os limites morfológicos e os especificados nos itens 1 ou 2 dos limites químicos relacionados abaixo:

Limites morfológicos:

1. O horizonte B podzólico tem, pelo menos, 10 cm de espessura e cores úmidas, como:
 - a) cor preta, cores com 7,5YR ou mais vermelho, ou com matiz 10YR perto do limite superior, tornando-se amarelada com a profundidade.
 - b) O croma ≥ 3 ou o valor ≤ 3 .

2. O acúmulo de material amorfo no horizonte B podzólico é indicado por:
 - a) revestimento marrom a preto em alguns grãos de minerais ou microagregados.

- b) Ao tato, assemelha-se com silte quando esfregado molhado, a menos que o material seja cimentado.
- 3. A textura do horizonte B podzólico é mais grossa do que argila.
- 4. O solo não tem qualquer horizonte Bt ou o limite superior do horizonte Bt ocorre a uma profundidade superior a 50 cm da superfície do solo mineral.

Limites Químicos:

- 1. Os solos têm um subhorizonte Bh, com pelo menos, 10 cm de espessura, com valores de cor e croma (úmido) ≤ 3 , contendo mais de 1% de C orgânico, menos de 0,3% Fe extraível com pirofosfato e uma razão de C orgânico/ Fe extraível com pirofosfato ≥ 20 .
- 2. Os solos têm um subhorizonte Bf ou Bhf, com pelo menos, 10 cm de espessura com as seguintes características:
 - a) Conteúdo de C orgânico de 0,5% ou mais.
 - b) Teor de Fe + Al (extraídos com pirofosfato) $\geq 0,6\%$ em texturas mais finas do que areia, e $\geq 0,4\%$ nas areias (areia grossa, areia, areia fina e areia muito fina).
 - c) Proporção de Fe + Al (extraídos com pirofosfato) da argila $> 0,05$.
 - d) Razão de C orgânico e Fe extraível com pirofosfato < 20 ou Fe extraível com pirofosfato $\geq 0,3\%$ ou um valor de cor ou croma > 3 .

De acordo com a FAO (2006), o horizonte espódico é definido como um horizonte subsuperficial que contém substâncias iluviais amorfas e compostos de matéria orgânica e alumínio, ou de ferro iluvial. Os materiais iluviais são caracterizados por altas cargas pH-dependentes, uma superfície específica relativamente grande e alta retenção de água.

Os critérios diagnósticos para esse horizonte são:

- 1. ter um pH (1:1 em água) inferior a 5,9 em 85 % ou mais do horizonte, a menos que o solo seja cultivado; e
- 2. ter um teor de carbono orgânico de 0,5 % ou mais ou uma densidade ótica do extrato do oxalato (DOEO) com valor de 0,25 ou mais, pelo menos em alguma parte do horizonte, e
- 3. ter uma ou ambas das seguintes características:

a) um horizonte álbico diretamente sobrejacente ao horizonte espódico, que apresenta uma das seguintes cores Munsell, quando úmido (esmagado e alisado):

i. um matiz de 5 YR ou mais vermelho; ou

ii. um matiz de 7,5 YR com um valor de 5 ou menos e uma croma de 4 ou menos, ou

iii. um matiz de 10 YR ou neutra e um valor e um croma de 2 ou menos, ou

iv. uma cor de 10 YR 3/1; ou

b) um horizonte álbico sobre um espódico com ou sem uma das cores listadas acima, ou com um matiz de 7,5 YR, um valor inferior ou igual a 5 e croma de 5 ou 6, quando úmida (esmagada e alisada), e um ou mais das seguintes características:

i. cimentação por matéria orgânica, com ou sem Al e Fe, em 50% ou mais do volume e uma consistência firme ou muito firme na parte cimentada, ou

ii. revestimentos em grãos fendidos de areia que cobre 10% ou mais da superfície do horizonte, ou

iii. 0,50% ou mais $Al_0 + 1/2 Fe_0$ (alumínio e ferro extraídos com oxalato de amônia) e um valor inferior a metade deste montante em um horizonte sobrejacente mineral; ou

iv. um valor de densidade ótica (DOEO) de 0,25 ou mais, e um valor inferior a metade deste montante em um horizonte sobrejacente mineral; ou

v. 10 % ou mais de lamelas de ferro (inferior a 2,5 cm de espessura) em uma camada de 25 cm ou mais grossa.

c) não fazer parte de um horizonte plânico; e

d) ter uma espessura de 2,5 cm ou mais.

Na classificação australiana, de acordo com CSIRO (2008), o horizonte B espódico é composto por acumulações via iluviação de matéria orgânica amorfa, alumínio e complexos de sílica-alumínio, com ou sem ferro em várias combinações conforme a seguir:

Horizontes Bs - Apresentam cores vivas devido à dominância de compostos de ferro que podem aumentar ou diminuir com a profundidade. Há poucos indícios de compostos orgânicos, com exceção de alguns permeados geralmente de forma descontínua na parte superior do horizonte B ou uma camada fina (<0,05 m de espessura) na junção do horizonte A2 /

B. Nenhum horizonte Bs se encontra fortemente coeso. Esse horizonte pode ser não-reativo, ou dar apenas uma fraca resposta ao teste de alumínio reativo. Em geral costumam ter uma tonalidade de 5YR, 7,5 YR ou 10YR, um valor de 4 ou 5, e uma croma de 4 a 8. A presença de um horizonte plácico, que será designado como Bsm, não deve ser considerada como um diagnóstico de horizonte Podosol porque também pode ocorrer no horizonte B de outros solos, e também podem estar presente nos horizontes C ou até mesmo em rochas-mãe.

Horizontes Bhs. Proeminência de ferro e de compostos orgânicos distribuídos como estrias, manchas ou em pedaços de modo que as concentrações de ferro, alumínio e compostos orgânicos são marcadas pela variação espacial. Esses horizontes podem conter compostos orgânicos em forma de cubos ou outra forma, sendo pouco coesos e altamente permeáveis, ou podem ser fortemente coesos em toda extensão, ou conter subhorizonte ou pans fortemente coesos. Horizontes Bhs sempre contem quantidades significativas de ferro e alumínio extraíveis por oxalato e sílica, ou seja, complexos imogolita-alofana estão geralmente presentes em quantidades significativas e os horizontes apresentam uma moderada a forte resposta ao teste de alumínio reativo. Horizontes Bhs costumam ter uma tonalidade de 2,5YR para 10YR, e o valor / croma de 3/3, 3/4, 3/6, 4/3 ou 4/4.

Horizonte Bh. Compostos orgânicos e alumínio são fortemente dominantes, com pouca ou nenhuma evidência de compostos de ferro. Esses horizontes têm uma aparência uniforme lateralmente e verticalmente, embora as concentrações de carbono e alumínio, e o grau de cimentação podem alterar-se com a profundidade. Os horizontes podem ser fracamente ou fortemente coesos, ou conter subhorizontes fortemente coesos ou cimentados, ou recobrir outros horizontes argilosos. Horizontes Bh são não-reativos, ou dão apenas uma fraca resposta ao teste de alumínio reativo. Apresentam cores escuras, normalmente com valores <4 e cromas <3. Em horizontes Bh típicos os grãos de areia não são revestidos e os complexos orgânicos e alumínio precipitam entre os grãos (FARMER *et al.* 1983).

Bh/Bhs. Estes têm um subhorizonte, dominado pelos compostos orgânicos com alumínio e ferro relativamente baixo (Bh), sobrejacente ao horizonte com grande destaque de compostos orgânicos e de ferro (Bhs). O horizonte escuro (Bh), normalmente é descontínuo, e repousa sobre um Bhs em graus ou com um intervalo de consistência, tal como descrito acima.

Horizontes Bh/Bs. O horizonte escuro Bh pode ser fracamente ou fortemente coeso, mas geralmente é descontínuo e passa rapidamente para um horizonte Bs de cores vivas e fracamente coeso.

Horizontes Basi. Estes são marrons, amarelo-pálido ou castanhos, cimentados, imediatamente abaixo de horizontes Bh de Podosols mal drenados. Apesar da sua cor, esses horizontes têm baixo conteúdo de ferro extraível com oxalato, mas quantidades significativas de alumínio e de sílica extraíveis com oxalato. A cimentação parece estar ligada ao complexo imogolita-alofana, alumínio e compostos orgânicos. Esses horizontes dão uma rápida e forte ou muito forte resposta ao teste de alumínio reativo. Por causa de suas cores brilhantes e cimentação, muitos destes horizontes foram incluídos como ortstein no passado.

Horizontes Bh/Basi. Típico horizonte Bh, dominado por compostos orgânicos e alumínio, que podem ser fracamente coesos ou cimentados e podem se tornar um horizonte cimentado Basi.

2.4 Dinâmica do ferro e alumínio nos processos de podzolização

O processo de podzolização representa a migração química do alumínio e ferro e/ou matéria orgânica, resultando na concentração de sílica na camada eluviada. Existem várias teorias para explicar esse processo, entre as quais a das alofanas, descrita por Anderson *et al.* (1982) que postula que o ferro e o alumínio são eluviados como silicatos não cristalinos carregados positivamente, precipitando como alofanas e imogolita. O material orgânico precipitaria na alofana enriquecendo o horizonte B.

Outra teoria importante é a da complexação orgânica, desempenhada pelos ácidos orgânicos de baixo peso molecular, e os ácidos fúlvicos e ácidos húmicos. Estes ácidos promoveriam a dissolução do ferro e do alumínio no horizonte superficial, que precipitariam como complexos organometálicos (LUNDSTROM *et al.* 2000).

A complexação orgânica é considerada um mecanismo importante de podzolização, uma vez que 80% do alumínio solúvel iluvial em solos podzolizados ocorre ligado a compostos orgânicos. Esta é uma das teorias que explicam a

formação dos Espodossolos (DECONINCK, 1980; MOKMA & BUURMAN, 1982; BUURMAN & JONGMANS, 2005). Esta constatação tem sido corroborada por trabalhos desenvolvidos no Brasil, com Espodossolos em áreas de restinga e de tabuleiros costeiros, onde vários autores (ARAÚJO FILHO, 2003; GOMES, 2005; OLIVEIRA, 2007; COELHO *et al.* 2010a) encontraram uma participação efetiva do alumínio neste processo.

2.5 Extrações seletivas de fases não cristalinas do solo

Durante o processo de intemperismo, os minerais primários são atacados por soluções percolantes liberando seus elementos constituintes. A mobilidade dos elementos é determinada pelo grau de estabilidade química das espécies dissolvidas e irá controlar a precipitação das fases secundárias. Produtos de menor solubilidade como óxidos de ferro (hematita, goethita) e alumínio (gibbsita) tenderão a se acumular no perfil do solo (INDA JUNIOR & KÄMPF, 2003).

O material amorfo é um constituinte secundário na grande maioria de solos provenientes de regiões tropicais e subtropicais. As principais fases de baixa cristalinidade que ocorrem em solos são: os materiais silicosos (p.e opala) de ocorrência no semiárido do Brasil, os aluminossilicatos hidratados (p.e alofanos), que ocorrem em horizontes B espódicos e em materiais vulcânicos, e os compostos ferruginosos (p.e ferridrita) que podem ocorrer isoladamente ou associados à aluminossilicatos em horizontes B espódicos (ARAÚJO FILHO, 2003).

O conhecimento da distribuição relativa das diferentes formas de minerais é de interesse na interpretação da pedogênese, na avaliação das condições e da intensidade do intemperismo, no entendimento do comportamento físico e químico (grande superfície específica, alta reatividade com fósforo e capacidade de troca de cátions) e na classificação de solos (INDA JÚNIOR & KAMPF, 2003).

A identificação mineralógica rotineira com difração de raios X destina-se ao estudo dos materiais cristalinos, não se aplicando aos amorfos. A identificação das fases não cristalinas ou de baixo grau de cristalinidade depende de métodos químicos que devem, teoricamente, extrair seletivamente os materiais amorfos, sem solubilizar outros constituintes mineralógicos intimamente misturados. A extração seletiva sequencial vem sendo utilizada tanto em solos como em sedimentos para

estudar a repartição desses elementos em diferentes fases, entretanto, a princípio, não se pode esperar que os métodos químicos usuais de dissolução distingam perfeitamente os graus de cristalinidade e alguns cuidados devem ser tomados na interpretação analítica desses dados (van WAMBEKE, 1992).

De acordo com Wada (1977), os métodos descritos na literatura, quando não são suficientemente enérgicos para solubilizar o material amorfo, são em demasia, solubilizando paralelamente componentes cristalinos.

Vários estudos de extração seletiva apontam para diversos problemas associados às técnicas de dissolução, em função da dificuldade de se simular em laboratório todos os processos naturais (SILVA *et al*, 2000). Diversos fatores podem influenciar o sucesso de uma sequência de extração: as propriedades químicas dos extratores, sua seletividade; parâmetros experimentais (tempo de extração, peso da amostra, presença/ausência de luz, volume da solução, etc); a escolha e a posição do reagente na sequência de extração, a agressividade dos reagentes, os efeitos da matriz, etc.(KERSTEN & FORSTNER, 1990). Segundo Silva *et al* (2000), o tempo de contato do reagente-amostra deve ser obtido a partir de curvas cumulativas de dissolução, que permitem a determinação do tempo ótimo de extração. Este tempo é definido como o período mínimo de duração da reação, a partir do qual a dissolução de um dado componente terminou.

Os principais métodos utilizados na extração seletiva de alumínio e ferro são: ditionito citrato bicarbonato (MEHRA & JACKSON, 1960), pirofosfato de sódio (ROSS & WANG, 1993) e oxalato de amônio (MCKEAGUE & DAY, 1966).

Os chamados óxidos de Fe e Al “livres” (cristalinos e não cristalinos) são extraídos com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB), sem discriminação de fases. Este também extrai parcialmente, aluminossilicatos e gibbsita, e de acordo com Farmer *et al*. (1983), como as frações dissolvidas não são bem definidas, não deve ser utilizado para o alumínio. Nesse método, o ditionito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) atua como agente redutor e o bicarbonato de sódio como tampão, estabilizando o potencial de oxidação e o pH, dando mais eficácia à remoção dos óxidos de ferro. O citrato de sódio atua como agente de quelatação ou agente complexante. Dados de ferro extraído com ditionito-citrato interessam aos estudos de classificação e gênese devido ao seu aumento de concentração, em condições de aeração, afetar a cor dos

solos (SCHWERTMANN, 1992). O ferro livre também é considerado um importante fator de fixação de fósforo e de estabilidade de agregados (UNITED STATES, 2004).

A extração com Oxalato de Amônio Ácido (OAA), no escuro, retira as formas de Al e Fe mal cristalizadas, aluminossilicatos amorfos (JACKSON *et al.*, 1986), bem como alumínio e ferro de fases orgânicas. Seletivamente dissolve alumínio e sílica de fases como alofana e imogolita, assim como ferro de hidróxidos de ferro de baixa cristalinidade, como ferridrita (PARFFIT & CHILDS, 1988; SCHWERTMANN & TAYLOR, 1989). Dados de ferro e alumínio extraídos por este método são utilizados na confirmação de materiais espódicos, pois quando $[\%Al_o + 0,5 (\%Fe_o)]$ é maior ou igual a 0,5 ou a densidade ótica do extrato do oxalato (DOEO) é maior ou igual a 0,25, têm-se condições indicativas de materiais espódicos (UNITED STATES, 1999).

O Pirofosfato de sódio 0,1 M é um extrator utilizado de rotina para extrair Al e Fe complexados à matéria orgânica (FARMER *et al.* 1983). No entanto, esse procedimento vem sendo questionado, uma vez que nem todo o Al extraído pelo mesmo está associado à matéria orgânica (MAcKEAGUE; SCHUPPLI, 1982), podendo advir da dissolução alcalina da gibbsita e da peptização de hidróxidos de alumínio associados à matéria orgânica neles adsorvida (KAISER & ZECH, 1996). No caso do ferro, tanto formas orgânicas como inorgânicas de baixa cristalinidade podem ser extraídas simultaneamente pelo extrator (PATERSON *et al.* 1993). Em ambos os casos, superestimando os conteúdos de ferro e alumínio associados à matéria orgânica (KAISER & ZECH, 1996). Segundo Coelho *et al.*, (2010a), na extração com pirofosfato, principalmente em horizontes espódicos bem drenados, caso haja outros materiais complexados à matéria orgânica além do alumínio, isso deve ser levado em consideração na avaliação do elemento como critério na distinção de horizontes espódicos. No entanto, se tal critério resulta numa consistente e lógica diferenciação de horizontes e solos, isso pode se tornar irrelevante. Os autores também testaram a extração seletiva de alumínio com NaOH 0,5 mol.L⁻¹, que extraiu em média 22 a 30% mais alumínio que o DCB, oxalato ácido de amônio e pirofosfato de sódio, e suas relações discriminaram de forma satisfatória alguns horizontes espódicos bem drenados, daqueles em que os

complexos Al húmus ocorrem sozinhos ou predominam. Neste caso os demais extratores se comportaram de forma semelhante.

2.6 Caracterização da matéria orgânica do solo

A matéria orgânica do solo é dividida em substâncias húmicas (SH) e não húmicas (SnH).

As SnH são compostos com características químicas e físicas bem definidas, mais facilmente degradados por microrganismos e com tempo de vida curto no ambiente. São os aminoácidos, proteínas, carboidratos, etc. As SH são o produto final da ação dos microrganismos, ou seja, compostos mais transformados e de avançada estabilização química. São macromoléculas complexas, com massa molecular e estrutura variável, não exibindo características químicas e físicas específicas (SCHULTEN & SCHINITZER, 1997)

Existem diversos métodos químicos e físicos para fracionar a matéria orgânica em partes menos complexas e assim facilitar sua caracterização.

O fracionamento físico tem se mostrado menos destrutivo e mais seletivo e de acordo com Bayer *et al.* (2003), resulta em frações mais associadas à estrutura e função da matéria orgânica do solo "*in situ*".

O fracionamento químico, de acordo com o método sugerido pela Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas (SWIFT, 1996), se baseia na diferença de solubilidade entre os compostos orgânicos extraídos com NaOH e separados em ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e humina. Segundo Stevenson (1994), a fração ácido húmico (FAH) é solúvel em álcali e insolúvel em ácido; a fração ácido fúlvico (FAF) é solúvel em meio ácido e básico e a fração humina (HUM), insolúvel em qualquer pH.

As SH apresentam um importante papel nas características químicas e físicas do solo, pois podem compor mais de 80% da matéria orgânica, representando uma das frações mais estáveis ou recalcitrantes da mesma. E o fracionamento é um importante procedimento para se compreender suas propriedades químicas e físicas como solubilidade, comportamento de adsorção, complexação com íons metálicos,

distribuição de grupos funcionais/estruturais reativos entre outras (ROCHA & ROSA, 2003).

O processo de formação do horizonte B espódico exemplifica a influência das substâncias húmicas na gênese dos Espodossolos, onde o material orgânico humificado dos horizontes superficiais que forma complexos organometálicos com íons Al e Fe, é eluviado ao longo do perfil formando os horizontes Bh ou Bhs em subsuperfície (BUOL *et al.*1980). Gomes *et al.* (1998) e Benites *et al.* (2001) observaram a ação positiva e intensa das substâncias húmicas mais solúveis, como os ácidos fúlvicos no processo de queluviação e transporte de cátions metálicos em perfis de Espodossolos.

Segundo Fontana (2008b) a distribuição das frações húmicas contribui para o entendimento dos processos pedogenéticos, podendo ser utilizadas como atributo diagnóstico ou propriedade diferencial no SiBCS. De acordo com a Embrapa (2006), as características diferenciais e propriedades que alteram o uso e o manejo do solo para diversos fins devem ser priorizadas na classificação dos níveis categóricos família e série, o que faz das frações húmicas propriedades diferenciais a serem utilizadas nesses níveis categóricos.

Sendo o acúmulo de matéria orgânica iluvial em subsuperfície a principal característica diagnóstica dos horizontes espódicos, Fontana (2009) propôs a utilização das substâncias húmicas para a classificação de horizontes B espódicos, destacando principalmente a participação das frações alcalino-solúveis.

Fontana *et al.* (2010), com base na avaliação da distribuição das frações húmicas e outros trabalhos semelhantes (VOLKOFF & CERRI (1980), BENITES (1998, 2002), GOMES *et al.* (1998), BENITES *et al.* (2000, 2001), SCHAEFER *et al.* (2002), MELO (2002), VALLADARES *et al.* (2007), FONTANA *et al.* (2008a,b)), propuseram o uso das seguintes características diferenciais para os níveis de família e série no SiBCS:

- matéria orgânica estável (horizontes minerais superficiais) - C-EA/C-HUM ($\leq 0,5$);
- matéria orgânica iluvial (horizontes minerais subsuperficiais) - C-EA/C-HUM ($\geq 2,0$);
- potencial de lixiviação (sistema ou solo) - C-FAH/C-FAF e C-EA/C-HUM ($\geq 1,0$).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do meio físico

A região de estudo está localizada na Zona Fisiográfica Litoral e Mata, faixa úmida costeira dos Estados de Pernambuco e Paraíba (Figura 1).

A baixada litorânea foi representada por um perfil de restinga localizado na Usina Salgado (P-01), ao sul de Pernambuco, no município de Ipojuca, e os tabuleiros costeiros representados por treze perfis. Dos perfis representativos dos tabuleiros costeiros, oito foram localizados na Usina São José (P-02 à P-09), município de Igarassu, ao norte de Pernambuco, onde ocorrem associados com solos de textura argilosa, sob vegetação de floresta subperenifólia, e cinco perfis foram localizados na Destilaria Miriri (P-10 à P-14), no município de Rio Tinto, estado da Paraíba, onde estão associados com solos de textura arenosa e vegetação de cerrado. As coordenadas de cada perfil, os dados morfológicos e analíticos encontram-se no apêndice B.

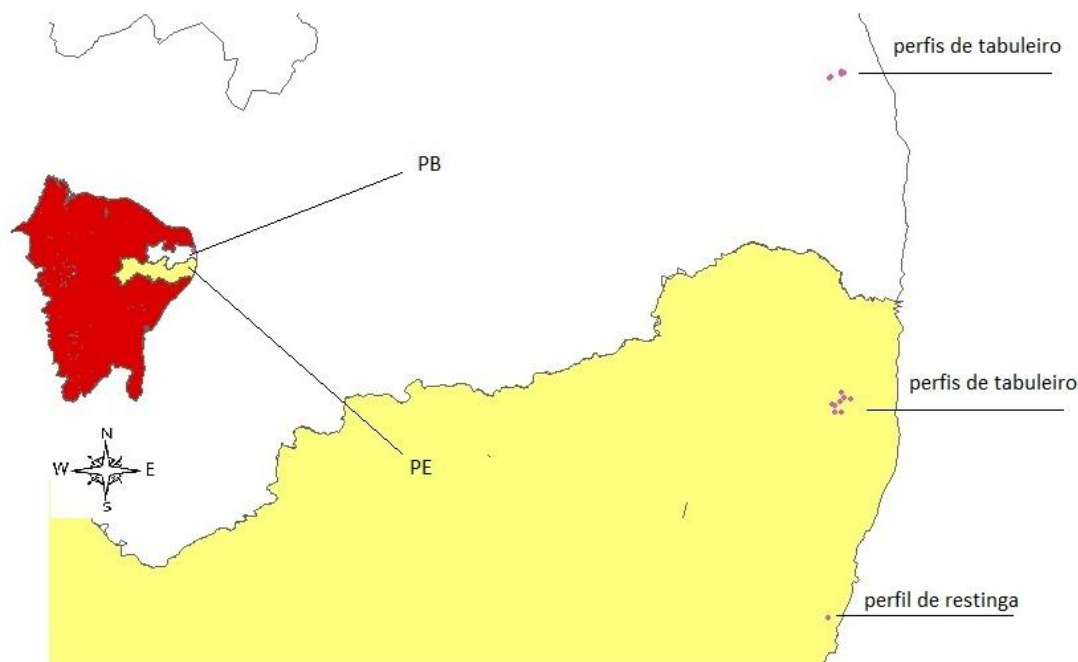


Figura 1. Localização geral da área em estudo

O clima predominante na região é o tropical chuvoso com verão seco (As') e o tropical chuvoso de monção com verão seco (Ams'). A precipitação média anual situa-se na faixa de 1.000 a 2.000 mm, com um período chuvoso de março a agosto. A evapotranspiração é elevada, da ordem de 1.200 a 1.400 mm por ano, sendo os meses mais secos do ano, outubro, novembro e dezembro. A temperatura média anual é de 25°C (BRASIL, 1973).

O relevo é predominantemente plano, tanto nos tabuleiros, como na baixada litorânea, podendo ocorrer declives de até 6%. As altitudes podem chegar até 150 m (BRASIL, 1973).

É uma região de intensa antropização, tanto pelo uso agrícola, com exploração desde o descobrimento com extrativismo e, em seguida, pela monocultura da cana-de-açúcar, como pela especulação imobiliária, o que transformou radicalmente as paisagens locais.

3.2 Coleta das amostras

Os treze perfis representativos dos tabuleiros costeiros foram selecionados com base em levantamentos detalhados de solos realizados pelas Usinas São José-PE e Miriri-PB, e apenas o perfil representativo do ambiente de restinga foi selecionado através de tradagens, em uma área da Usina Salgado-Ipojuca.

A caracterização morfológica dos perfis e a coleta das amostras seguiram metodologia descrita em SANTOS *et al.* (2005). As amostras foram secas ao ar, passadas em peneira de malha 2 mm e submetidas às análises para caracterização física, química e mineralógica.

3.3 Análises laboratoriais

As Análises físicas seguiram metodologia descrita pela EMBRAPA (1997). Foram realizadas análises de granulometria, pelo método do densímetro, utilizando-se o calgon como agente dispersante; argila dispersa em água pelo método do densímetro, sem o agente dispersante; densidade do solo, pelo

método da proveta e a densidade das partículas pelo método do balão volumétrico.

As análises químicas de rotina para caracterização do perfil, também seguiram procedimentos analíticos descritos em EMBRAPA (1997). O pH em água foi feito na relação 1:2,5 e na relação 1:1 e pH em KCl 1,0 mol.L⁻¹, na relação 1:2,5; cálcio, magnésio e alumínio foram extraídos com KCl 1,0 mol.L⁻¹, sendo o cálcio e o magnésio titulados com EDTA 0,0125 mol.L⁻¹ e o alumínio com NaOH 0,025 mol.L⁻¹; potássio e sódio foram extraídos com a solução de Mehlich 1 e determinados por fotometria de chama; hidrogênio + alumínio foram extraídos com solução normal de acetato de cálcio a pH 7,0 e titulados com NaOH 0,05 mol.L⁻¹; fósforo assimilável foi extraído com a solução de Mehlich 1 e determinado por espectrofotometria Uvis; carbono orgânico foi analisado por oxidação via úmida com dicromato de potássio em meio ácido, com aquecimento; nitrogênio total (Kjeldahl) foi determinado por digestão com mistura ácida, e destilação a vapor.

Foram efetuadas, em todos os horizontes dos perfis, extrações seletivas para ferro e alumínio com oxalato de amônio (MCKEAGUE & DAY, 1966), no escuro, pirofosfato de sódio (ROSS & WANG, 1993) e ditionito-citrato-bicarbonato (MEHRA & JACKSON, 1960). A determinação dos elementos foi realizada por espectroscopia de absorção atômica e os símbolos utilizados ao longo deste trabalho foram (Fe_o, Al_o), (Fe_p, Al_p) e (Fe_d, Al_d) correspondentes respectivamente ao ferro e alumínio obtidos com cada um dos extratores. As relações entre os elementos Fe e Al nos diversos extratores foram obtidas na forma de óxidos, exceto as relações entre (Al_p+Fe_p) /C e Al_p/C.

A densidade ótica do extrato em oxalato (DOEO) foi determinada em todas as amostras através da leitura da absorvância do extrato de oxalato de amônio obtida no comprimento de onda de 430 nm (SKJEMSTAD *et al.* 1992). Este parâmetro foi determinado com o objetivo de confirmar a presença de materiais espódicos. Quando [%Al_o + 0,5 (%Fe_o)] é maior ou igual a 0,5 ou a DOEO é maior ou igual a 0,25, em valores que representem o dobro dos contidos no horizonte E sobrejacente, tem-se condições indicativas de materiais espódicos (UNITED STATES, 2010).

O fracionamento químico da matéria orgânica foi efetuado apenas nos horizontes A e B de cada um dos perfis, onde o carbono das frações ácidos fúlvicos (C-FAF), húmicos (C-FAH) e da fração humina (C-HUM) foram obtidos por diferença de solubilidade em meio ácido e alcalino segundo metodologia simplificada por BENITES *et al.*(2003).

As análises mineralógicas foram realizadas de forma qualitativa nas frações areia, silte e argila em horizontes A e B selecionados de 4 perfis representativos. A separação das frações areia, silte e argila seguiu a metodologia descrita pela EMBRAPA (1997). Na fração argila, foram removidos os óxidos de ferro e alumínio com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (MEHRA & JACKSON, 1960), e aplicados os tratamentos de saturação com $MgCl_2$ $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ e KCl $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ (com leituras a temperatura ambiente e após aquecimento a 550°C). Para as argilas tratadas com Mg e K, as amostras foram preparadas em lâminas de vidro na forma de agregados orientados e para as argilas não saturadas e silte, foram usadas amostras na forma de pó não orientado. Foram feitas análises qualitativas por difração de raios X das frações areia, silte e argila. Os critérios empregados para interpretação dos difratogramas e identificação dos minerais constituintes das frações areia, silte e argila foram: espaçamento interplanar (d), forma, largura e intensidade dos picos e comportamento frente aos tratamentos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Morfologia e Classificação dos solos

A síntese de alguns atributos morfológicos selecionados e a classificação dos solos encontra-se apresentada na tabela 1. A descrição detalhada encontra-se no apêndice B.

A designação dos horizontes espódicos e a classificação dos perfis obedeceram, nesta Tabela, aos critérios estabelecidos no SiBCS (EMBRAPA, 2006), com base, exclusivamente, na descrição morfológica.

De acordo com os critérios e definições atuais do SiBCS, quatro Espodossolos estudados foram classificados na subordem dos Humilúvicos, em virtude da presença do horizonte Bh ou Bhm, sobreposto a outros tipos de horizontes espódicos; três perfis foram classificados como Ferrilúvicos, por apresentarem apenas o Bsm, de cores vivas ou muito claras; e sete foram enquadrados como Ferrihumilúvicos, em função da presença de Bhs ou Bhsm, isoladamente ou sobreposto a outros tipos de B espódico. Como constatado na classificação dos perfis deste trabalho, e de acordo com Embrapa (2005), ocorrem dificuldades na correlação da morfologia, particularmente a cor, com o aumento dos teores de carbono e do ferro nos Espodossolos, sendo indispensável a introdução de critérios químicos para melhor classificá-los. Este assunto será discutido no item 4.4 onde estão apresentados os dados sobre os teores de carbono orgânico e as extrações seletivas de ferro e alumínio.

Todos os perfis apresentaram na sequência de horizontes um horizonte E alábico, seguido pelo horizonte B espódico com cimentações em graus variados, caracterizadas pela presença de caráter dúrico em vários perfis e horizonte fragipã nos perfis P6, P8 e P9.

A espessura do horizonte E variou de 35-180 cm, apresentando-se maior no perfil 1 da área de restinga. A espessura do horizonte B espódico sem cimentação, geralmente o Bh, variou de 3 a 35 cm, e com cimentação (Bhsm, Bsm, Bsx, Bhsx, de 10 a 95 cm+, prolongando-se além da profundidade amostrada, praticamente em todos os perfis.

Tabela 1. Características morfológicas e classificação dos solos estudados

Horizonte	Prof(cm)	Estrutura	Cor úmida / mosqueado	Consistência			Cimentação
				seca	úmida	molhada	
P1 – ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hiperespesso espessarênico							
Ap	0-20	gs	7,5YR 3/2	st	st	n pl/n pg	ausente
A	20-42	mpc	7,5YR 3/2	ld mfr	st	n pl/n pg	ausente
AE	42-70	gs	7,5YR 3/2	st	st	n pl/n pg	ausente
E1	70-125	gs	10YR 7/2	st	st	n pl/n pg	ausente
E2	125-250	gs	10YR 7/2	st	st	n pl/n pg	ausente
Bh	250-253	mpc	7,5YR 3/2	ligd	fr/f	n pl/n pg	ausente
Bhsm	253+	mc	10YR 5/3 10YR 5/6 (2,5 YR 2,5/3)	exd	exf	n pl/n pg	forte
P2 - ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico							
Ap	0-22	gs	10YR 3/1	st	st	n pl/n pg	ausente
E1	22-50	gs	10YR 6/2	st	st	n pl/n pg	ausente
E2	50-105	gs	10YR 7/1	st	st	n pl/n pg	ausente
Bh	105-112	mmc	7,5YR 3/2	md	fr/f	n pl/n pg	ausente
Bhsm	112-155+	mc	7,5YR 5/6 / (5YR 3/3 e 2,5YR 4/8)	exd	exf	n pl/n pg	Forte
P3 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico							
Ap	0-25	gs	10YR 3/1	st /mc	st /mfr	n pl/n pg	ausente
E1	25-75	gs	10YR 6/2	st	st	n pl/n pg	ausente
E2	75-200	gs	10YR 7/1	st	st	n pl/n pg	ausente
Bhsm	200+	(*)	(*)		(*)		forte
P4 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico							
Ap	0-25	gs	10YR 4/1	st	st	n pl/n pg	ausente
E1	25-60	gs	10YR 5/2	st	st	n pl/n pg	ausente
E2	60-120	gs	10YR 7/1	st	st	n pl/n pg	ausente
Bhs	120-125	mmc	7,5YR 3/3	d	fr	n pl/n pg	ausente
Bsm	125+	mc	10YR 5/6 10YR 5/3 / (5YR 5/6)	exd	exf	n pl/n pg	forte
P5 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico							
Ap	0-25	gs	10YR 3/1	st /mc	st	n pl/n pg	ausente
E	25-103	gs	10YR 6/2	st	st	n pl/n pg	ausente
Bhsm	103+	mc	10YR 6/4 5YR 3/3	exd	exf	n pl/n pg	forte
P6 – ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico fragipânico							
Ap	0-25	mpc	10YR 3/2	st	mfr	n pl/n pg	ausente
AE	25-47	mpc	10YR 4/3	st	fr	n pl/n pg	ausente
E	47-85	mmc	10YR 5/3	st	fr	n pl/n pg	ausente
Bhs	85-120	mmc	10YR 4/2 / (7,5YR 3/4)	st	fr	n pl/n pg	ausente
Bhsx	120+	mc	10YR 6/6 / (2,5YR 3/4)	exd	mf	n pl/n pg	forte
P7 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico dúrico arênico							
Ap	0-22	gs	10YR 3/1	st /mc	st/mfr	n pl/n pg	ausente
E	22-95	gs	10YR 7/2	st	st	n pl/n pg	ausente
Bhsm	95+	mc	10YR 5/3 / (2,5YR 3/4 e 2,5YR 4/8)	exd	exf	n pl/n pg	forte

Tabela 1. Características morfológicas e classificação dos solos estudados

(continuação)

Horizonte	Prof(cm)	Estrutura	Cor úmida / mosqueado	Consistência			Cimentação
				seca	úmida	molhada	
P8 - ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico dúbico arênico							
Ap	0-15	gs/mpc	10YR 4/2	st	mfr	n pl/n pg	ausente
E1	15-50	gs	10YR 5/2	st	st	n pl/n pg	ausente
E2	50-80	gs	10YR 6/2	st	st	n pl/n pg	ausente
Bhx	80-90	mmc	7,5YR 2,5/2 7,5YR 3/2	exd	mf	n pl/n pg	moderada
Bsm	90-130+	mc	10YR 6/8 / (5YR 4/6)	exd	exf	n pl/n pg	Forte
P9 - ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico fragipânico, textura média (leve)							
Ap	0-25	mpc / fraca;peq e méd granular	10YR 3/3	st	fr	n pl/n pg	ausente
E	25-60	mmc/ fraca;peq e méd blocos sub angulares	10YR 5/3	st	fr	n pl/n pg	ausente
Bs/Bsm	60-95	mc/ fraca;peq e méd blocos sub angulares	10YR 5/3 10YR 4/6	exd	fr	n pl/n pg	forte
Bsx	95-190+	mmc / fraca;peq e méd blocos sub angulares	10YR 5/6 / (5YR 5/8 e 2,5YR 4/6)	exd	mf	n pl/n pg	Forte
P10- ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúbico							
Ap	0-13	gs /mpc	10YR 3/1	st /mc	st/mfr	n pl/n pg	ausente
AE	13-43	mpc/ fraca peq granular	10YR4/2	mc	mfr	n pl/n pg	ausente
E1	43-84	mpc	7YR 5/2	mc	mfr	n pl/n pg	ausente
E2	84-115	gs	7YR 6/1	st	st	n pl/n pg	ausente
Bh	115-130	mpc	7YR 3/2	ld	fr	n pl/n pg	pouca
Bhsm	130-150+	mmtc	10YR 5/3 10YR 5/6 / (2,5YR 2,5/3)	exd	exf	n pl/n pg	Forte
P11- ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico argissólico espessarênico, dúbico							
Ap	0-20	gs	10YR 4/1	st /mc	st/mfr	n pl/n pg	ausente
E1	20-50	gs	10YR 5/1	st	st	n pl/n pg	ausente
E2	50-105	mpc	10YR 4/2	mc	mfr	n pl/n pg	ausente
E3	105-130	mmc	10YR 4/2	mc	mfr	n pl/n pg	ausente
Bstm	130-140+	mc	10YR 6/2 (7,5YR 5/6))	exd	exf	n pl/n pg	Forte
P12- ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico espessarênico, dúbico							
Ap	0-20	mpc	10YR 3/2	ld	mfr	n pl/n pg	ausente
E1	20-40	gs	7,5YR 4/2	st	st	n pl/n pg	ausente
E2	40-60	mpc	7,5YR 3/4	ld	mfr	n pl/n pg	ausente
E3	60-105	mpc	10YR 5/3	ld	mfr	n pl/n pg	ausente
Bsm	105-120+	mc	10YR 6/3 10YR 5/8	exd	exf	n pl/n pg	forte

Tabela 1. Características morfológicas e classificação dos solos estudados

Horizontes	Prof(cm)	Estrutura	Cor úmida	Consistência			(conclusão) Cimentação
				seca	úmida	molhada	
P13- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico arênico, dúrico							
Ap	0-20	gs e fraca peq granular	10YR 3/1	st /mc	st/mfr	n pl/n pg	ausente
E1	20-53	gs	10YR 5/2	st	st	n pl/n pg	ausente
E2	53-90	gs	10YR 6/2	st	st	n pl/n pg	ausente
Bhs	90-102	mmc e fraca, méd blocos sub angulares	5YR 3/3 10YR 4/2	st	fr/mf	n pl/lig pg	ausente
Bsm	102-150+	mc	10YR 5/4 10YR 6/4	exd	exf	n pl/n pg	Forte
P14- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico dúrico arênico							
Ap	0-20	mpc e fraca peq granular	7,5YR 3/2	ld	mfr	n pl/n pg	ausente
E1	20-60	mpc e fraca peq granular	7,5YR 4/2	ld	mfr	n pl/n pg	ausente
E2	60-90	fraca peq. e média blocos sub angulares	10YR 5/3	ld	mfr	n pl/n pg	ausente
Bhs/Bsm	90-100	mc e fraca pequena. e média blocos subangulares	5YR 4/6 10YR 4/3	d/extd	fr/mf	n pl/lig pg	moderada
Bsm1	100-140	mc	10YR 6/4 / (2,5YR 4/8 e 5YR 5/8)	exd	exf	n pl/n pg	forte
Bsm2	140-160+	mc	10YR 7/3 / 10YR 6/6	exd	exf	n pl/n pg	forte

Legenda: (*) a presença de lençol freático impediu a descrição completa do Bhs

Estrutura: grãos simples = gs; maciça pouco coesa = mpc; maciça moderadamente coesa= mmc; maciça coesa=mc; maciça muito coesa=mmtc

Consistência seca: st = solta; ; mc=macia; ld= ligeiramente dura; d= dura; md=muito dura; exd=extremamente dura

Consistência úmida: st = solta; mfr=muito friável;fr= friável; f= firme; mf = muito firme; exf= extremamente firme

Consistência molhada: n pl=não plástica; lig pl=ligeiramente plástica; n pg = não pegajosa; lig pg = ligeiramente pegajosa

As cores entre parênteses correspondem ao mosqueado

A estrutura do horizonte Bh é geralmente maciça pouco a moderadamente coesa, podendo se apresentar em alguns perfis fraca, pequena e média blocos subangulares. Os horizontes espódicos cimentados Bhs e Bsm apresentam-se sem estrutura, sendo definidos como maciços coesos.

Com relação às condições de drenagem a maioria dos perfis foi definida como moderada a imperfeitamente drenada, exceto os perfis 3, 5 e 7 que se apresentaram imperfeitamente drenados devido à presença do lençol freático a 182, 85 e 74 cm, respectivamente.

A cor do solo geralmente reflete os teores de matéria orgânica, óxidos de ferro e as condições de drenagem interna. A maioria das cores dos horizontes E variaram nos matizes 10YR e 7,5YR, com valores de 5 a 7 e cromas de 1 a 3,

indicando a pobreza em materiais corantes, como matéria orgânica e sesquióxidos, definindo um horizonte alábico. Esta cor predominantemente clara é determinada pelos minerais de quartzo da fração areia, como apresentado mais adiante.

Os horizontes espódicos Bh apresentaram, geralmente, cores escuras devido à maior concentração de compostos orgânicos, característicos destes horizontes. Nos horizontes Bh dos perfis estudados, os valores e os cromas situaram-se entre 2 e 3. Por outro lado, os horizontes definidos como Bhs apresentaram cores mais claras, nos matizes 10YR e 7,5YR, valores 5 ou 6 e cromas entre 6 e 3, sempre com mosqueados escuros em matizes diversos, com valores e cromas entre 2 e 4, podendo apresentar ainda outros mosqueados avermelhados mais claros. As cores alternadas mais claras e escuras indicam uma participação de matéria orgânica e óxidos de ferro.

Os horizontes Bs apresentaram cores muito claras nos matizes 10YR e 7,5YR, com valores entre 5 e 7 e cromas de 2 a 8, apresentando mosqueados vermelhos ou amarelos com valores entre 4 e 8 e cromas entre 6 e 8, sem ocorrência de mosqueados escuros. Embora apresentem cores claras e vivas, não indicativas da presença de matéria orgânica, alguns destes horizontes, particularmente nos perfis P1, P4 e P13, apresentaram teores relativamente altos de matéria orgânica (Tabela 2), mais altos que muitos horizontes classificados como Bhs, mostrando que o critério da cor não é suficiente para estimar o teor de matéria orgânica destes horizontes cimentados.

A consistência tanto seca, quanto úmida, foi sempre contrastante entre os horizontes A e E, e os horizontes espódicos cimentados apresentando-se nos primeiros solta ou muito friável e nos horizontes espódicos extremamente dura, quando seca, e extremamente firme, quando úmida. A consistência molhada mostrou-se não plástica e não pegajosa em praticamente em todos os perfis, em concordância com a textura arenosa.

A transição para os horizontes Bh é abrupta e plana ou ondulada e para os horizontes cimentados Bsm, Bhsm ou Bsx foi em geral abrupta e ondulada ou irregular.

Na figura 2 estão apresentados alguns aspectos da paisagem cuja predominância do uso do solo é caracterizada pela cultura da cana de açúcar. Na figura 3 podem ser vistos alguns dos perfis estudados.

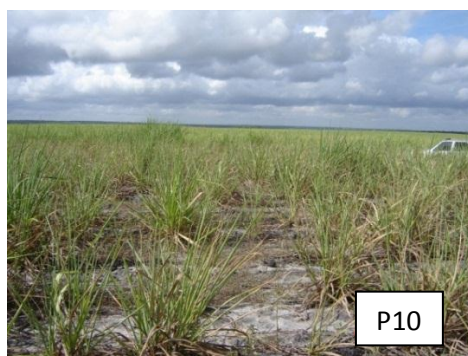


Figura 2. Aspectos da paisagem e uso do solo das áreas de estudo.
(P1 área de restinga e P10,P13 e P14 áreas de tabuleiro)

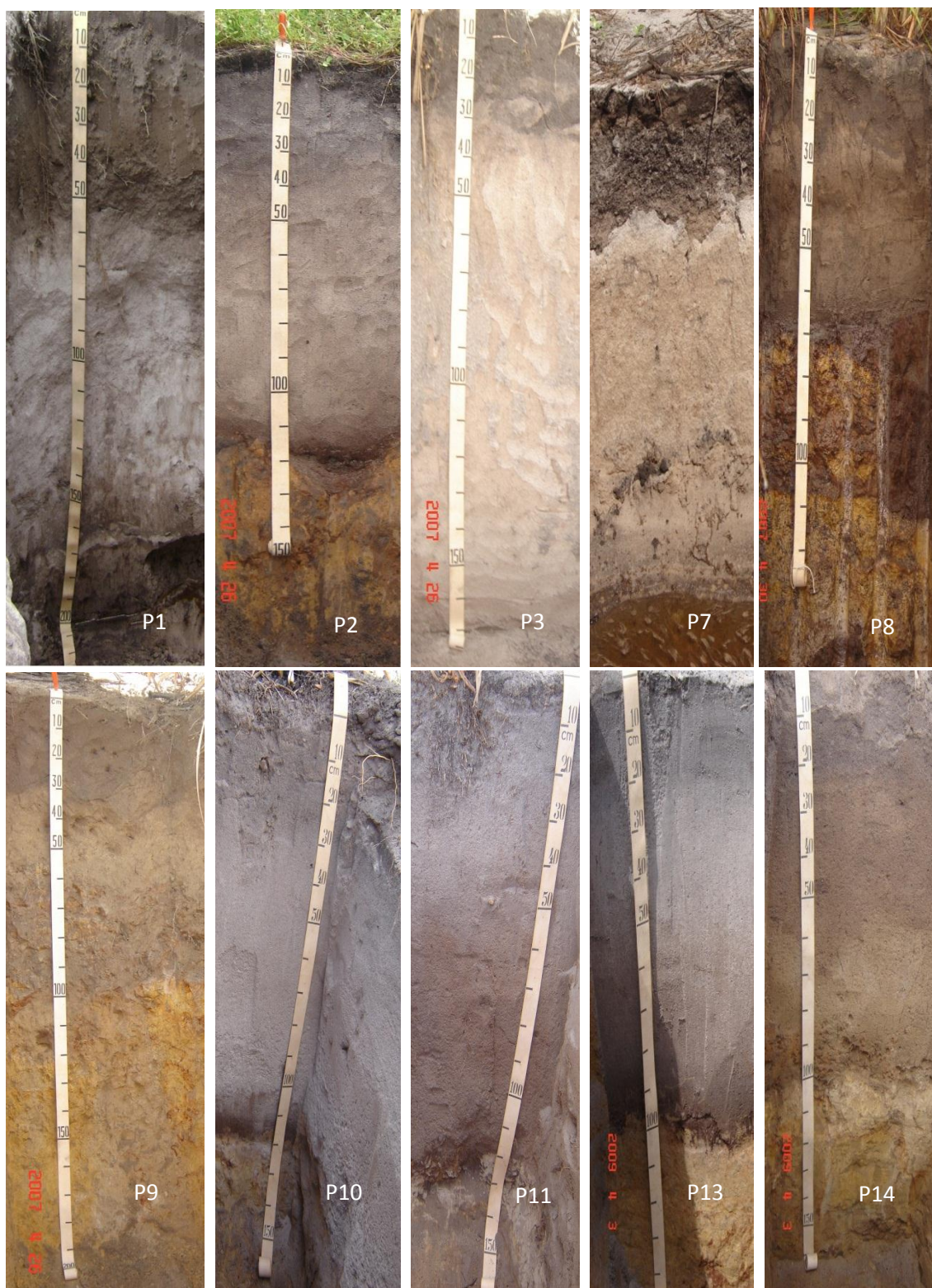


Figura 3. Apresentação de alguns perfis estudados.

4.2 Caracterização química, física e mineralógica

4.2.1 Caracterização química e física de rotina

A síntese das características físicas e químicas dos solos estudados encontra-se na tabela 2.

A textura dos horizontes B espódicos foi predominantemente arenosa, com variações entre areia, areia-franca e franco-arenosa, sempre com valores da fração argila, inferiores a 130 g kg^{-1} . Estes resultados são concordantes com a definição destes solos no SiBCS (EMBRAPA, 2006) e com diversos estudos sobre Espodossolos no Brasil, em áreas de restinga ou nos tabuleiros costeiros (MOREAU, 2001; ARAÚJO FILHO, 2003; GOMES, 2005; OLIVEIRA, 2007; COELHO *et al.* 2010a). Os Espodossolos possuem materiais de origem normalmente muito pobres em argila, como quartzitos, arenitos ou sedimentos arenoquartzosos, resultando em solos de textura arenosa ao longo do perfil (OLIVEIRA *et al.* 1992), embora possam ser desenvolvidos a partir de materiais mais argilosos.

Com relação às características químicas observou-se acidez elevada, baixa saturação por bases, baixa capacidade de troca de cátions e alta saturação por alumínio. Resultados semelhantes também foram verificados por outros autores no estudo destes solos (MOURA FILHO, 1998; COELHO *et al.* 2010a). De acordo com Oliveira *et al.*, (1992), a baixa fertilidade dos mesmos é refletida pela soma de bases trocáveis, que raramente atinge níveis superiores a $1 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$, sendo, na maioria das vezes, caracterizados como solos álicos ou distróficos.

Os teores de $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ nos horizontes espódicos se correlacionaram de forma positiva ($r = 0,84$; $p < 0,001$), com os teores de carbono orgânico, provavelmente em função dos ácidos orgânicos presentes nestes horizontes. Coelho *et al.* (2010b) obtiveram melhores resultados para esta correlação

Tabela 2. Síntese da caracterização física e química de rotina dos solos estudados

Horiz	Granulometria (g.kg ⁻¹)				Classe Textural	pH(1:2,5)		pH(1:1)		SB _____	H ⁺ cmol _c .kg ⁻¹	Al ³⁺ _____	T	V _____%	m _____	C g.kg ⁻¹	P mg.kg ⁻¹
	Ag	Af	Silte	Arg		água	KCl	água	_____								
P1 - ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hiperespesso espessarênico																	
Ap	486	430	44	40	AR	6,8	6,5	6,8	2,93	1,21	0,00	4,14	71	0,00	28,00	46	
A	744	130	66	60	ARF	6,9	6,4	7,0	2,88	1,21	0,00	4,09	70	0,00	16,70	37	
AE	800	140	40	20	AR	6,9	6,2	6,6	1,10	1,21	0,00	2,31	48	0,00	6,10	7	
E1	784	194	2	20	AR	6,7	6,1	6,5	0,20	0,99	0,00	1,19	17	0,00	0,80	3	
E2	796	178	6	20	AR	6,8	6,1	6,6	0,30	0,66	0,00	0,96	31	0,00	1,20	10	
Bh	860	84	36	20	AR	5,2	4,5	4,8	1,15	6,43	0,28	7,86	15	19,58	63,00	4	
Bhsm	84	294	94	20	AR	5,1	4,4	5,0	1,53	9,43	0,36	11,32	14	19,05	28,80	3	
P2 - ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico																	
Ap	700	243	37	20	AR	5,6	5,2	5,3	2,61	0,99	0,00	3,60	73	0,00	20,61	85	
E1	694	270	16	20	AR	5,8	5,0	5,4	0,59	0,88	0,00	1,47	40	0,00	4,02	3	
E2	640	318	22	20	AR	6,2	5,8	5,7	0,28	0,99	0,00	1,27	22	0,00	1,11	1	
Bh	558	302	49	91	ARF	4,7	4,0	4,4	1,29	8,19	1,38	10,86	12	51,69	20,34	53	
Bhsm	449	292	168	91	FAR	5,0	4,3	4,6	0,47	7,82	0,65	8,94	5	58,04	27,57	5	
P3 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico																	
Ap	693	219	48	40	AR	6,2	6,0	6,2	4,19	0,55	0,00	4,74	88	0,00	17,99	329	
E1	723	238	19	20	AR	6,6	6,4	6,3	0,58	0,88	0,00	1,46	40	0,00	1,70	10	
E2	715	250	15	20	AR	6,3	6,0	6,1	0,48	1,10	0,00	1,58	30	0,00	0,60	2	
Bhsm	601	234	145	20	ARF	4,5	4,0	4,7	1,01	11,20	1,45	13,66	7	58,94	33,37	10	
P4 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico																	
Ap	689	257	34	20	AR	4,7	4,0	4,3	1,29	1,02	0,08	2,39	54	5,84	11,72	3	
E1	667	286	27	20	AR	5,6	4,7	4,9	0,28	1,21	0,00	1,49	19	0,00	2,20	2	
E2	633	314	33	20	AR	5,8	5,2	5,3	0,28	1,32	0,00	1,60	18	0,00	0,60	1	
Bhs	525	326	109	40	ARF	4,8	4,1	4,7	0,90	6,61	0,98	8,49	11	52,13	28,10	26	
Bsm	419	342	209	30	ARF	4,5	4,2	4,6	0,70	11,54	1,00	13,24	5	58,82	37,63	7	

Tabela 2. Síntese da caracterização física e química de rotina dos solos estudados

(continuação)

Horiz	Granulometria (g.kg ⁻¹)				Classe Textural	pH(1:2,5)		pH(1:1)		SB	H ⁺ cmol _c .kg ⁻¹	Al ³⁺	T	V %	m	C g.kg ⁻¹	P mg.kg ⁻¹
	Ag	Af	Silte	Arg		água KCl	água										
P5 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico																	
Ap	701	221	0	78	AR	4,9	4,2	4,5	2,02	1,78	0,11	3,89	52	5,16	19,49	57	
E	669	271	40	20	AR	5,7	5,3	5,4	0,69	2,31	0,00	3,00	23	0,00	1,71	2	
Bhsm	601	261	60	78	ARF	4,6	4,4	4,8	0,70	8,09	0,60	9,39	7	46,15	33,89	9	
P6 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico fragipânico																	
Ap	697	219	44	40	AR	6,4	5,8	6,2	3,49	0,55	0,00	4,04	86	0,00	16,31	80	
AE	647	272	31	50	AR	5,7	4,8	5,6	1,11	1,43	0,00	2,54	44	0,00	12,08	6	
E	600	276	5	119	ARF	5,4	4,6	4,9	0,48	2,02	0,16	2,68	18	27,27	8,35	2	
Bhs	588	264	49	99	ARF	5,1	4,6	4,7	0,48	4,04	0,25	4,77	10	34,25	23,45	9	
Bhsx	445	274	172	109	FAR	5,0	4,8	5,0	0,41	4,29	0,22	4,92	8	34,92	16,11	8	
P7- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico dúrico arênico																	
Ap	753	192	35	20	AR	4,6	3,2	4,0	0,93	1,90	0,85	3,68	25	47,75	16,42	6	
E	682	289	9	20	AR	4,7	3,8	3,9	0,28	1,78	0,42	2,48	11	60,00	1,00	1	
Bhsm	534	255	121	90	FAR	4,3	3,6	4,3	0,91	8,75	1,26	10,92	8	58,06	22,08	7	
P8 - ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico dúrico arênico																	
Ap	699	234	37	30	AR	4,0	3,2	3,9	0,50	1,03	0,40	1,93	26	44,44	7,41	54	
E1	643	297	40	20	AR	4,9	3,9	5,2	0,58	1,64	0,12	2,34	25	17,14	4,21	18	
E2	633	300	47	20	AR	4,6	4,0	4,6	0,48	2,05	0,15	2,68	18	23,81	2,10	2	
Bhx	569	292	69	70	ARF	4,1	3,7	4,5	0,83	10,22	1,00	12,05	7	54,64	35,29	10	
Bsm	507	293	130	70	ARF	4,4	4,1	4,9	0,43	2,83	0,25	3,51	12	36,76	14,67	1	
P9 - ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico fragipânico, textura média (leve)																	
Ap	610	241	11	138	ARF	4,7	4,4	4,6	1,02	2,00	0,20	3,22	32	16,39	11,43	11	
E	511	237	94	158	FAR	4,6	4,4	4,4	0,38	2,73	0,35	3,46	11	47,95	10,23	2	
Bs/Bsm	521	221	180	78	FAR	4,8	4,5	4,4	0,38	3,32	0,20	3,90	10	34,48	20,61	1	
Bsx	509	283	110	96	ARF	4,9	4,6	4,8	0,40	2,65	0,10	3,15	13	20,00	5,63	1	

Tabela 2. Síntese da caracterização física e química de rotina dos solos estudados

(continuação)

Horiz	Granulometria (g.kg ⁻¹)				Classe Textural	pH (1:2,5)		pH(1:1)	SB	H ⁺	Al ³⁺	T	V	m	C	P
	Ag	Af	Silte	Arg		água KCl	água									
P10- ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico																
Ap	698	224	58	20	AR	4,9	4,5	4,8	3,20	1,37	0,06	4,63	69	1,84	20,10	30
AE	738	206	36	20	AR	4,5	3,9	4,9	1,03	1,66	0,10	2,79	37	8,85	15,80	18
E1	722	240	18	20	AR	4,4	3,9	4,2	0,52	0,30	0,14	0,96	54	21,21	1,20	4
E2	646	324	10	20	AR	4,3	4,1	4,6	0,51	0,84	0,04	1,39	37	7,27	0,40	4
Bh	604	262	114	20	AR	4,1	4,0	4,4	0,52	1,24	0,85	2,61	20	62,04	15,20	2
Bhsm	534	286	160	20	ARF	4,4	4,0	4,5	0,64	0,35	0,86	1,85	35	57,33	16,10	1
P11- ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico argissólico espessarênico, dúrico																
Ap	736	224	20	20	AR	4,7	4,0	5,0	1,04	1,41	0,13	2,58	40	11,11	10,60	3
E1	742	234	4	20	AR	4,6	4,0	5,3	0,42	1,11	0,21	1,74	24	33,33	4,40	3
E2	658	286	36	20	AR	4,5	4,4	5,1	0,51	1,21	0,22	1,94	26	30,14	7,70	2
E3	704	240	36	20	AR	4,7	4,6	5,4	0,30	0,56	0,10	0,96	31	25,00	1,30	1
Bstm	460	266	142	132	FAR	4,4	4,0	5,1	0,30	0,97	0,35	1,62	19	53,85	9,20	2
P12- ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico																
Ap	722	191	23	64	AR	4,2	3,8	4,8	0,64	2,02	0,51	3,17	20	44,35	30,50	15
E1	686	224	26	64	AR	4,4	3,9	4,9	0,32	1,16	0,38	1,86	17	54,29	15,40	4
E2	649	237	50	64	AR	4,1	4,2	4,4	0,42	1,87	0,55	2,84	15	56,70	14,30	3
E3	648	239	49	64	AR	4,0	4,4	4,2	0,20	2,17	0,25	2,62	8	55,56	7,30	2
Bsm	589	263	84	64	ARF	4,1	4,4	4,9	0,22	5,42	0,41	6,05	4	65,08	15,40	2
P13- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico arênico, dúrico																
Ap	743	212	25	20	AR	3,6	3,5	4,3	0,61	3,56	0,51	4,68	13	45,54	24,50	20
E1	701	269	10	20	AR	3,9	3,7	4,3	0,58	1,65	0,44	2,67	22	43,14	2,00	4
E2	650	298	32	20	AR	4,2	4,0	5,0	0,51	2,06	0,14	2,71	19	21,54	1,40	11
Bhs	527	223	172	78	FAR	4,1	4,0	4,3	0,51	9,55	1,34	11,40	4	72,43	36,00	3
Bsm	482	310	130	78	ARF	4,5	4,4	4,3	0,32	7,03	0,45	7,80	4	58,44	21,00	2

Tabela 2. Síntese da caracterização física e química de rotina dos solos estudados

(conclusão)

Horiz	Granulometria (g.kg ⁻¹)				Classe Textural	pH(1:2,5)		pH(1:1)		SB	H ⁺	Al ³⁺	T	V	m	C	P
	Ag	Af	Silte	Arg		água KCl	água	_____ cmol _c .kg ⁻¹ _____	_____ %_____								
P14- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Ortico dúbico arênico																	
Ap	661	225	36	78	AR	5,1	4,2	5,1	1,27	4,49	0,35	6,11	21	21,60	31,0	6	
E1	632	225	25	118	ARF	4,5	4,0	5,0	0,51	4,22	0,73	5,46	9	58,87	2,70	3	
E2	639	196	47	118	ARF	4,5	4,3	4,8	0,37	3,24	0,50	4,11	9	57,47	7,90	3	
Bhs/Bsm	538	254	90	118	FAR	4,4	4,3	4,8	0,48	6,75	0,51	7,74	6	51,52	24,2	2	
Bsm1	487	303	112	98	ARF	4,7	4,7	4,7	0,40	4,28	0,12	4,80	8	23,08	8,40	2	
Bsm2	480	301	121	98	FAR	4,7	4,7	4,8	0,57	3,70	0,15	4,42	13	20,83	8,20	2	

Legenda:

Horiz = horizonte

Granulometria : Ag = areia grossa (0,2 a 2 mm); Af = areia fina (0,05 a 0,2 mm); Arg = argila (<0,002 mm); Classe textural: AR = areia; ARF = areia-franca; FAR = franco-arenosa.

SB = soma de bases; H = hidrogênio; Alumínio trocável; T = capacidade de troca de cátions a pH 7,0; V = saturação de bases; m = saturação com alumínio; C = carbono orgânico;

P = fósforo assimilável

($r = 0,95$; $p < 0,0001$) com Espodosolos do estado de São Paulo. A mesma correlação com os teores de Al^{3+} também foi positiva, embora menos expressiva ($r = 0,63$) (Figura 4).

A relação entre a capacidade de troca de cátions (T) a pH 7,0 e os teores de carbono orgânico nos horizontes espódicos foi positiva ($r = 0,84$; $p < 0,001$), uma vez que nestes solos, predominantemente arenosos, esta propriedade deve-se quase que exclusivamente à matéria orgânica (Figura 5).

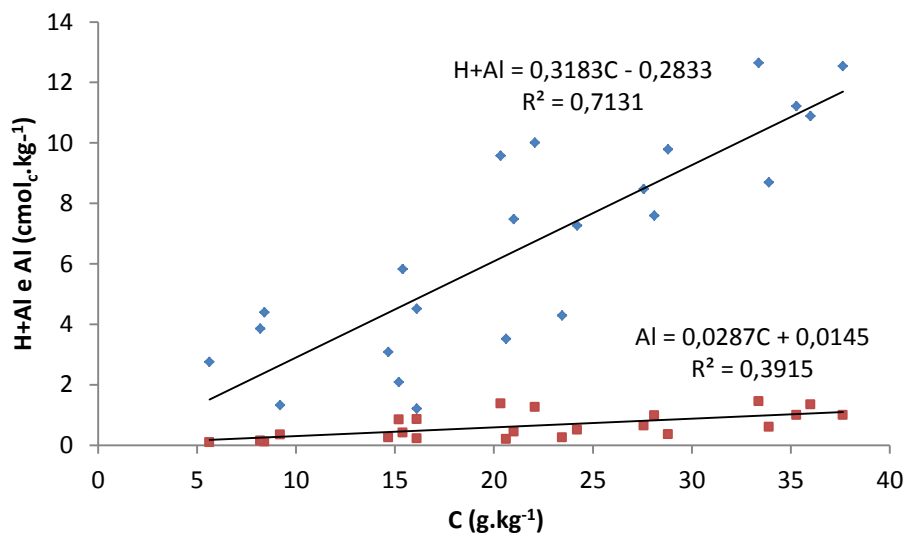


Figura 4. Relação entre os teores de carbono orgânico e H+Al e Al dos horizontes espódicos.

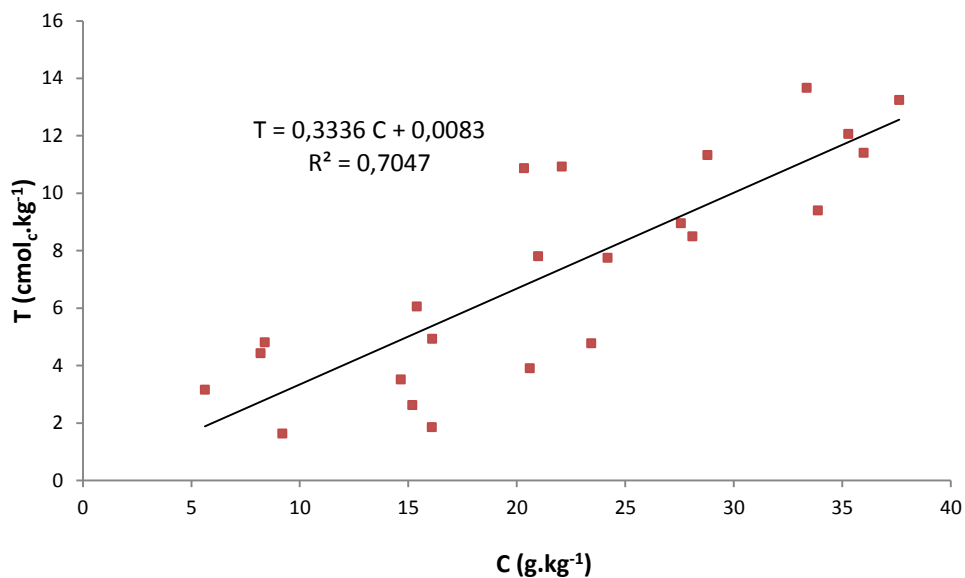


Figura 5. Relação entre os teores de carbono orgânico e a capacidade de troca de cátions (T) dos horizontes espódicos

O pH em água, de forma geral mostrou-se inferior nos horizontes B espódicos (pH 4,0-5,2; média 4,6) em relação aos horizontes E (pH 3,9-6,6; média 4,9). Provavelmente em decorrência dos ácidos orgânicos da matéria orgânica mais elevada naqueles horizontes. Segundo Gomes *et al.* (1998) os horizontes E apresentam na maioria das vezes pH mais elevado que os horizontes espódicos, por serem mais lavados e praticamente destituídos de matéria orgânica, principal fonte de acidez destes solos.

O pH em KCl se mostrou menor que em água em todos os perfis, caracterizando um ΔpH negativo, indicando carga líquida negativa, e uma fração coloidal com predominância de troca catiônica. O pH em água na relação 1:1, situou-se abaixo de 5,9 nos horizontes espódicos, atendendo aos critérios das classificações americana e da WRB (FAO) para enquadramento destes horizontes como B espódicos. O pH em água nesta relação mostrou-se superior ao pH em água na relação 1:2,5 em 42,65% das amostras. No entanto, em ambas as relações, situaram-se abaixo de 5,9 nos horizontes espódicos.

Os teores de carbono orgânico se apresentaram elevados nos horizontes superficiais (Ap), variando entre 7,41- 31,0 g.kg⁻¹ (média de 19,01 g.kg⁻¹), caindo nos horizontes eluviais (E) para teores entre 0,8 e 15,4 g kg⁻¹ (média de 4,2 g kg⁻¹) e subindo novamente nos horizontes B espódicos (Bh, Bhs e Bs). Nestes os valores variaram entre 5,63 e 63,0 (média de 23,51 g kg⁻¹). Todos os horizontes identificados morfologicamente como espódicos, atenderam o requisito de apresentar teor de carbono orgânico maior que 0,5 %, estabelecido pela WRB (FAO, 2006) e apenas o Bsx do perfil 9, não atendeu o requisito de apresentar 0,6% ou mais de C orgânico exigido pelo *Soil Taxonomy* (UNITED STATES, 2010).

Os teores de fósforo assimilável extraídos com Mehlich 1 apresentaram-se mais elevados, de maneira geral, nos horizontes superficiais, provavelmente decorrente da decomposição da matéria orgânica encontrada nos mesmos. Alguns valores altos observados na superfície de alguns perfis são resultantes da aplicação de fertilizantes na cultura da cana-de-açúcar, uso agrícola de todos os perfis coletados.

Com relação às características físicas e químicas, a não ser pela presença de fragipã, em alguns perfis de solos dos tabuleiros costeiros, não foram verificadas diferenças entre estes e o perfil da restinga.

4.2.2 Caracterização mineralógica

A síntese da mineralogia está apresentada na tabela 3 e os difratogramas de raio X encontram-se no apêndice A.

Tabela 3. Síntese da composição mineralógica dos perfis representativos

Horizonte	Fração Argila		Fração Silte		Fração Areia	
	MP	Outros	MP	Outros	MP	Outros
P1 – ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hiperespesso espessarênico						
Ap	Ct	Qz, Fd, Ili	Qz	Ct, Fd	Qz	-
Bh	Qz	Ct, Fd, Ili, An	Qz	Fd	Qz	Fd
Bhsm	Ct, Qz	Fd	Qz	Ct, Fd	Qz	Fd
P6 – ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, fragipânico						
Ap	Ct, Qz	Gb, Gh, Fd, An	Qz	Ct, Gb, An	Qz	-
Bhsx	Ct	Qz, Gb, An	Ct, Qz	Gh, Gb, Fd, An	Qz	Ct?
P13- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico arênico, dúrico						
Ap	Qz, Ct	Fd, An, Ili	Qz	Ct, Fd	Qz	-
Bhs	Ct, Qz,	Fd, An	Qz	Ct, An, Fd	Qz	-
Bsm	Ct, Qz	Gh, An, Ili	Ct	Qz, An	Qz	Ct?
P14- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico dúrico arênico						
Ap	Ct	Qz, Gb, Gh, Fd, An, Ili	Qz, Ct	Gb, An	Qz	Fd
Bhs/Bsm	Ct	Qz, Gb, Fd, An	Qz, Ct	Gb, An, Gh	Qz	-
Bsm1	Ct	Qz, Gb, An, Gh	Qz, Ct	Gb, An, Gh	Qz	Ct?
Bsm2	Ct	Qz, Gb, An, Gh	Qz, Ct	Gb, An, Gh	Qz	Ct?

Legenda: MP = minerais predominantes; Outros= minerais em pequenas proporções; An=anatásio; Ct=caulinita; Es= esmectita; Fd = feldspato; Gb=gibbsita; Gh= goethita; Ili= ilita; Qz = quartzo

- Fração argila

No perfil 01, representante da área de restinga, houve a predominância de caulinita e quartzo. Foram observados também pequenos picos de ilita, anatásio e feldspato

A caulinita é o mineral predominante na fração argila de Espodosolos das regiões tropicais e subtropicais em função do intenso intemperismo e do material de

origem, podendo no caso deste trabalho, também ter sido formada a partir dos feldspatos encontrados na fração silte (KÄMPF & CURI, 2003).

O quartzo comumente encontrado na fração areia, também ocorre na fração silte e pode ocorrer na fração argila grossa e em raros casos, na argila fina (DREES *et al.*1989). Alguns autores relatam que a presença do quartzo nas frações mais grossas e na fração argila, leva à liberação lenta da sílica para a solução do solo, contribuindo para a formação da caulinita (MELO *et al.*1995).

Gomes (1995) encontrou na fração argila de Espodosolos de restingas no Rio de Janeiro, quartzo, caulinita, mica, gibbsita, vermiculita com hidróxi entreamadas e esmectita interestratificada. Também na fração argila de Espodosolos sob vegetação de restinga na Bahia, Gomes (2002) observou presença de caulinita, quartzo, mica e esmectita. Em 2005, o mesmo autor, estudando Espodosolos nas Restingas da Ilha do Cardoso em São Paulo encontrou, na mesma fração, caulinita, quartzo, vermiculita com hidróxi entre camadas, vermiculita, esmectita e gibbsita.

Oliveira (2007) trabalhando com Espodosolos em áreas de restingas, na Bahia, encontrou a caulinita como mineral predominante na fração argila, e em menor proporção o quartzo e a vermiculita com hidróxi entre camadas.

Os minerais predominantes na fração argila dos perfis dos tabuleiros costeiros (P6, P13 e P14) foram a caulinita e o quartzo. Outros minerais encontrados com picos de menor intensidade foram: feldspato, gibbsita, goethita, anatásio e ilita.

Em todos os solos dos tabuleiros foi detectada a presença de anatásio (TiO₂), mineral de forte resistência ao intemperismo. Outros autores como FERNANDES (2000) e MOREAU (2001) também identificaram este mineral na fração argila de solos dos tabuleiros costeiros.

A goethita ocorreu nos perfis de tabuleiros (P6, P13 e P14), principalmente no perfil 14, não sendo observada no perfil de restinga.

A gibbsita foi observada nos perfis 6 e 14. Este mineral promove uma maior friabilidade e estruturação ao solo, podendo ter sido originado da intemperização dos feldspatos (VOLKOFF *et al.* 1984). Em nenhum dos perfis com horizontes cimentados, inclusive o perfil 6, com fragipã, a presença da mesma no horizonte espódico, impediu a cimentação. Isso sugere que as propriedades de dureza e

estrutura maciça destes horizontes são dependentes da presença de agentes cimentantes, independente da presença de gibbsita. Dados semelhantes foram descritos por MOREAU (2001) e GOMES *et al.* (2007).

A presença de picos discretos de mica, no caso a ilita, foram identificados tanto no perfil 1 de restinga como nos perfis 13 e 14 dos tabuleiros. A mesma pode ter sido herdada do intemperismo da muscovita ou biotita.

- Fração silte

Na fração silte verificou-se a predominância de quartzo e/ou caulinita em todos os perfis. Também ocorreram outros minerais com picos mais sutis como anatásio, feldspato, goethita e gibbsita encontrados e comentados na fração argila.

Gomes (1995) encontrou na fração silte de solos sob restinga no Rio de Janeiro, além dos minerais observados neste trabalho, a mica e a vermiculita com hidróxi entre camadas. Em 2005, o mesmo autor, observou a predominância de feldspatos e quartzo nesta fração em solos de restinga de São Paulo. Moura Filho (1998) estudando Espodossolos sob restinga na costa alagoana constatou a presença de quartzo, caulinita, feldspatos e mica na mesma fração.

De forma geral os minerais encontrados nas frações silte e argila são similares aos encontrados por outros autores (MOREAU (2001); GOMES (2002); GOMES (2005); OLIVEIRA (2007)) em trabalhos com solos de restinga e de tabuleiros costeiros no Brasil, comprovando uma assembléia mineralógica menos diversificada em relação aos Espodossolos de regiões temperadas. Isso decorre provavelmente da pobreza do material de origem e do intenso intemperismo da região em estudo.

- Fração areia

A predominância do quartzo foi observada em todos os perfis, com traços de feldspato nos perfis 1 e 14. A caulinita encontrada em alguns perfis, provavelmente foi decorrente de falhas no processo de separação das frações.

4.3 Caracterização das frações húmicas

Através do fracionamento químico da matéria orgânica realizado com base na solubilidade dos compostos orgânicos em diferentes pHs nos horizontes Ap e B espódico, foram obtidos os teores de carbono nas frações ácido húmico (C-FAH), ácido fúlvico (C-FAF), fração humina (C-HUM) e as relações entre C-FAH/C-FAF e C-EA/C-HUM, onde C-EA corresponde ao carbono das frações extraídas em meio alcalino (C-FAH+C-FAF) (tabela 4).

A recuperação do carbono orgânico nas frações FAF, FAH e FH apresentou valores médios de 61,1%, com maior representatividade para a FAF com 51,37%, seguido em percentuais bem menores para FAH com 5,51% e FH com 4,52%. Oliveira (2007) também obteve boa recuperação dos teores de carbono orgânico nestas frações. As substâncias húmicas mais solúveis como os ácidos fúlvicos apresentam uma importante e intensa ação nos processos de queluviação e transporte de íons metálicos ao longo do perfil dos Espodossolos (BENITES *et al.* 2001).

Observou-se que o carbono da fração ácidos fúlvicos aumentou nos horizontes espódicos praticamente em todos os perfis, variando de 0,11 a 3,44 dag.kg⁻¹. Segundo Stevenson (1996), estes compostos apresentam maior concentração de grupos funcionais que as outras frações húmicas, o que lhes confere maior polaridade e daí maior solubilidade e mobilidade no sistema.

O carbono da fração dos ácidos húmicos, de maneira geral apresentou o mesmo comportamento dos ácidos fúlvicos, mas em menores quantitativos, variando de 0,01 a 0,93 dag.kg⁻¹ nos horizontes espódicos.

De acordo com Lundstrom (2000), a presença dos ácidos fúlvicos e húmicos nestes horizontes, reforça a teoria da complexação orgânica onde os ácidos orgânicos de baixo peso molecular, juntamente com os ácidos fúlvicos e húmicos, promovem a dissolução do ferro e do alumínio dos horizontes superficiais, fazendo com que precipitem como complexos organometálicos no horizonte espódico.

Tabela 4. Resultados e relações do fracionamento químico da matéria orgânica nos horizontes superficiais e B espódicos

Horiz	C dag.kg ⁻¹	C rec. %	C-FAF _____	C-FAH dag.kg ⁻¹	C-HUM _____	C-FAH/C-FAF	C-EA/C-HUM
P1 – ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hiperespesso espessarênico							
Ap	2,80	24,84	0,35	0,14	0,21	0,41	2,31
Bh	6,30	51,57	2,02	0,93	0,30	0,46	9,83
Bhsm	2,88	98,95	2,53	0,18	0,14	0,07	19,81
P2- ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico							
Ap	2,06	17,97	0,18	0,09	0,10	0,53	2,70
Bh	2,03	87,58	1,44	0,26	0,08	0,18	21,27
Bhsm	2,76	96,66	2,46	0,15	0,06	0,06	43,42
P3 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico							
Ap	1,80	30,37	0,23	0,18	0,13	0,80	3,08
Bhsm	3,34	93,23	2,81	0,13	0,17	0,05	16,90
P4- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico							
Ap	1,17	47,18	0,22	0,19	0,14	0,87	2,91
Bhs	2,81	13,64	0,26	0,05	0,07	0,21	4,31
Bsm	3,76	80,07	2,81	0,12	0,08	0,04	35,15
P5- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico							
Ap	1,95	30,41	0,30	0,26	0,03	0,87	18,16
Bhsm	3,39	106,02	3,44	0,13	0,02	0,04	173,22
P6 – ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico fragipânico							
Ap	1,63	46,58	0,43	0,23	0,10	0,54	6,73
Bhs	2,35	65,77	1,24	0,24	0,07	0,19	21,53
Bhsx	1,61	26,84	0,34	0,04	0,06	0,11	6,62
P7- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico dúrico arênico							
Ap	1,64	19,10	0,24	0,04	0,04	0,16	7,69
Bhsm	2,21	77,49	1,56	0,11	0,04	0,07	43,84
P-8 ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico dúrico arênico							
Ap	0,74	56,45	0,20	0,12	0,10	0,59	3,06
Bhx	3,53	104,79	3,42	0,25	0,03	0,07	123,23
Bsm	1,47	53,93	0,73	0,02	0,04	0,03	20,79

Tabela 4. Resultados e relações do fracionamento químico da matéria orgânica nos horizontes superficiais e B espódicos

Horiz	C dag.kg ⁻¹	C rec. %	C-FAF _____	C-FAH _____	C-HUM _____	C-FAH/C-FAF	C-EA/C-HUM
P-9 ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico fragipânico, textura média (leve)							
Ap	1,14	50,79	0,38	0,09	0,11	0,25	4,36
Bs/Bsm	2,06	72,25	1,32	0,08	0,09	0,06	15,05
Bsx	0,56	31,31	0,11	0,01	0,06	0,04	2,00
P10- ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico							
Ap	2,01	34,58	0,26	0,25	0,18	0,95	2,90
Bh	1,52	93,50	1,17	0,23	0,02	0,20	58,92
Bhsm	1,61	101,77	1,48	0,07	0,09	0,04	17,23
P11- ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico argissólico espessarênico, dúrico							
Ap	1,06	41,92	0,24	0,18	0,02	0,74	20,55
Bstm	0,92	70,46	0,49	0,12	0,04	0,25	14,56
P12- ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico							
Ap	3,05	26,00	0,49	0,15	0,15	0,31	4,12
Bsm	1,54	95,44	1,29	0,09	0,09	0,07	14,72
P13- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico arênico, dúrico							
Ap	2,45	22,93	0,22	0,26	0,08	1,20	6,36
Bhs	3,60	79,57	2,41	0,36	0,10	0,15	29,07
Bsm	2,10	76,03	1,40	0,11	0,09	0,08	17,49
P14- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico dúrico arênico							
Ap	3,10	42,80	0,60	0,52	0,21	0,87	5,37
Bhs/Bsm	2,42	75,78	1,61	0,13	0,09	0,08	18,87
Bsm1	0,84	85,07	0,62	0,04	0,05	0,07	12,72
Bsm2	0,82	70,58	0,51	0,02	0,05	0,05	10,69

Legenda: Horiz = horizonte; C = carbono orgânico; C rec = percentagem do carbono orgânico recuperado nas frações ácido fúlvico, húmico e humina; C-FAF = carbono da fração ácidos fúlvicos; C-FAH = carbono da fração ácidos húmicos; C-HUM = carbono da fração humina; C-EA = carbono das frações solúveis em meio alcalino (C-FAF+C-FAH).

O carbono da fração humina, que representa a matéria orgânica associada à fração mineral do solo (STEVENSON & ELLIOTT, 1989), de forma geral, apresentou-se menor que as outras frações e diminuiu com a profundidade, atestando sua natureza pouco solúvel, concentrando-se nas camadas superficiais. Nos horizontes espódicos variou de 0,02 a 0,30 dag.kg⁻¹.

Dados semelhantes referentes às frações mencionadas acima foram observados por OLIVEIRA (2007) e GOMES (1995) em estudos com Espodosolos em áreas de restinga e em solos de outras áreas por FONTANA *et al.*(2008b).

A relação entre as frações de ácidos húmicos e ácidos fúlvicos (C-FAH/C-FAF) que avalia o potencial de perda do carbono no solo decresceu ao longo da profundidade praticamente em todos os perfis. Dados semelhantes também foram observados por Benites (1998). Ao contrário, a relação entre as frações extraíveis em meio alcalino e a humina C-EA/C-HUM, que indica o potencial de estabilidade e iluviação de matéria orgânica do solo, aumentou nos horizontes B espódicos. Isto se deve provavelmente à natureza da matéria orgânica que percola o perfil, ou seja, a tendência de maior mobilidade dos ácidos fúlvicos e a ocorrência de humificação e estabilização a partir de alterações nos resíduos vegetais em superfície (BENITES *et al.* 2001; NASCIMENTO *et al.*2010).

Fontana, *et al.* (2008b) em estudo recente sobre substâncias húmicas como suporte a classificação de solos, observaram que a distribuição do carbono das substâncias húmicas, através da relação C-EA/C-HUM, pode ser utilizada para separação de horizontes diagnósticos, entre eles o B espódico.

Os solos do presente estudo, atendem ao critério proposto por FONTANA *et al.*(2010) para definição do horizonte diagnóstico B espódico, em que deve haver predomínio do C-FAF ou C-FAH e valores da relação C-EA/C-HUM maiores que 2,0.

A relação entre o alumínio e ferro extraídos com pirofosfato de sódio (Al_p+Fe_p) e os ácidos fúlvicos e húmicos (C-FAF+CFAH) dos horizontes Ap e B espódicos, apresentou-se positiva ($r = 0,72$; $p < 0,001$) e melhorou quando se relacionou apenas o Al_p e C-FAF ($r = 0,78$; $p < 0,001$). As correlações entre o ferro (obtido com todos os extratores) e C-FAF, C-FAH e C-FH foram muito baixas e, às vezes, negativas, Isto talvez se deva ao baixo teor de ferro destes solos. Deb (1949) observou que o ácido fúlvico foi o agente de transporte de Fe e Al na forma de sóis eletronegativos que percolavam através do perfil até atingirem uma camada rica em cátions metálicos, onde eram complexados e precipitavam. Após a precipitação, as formas de ferro tiveram sua cristalização inibida pela presença dos compostos orgânicos, permanecendo na condição de minerais de baixa cristalinidade (SCHWERTMANN, 1966).

4.4 Extrações seletivas para alumínio e ferro

Os resultados das extrações seletivas para ferro e alumínio com oxalato de amônio, ditionito-citrato-bicarbonato e pirofosfato de sódio encontram-se apresentados na tabela 5.

Os critérios da $DOEO \geq 0,25$ e $[\%Al_0 + 0,5 (\%Fe_0)] \geq 0,50$ foram atendidos em parte, pois os valores de DOEO dos perfis 7,11 e 12 e $[\%Al_0 + 0,5 (\%Fe_0)]$ do perfil 9 não dobraram em relação aos horizontes E subjacentes. De acordo com Oliveira (2007) a utilização da DOEO com alguns ajustes para Espodosolos do Brasil, pode ser um bom parâmetro analítico na definição de materiais espódicos.

Observou-se nos três extratores, que os teores de ferro foram menores em relação aos teores de alumínio praticamente em todos os perfis, em consequência do baixo teor de ferro no material de origem destes solos, sugerindo uma maior participação do alumínio, em relação ao ferro, no processo de podzolização dos mesmos. Resultados semelhantes foram descritos por OLIVEIRA (2007), GOMES (1995), GOMES (2005) para solos em áreas de restinga e MOREAU *et al.*(2006) em solos de tabuleiro.

Em relação à identificação dos horizontes espódicos, neste trabalho, classificados com o sufixo “s”, os quantitativos de ferro foram levemente superiores em relação aos outros horizontes, mas sempre muito inferiores aos teores de alumínio, confirmando a inconsistência da priorização dos termos ferrilúvico e ferrihumilúvico na classificação das subordens dos Espodosolos.

Tabela 5. Resultados das extrações seletivas para Al e Fe com oxalato de amônio, DCB e pirofosfato de sódio

Horiz	C	DOEO	Al ₂ O ₃			Fe ₂ O ₃		
			Oxalato	DCB	Pirofosfato	Oxalato	DCB	Pirofosfato
		dag.kg-1		dag.kg-1				
P1 – ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hiperespesso espessarênico								
Ap	2,80	0,02	0,37	0,26	0,18	0,56	0,17	0,15
A	1,67	0,35	0,85	0,41	0,52	0,46	0,13	0,17
AE	0,61	0,17	0,85	0,27	0,37	0,07	0,06	0,02
E1	0,08	0,05	0,05	0,09	0,07	0,00	0,02	0,02
E2	0,12	0,14	0,01	0,11	0,04	0,00	0,03	0,01
Bh	6,3	0,31	2,15	4,55	1,26	0,41	0,13	0,19
Bhsm	2,88	2,04	4,70	1,17	1,37	0,27	0,13	0,10
P2- ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico								
Ap	2,06	0,17	0,21	0,22	0,16	0,01	0,09	0,04
E1	0,40	0,02	0,02	0,07	0,03	0,02	0,02	0,02
E2	0,11	0,01	0,01	0,06	0,02	0,02	0,01	0,02
Bh	2,03	3,01	2,94	2,02	1,36	0,04	0,04	0,02
Bhsm	2,76	0,30	6,27	4,47	1,94	0,41	0,16	0,12
P3 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico								
Ap	1,80	0,30	0,40	0,39	0,20	0,31	0,18	0,17
E1	0,17	0,02	0,02	0,05	0,03	0,01	0,02	0,02
E2	0,06	0,00	0,01	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Bhsm	3,34	2,22	7,50	6,14	1,97	0,02	0,02	0,02
P4- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico								
Ap	1,17	0,14	0,22	0,12	0,14	0,05	0,07	0,00
E1	0,22	0,04	0,03	0,09	0,06	0,03	0,02	0,02
E2	0,06	0,01	0,79	0,13	0,02	0,01	0,02	0,02
Bhs	2,81	2,47	2,20	2,66	1,07	0,01	0,03	0,00
Bsm	3,76	1,2	4,88	3,85	1,93	0,21	0,10	0,06
P5- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico								
Ap	1,95	0,39	0,36	0,60	0,34	0,24	0,10	0,08
E	0,17	0,01	0,01	0,07	0,03	0,01	0,03	0,02
Bhsm	3,39	2,78	7,34	6,36	2,15	0,01	0,02	0,01
P6 – ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico fragipânico								
Ap	1,63	0,58	1,12	0,49	0,49	0,45	0,18	0,18
AE	1,21	0,53	0,57	1,80	0,74	0,44	0,14	0,20
E	0,84	0,13	1,33	1,92	0,97	0,54	0,18	0,25
Bhs	2,35	1,10	3,73	3,90	2,11	0,46	0,16	0,21
Bhsx	1,61	0,66	4,64	4,37	1,49	1,43	0,25	0,37

Tabela 5. Resultados das extrações seletivas para Al e Fe com oxalato de amônio, DCB e pirofosfato de sódio (continuação)

Horiz	C	DOEO	Al ₂ O ₃			Fe ₂ O ₃		
			Oxalato	DCB	Pirofosfato	Oxalato	DCB	Pirofosfato
dag.kg-1		dag.kg-1						
P7- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico dúbico arênico								
Ap	1,64	0,30	0,55	0,55	0,38	0,25	0,11	0,14
E	0,10	0,30	0,03	3,64	0,02	0,00	0,01	0,02
Bhsm	2,21	0,30	4,44	0,71	1,65	0,29	0,10	0,06
P8 - ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico dúbico arênico								
Ap	0,74	0,26	0,78	0,54	0,38	0,12	0,12	0,12
E1	0,42	0,22	0,14	0,22	0,26	0,04	0,06	0,03
E2	0,21	0,03	0,10	0,28	0,17	0,01	0,03	0,01
Bhx	3,53	3,01	3,21	8,25	2,17	0,51	0,13	0,14
Bsm	1,47	0,42	3,67	2,77	0,96	0,98	0,25	0,26
P9 - ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico fragipânico, textura média (leve)								
Ap	1,14	0,38	1,56	0,87	1,38	0,32	0,18	0,21
E	1,02	0,29	2,94	1,92	1,77	0,52	0,19	0,29
Bs/Bsm	2,06	0,67	5,37	3,38	1,64	0,28	0,19	0,17
Bsx	0,56	0,31	2,80	2,82	0,75	0,45	0,25	0,21
P10- ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúbico								
Ap	2,01	0,02	4,84	0,24	0,19	0,09	0,20	0,04
AE	1,58	0,02	0,27	0,22	0,16	0,03	0,13	0,02
E1	0,12	0,06	0,10	0,06	0,03	0,01	0,03	0,02
E2	0,04	0,05	0,01	0,05	0,00	0,00	0,02	0,02
Bh	1,52	2,22	0,65	1,49	0,83	0,01	0,03	0,02
Bhsm	1,61	0,77	1,40	2,28	1,10	0,21	0,15	0,07
P11- ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico argissólico espessarênico, dúbico								
Ap	1,06	0,20	0,36	0,23	0,21	0,02	0,06	0,00
E1	0,44	0,04	0,12	0,18	0,14	0,00	0,04	0,01
E2	0,77	0,77	0,02	0,78	0,53	0,06	0,05	0,01
E3	0,13	0,48	0,68	0,63	0,60	0,04	0,04	0,01
Bstm	0,92	0,37	1,50	1,20	0,67	0,02	0,04	0,01
P12- ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico espessarênico, dúbico								
Ap	3,05	0,53	0,37	0,64	0,53	0,11	0,18	0,03
E1	1,54	0,08	0,19	0,12	0,34	0,08	0,06	0,02
E2	1,43	1,24	0,08	2,03	1,14	0,17	0,10	0,05
E3	0,73	0,35	2,65	0,98	0,87	0,06	0,07	0,03
Bsm	1,54	0,66	4,39	3,32	1,06	0,49	0,17	0,10

Tabela 5. Resultados das extrações seletivas para Al e Fe com oxalato de amônio, DCB e pirofosfato de sódio (conclusão)

Horiz	C	DOEO	Al ₂ O ₃			Fe ₂ O ₃		
			Oxalato	DCB	Pirofosfato	Oxalato	DCB	Pirofosfato
		dag.kg-1		dag.kg-1				
P13- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico arênico, dúbico								
Ap	2,45	0,11	0,39	0,11	0,17	0,08	0,06	0,01
E1	0,20	0,04	0,09	0,07	0,00	0,01	0,02	0,02
E2	0,14	0,06	0,02	0,08	0,02	0,01	0,02	0,02
Bhs	3,60	3,21	0,77	1,60	1,35	0,01	0,02	0,01
Bsm	2,10	0,85	2,66	1,66	1,98	0,06	0,10	0,00
P14- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico dúbico arênico								
Ap	3,10	0,84	0,34	0,77	1,48	0,33	0,17	0,19
E1	0,27	0,55	0,16	0,53	1,19	0,39	0,15	0,23
E2	0,79	0,10	0,08	1,36	1,40	0,29	0,19	0,19
Bhs/Bsm	2,42	0,42	2,70	2,31	0,59	0,32	0,16	0,15
Bsm1	0,84	0,39	3,67	1,75	0,56	0,53	0,23	0,15
Btm2	0,82	0,35	1,53	0,94	0,78	0,16	0,19	0,06

Legenda: Horiz = horizonte; C = carbono orgânico; DOEO = densidade ótica do extrato em oxalato de amônio.

A boa correlação entre os diversos extratores sugere eficiência semelhante na extração de Al e Fe na forma de compostos amorfos e complexos orgânicos metálicos (tabela 6). Entretanto, embora a correlação entre os extratores e as formas extraíveis dos elementos tenha apresentado um coeficiente de correlação semelhante, os quantitativos de Al e Fe extraídos com o oxalato e DCB apresentaram-se maiores que os extraídos com pirofosfato, principalmente nos horizontes espódicos.

Tabela 6. Coeficientes de correlação linear (PEARSON) para o alumínio e ferro extraídos com oxalato de amônio, DCB e pirofosfato de sódio (n=68 ; p<0,001)

Formas de Al	Al _o	Al _p	Al _d	Formas de Fe	Fe _o	Fe _p	Fe _d
Al _o	-	0,74	0,73	Fe _o	-	0,90	0,79
Al _p	0,74	-	0,76	Fe _p	0,90	-	0,82

Legenda: Al_o = alumínio extraído com oxalato de amônio na forma de Al₂O₃; Al_d = alumínio extraído com DCB na forma de Al₂O₃; Al_p = alumínio extraído com pirofosfato de sódio na forma de Al₂O₃; Fe_o = ferro extraído com oxalato de amônio na forma de Fe₂O₃; Fe_d = ferro extraído com DCB na forma de Fe₂O₃; Fe_p = ferro extraído com pirofosfato de sódio na forma de Fe₂O₃

Considerando todos os horizontes, os valores mínimos, médios e máximos dos elementos obtidos com cada um dos extratores podem ser observados na tabela 7. Para os horizontes espódicos esses valores tiveram um incremento, mas mantiveram a situação de maior extração para o oxalato e DCB em relação ao pirofosfato.

Tabela 7. Teores mínimos, médios e máximos de alumínio e ferro obtidos com os extratores oxalato de amônio, DCB e pirofosfato de sódio, em todos os horizontes e apenas nos horizontes B espódicos

Al e Fe ¹ (todos horizontes)	mín	méd	máx	Al e Fe ¹ (horizontes B)	mín	méd	máx
	dag.kg-1				dag.kg-1		
Al _o	0,01	1,61	7,50	Al _o	0,65	3,62	7,50
Al _d	0,04	1,44	8,25	Al _d	0,71	3,06	8,25
Al _p	0,00	0,74	2,17	Al _p	0,56	1,34	2,17
Fe _o	0,00	0,20	1,43	Fe _o	0,01	0,32	1,43
Fe _d	0,01	0,10	0,25	Fe _d	0,02	0,13	0,25
Fe _p	0,0	0,08	0,37	Fe _p	0,00	0,11	0,37

¹Teores na forma de Al₂O₃ e Fe₂O₃

A diferença a maior de Al e Fe extraídos com oxalato em relação ao pirofosfato, provavelmente é oriunda das fases orgânicas também extraídas pelo oxalato (Mc KEAGUE *et al.* 1971), de pequena porção do alumínio extraído da gibbsita (KODAMA & ROSS, 1991), além das formas de Al e Fe de baixa cristalinidade. Também, no caso do DCB, este incremento provavelmente, é decorrente da dissolução da gibbsita (KODAMA & ROSS, 1991), uma vez que esta foi encontrada fazendo parte da assembléia mineralógica de alguns destes solos.

Em estudo recente, Coelho (2008) encontrou como formas predominantes de Al ativo em Espodossolos da Planície Costeira de São Paulo, os complexos de Al - húmus e os compostos inorgânicos pouco cristalinos. Os primeiros predominaram nos horizontes superficiais e horizontes espódicos hidromórficos, enquanto que as formas inorgânicas amorfas se relacionaram predominantemente a alguns horizontes espódicos não hidromórficos (Bs, Bh, Bhs e Bsm), situados na base dos perfis.

As relações entre as diversas extrações estão apresentadas na tabela 8. Foram observadas, nos horizontes espódicos, elevadas relações de Al_o/Al_d , Fe_o/Fe_d , Al_o/Al_p e Fe_o/Fe_p com valores mínimos, médios e máximos para a relação Al_o/Al_d , respectivamente, de 0,39; 1,55 e 6,25; para Fe_o/Fe_d , respectivamente, de 0,33; 1,92 e 5,72; para Al_o/Al_p , respectivamente, de 0,78; 2,84 e 6,55 e para Fe_o/Fe_p , respectivamente, de 0,50; 2,53 e 4,90, indicando uma maior participação das formas contendo alumínio e ferro de baixa cristalinidade nestes horizontes. Estas altas relações provavelmente decorrem do fato do oxalato ser um forte ligante, dissolvendo os elementos ligados à matéria orgânica (McKEAGUE e DAY, 1966; BORGGARD, 1988), além de recuperá-los também de compostos inorgânicos pouco cristalinos, polímeros de alumínio, superfícies intemperizadas de argilominerais e hidróxi-Al silicatos amorfos (KAMPF *et al.*1986).

Segundo Garcia-Rodeja *et al.*(2004), em solos com pH abaixo de 4,9 ocorre a complexação do alumínio pela matéria orgânica, não restando alumínio para formar alofanas e imogolitas. Isso pôde ser verificado neste trabalho, onde praticamente todos os horizontes espódicos apresentaram valores de pH abaixo de 4,9 (pH 4,0-5,2; média 4,6), exceto o horizonte Bsm (perfil 1), localizado na restinga e os horizontes Bsm (perfil 2), Bh e Bhsx (perfil 6) localizados em tabuleiro, que apresentaram pH na faixa de 5,0 a 5,2. Nestes, devido às relações $Al_p/Al_o < 1$ e $Al_o/Al_d > 1$ (exceto o Bh do perfil 6), predominam formas pouco cristalinas de alumínio.

O alto grau de saturação de alumínio na matéria orgânica pôde ser observado pela relação Al_p/C , podendo estar relacionado ao tipo de matéria orgânica, uma vez que foi observada uma boa correlação entre o Al_p e C-FAF ($r = 0,78$; $p < 0,001$) e conseqüentemente aos processos de formação destes horizontes (COELHO *et al.*2010b).

A relação metal/carbono ($(Al_p + Fe_p)/C$) apresentou valores mínimos, médios e máximos respectivamente de: 0,04; 0,19 e 0,77 nos horizontes Ap e 0,13; 0,40 e 0,97 nos horizontes B espódicos.

Tabela 8. Relações oriundas das extrações seletivas para Al e Fe

Horiz	Al _o /Al _d	Fe _o /Fe _d	Al _o +0,5 Fe _o	Al _p /Al _o	Al _p /Al _d	Al _p /C	(Al _p +Fe _p)/C
P1 – ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hiperespesso espessarênico							
Ap	1,42	3,29	0,39	0,49	0,69	0,03	0,07
A	2,07	3,54	0,61	0,61	1,27	0,16	0,24
AE	3,15	1,17	0,47	0,44	1,37	0,32	0,34
E1	0,56	0,00	0,03	1,40	0,78	0,46	0,64
E2	0,09	0,00	0,01	4,00	0,36	0,18	0,23
Bh	0,47	3,15	1,28	0,59	0,28	0,11	0,13
Bhsm	4,02	2,08	2,58	0,29	1,17	0,25	0,28
P2- ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrigo							
Ap	0,95	0,11	0,11	0,76	0,73	0,04	0,05
E1	0,29	1,00	0,02	1,50	0,43	0,04	0,07
E2	0,17	2,00	0,01	2,00	0,33	0,10	0,22
Bh	1,46	1,00	1,57	0,46	0,67	0,35	0,37
Bhsm	1,40	2,56	3,46	0,31	0,43	0,37	0,40
P3 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrigo							
Ap	1,03	1,72	0,32	0,50	0,51	0,06	0,12
E1	0,40	0,50	0,01	1,50	0,60	0,09	0,18
E2	0,25	1,50	0,02	3,00	0,75	0,26	0,50
Bhsm	1,22	1,00	3,98	0,26	0,32	0,31	0,32
P4- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrigo							
Ap	1,83	0,71	0,13	0,64	1,17	0,06	0,06
E1	0,33	1,50	0,03	2,00	0,67	0,14	0,21
E2	6,08	0,50	0,42	0,03	0,15	0,18	0,41
Bhs	0,83	0,33	1,17	0,49	0,40	0,20	0,20
Bsm	1,27	2,10	2,66	0,40	0,50	0,27	0,28
P5- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrigo							
Ap	0,60	2,40	0,27	0,94	0,57	0,09	0,12
E	0,14	0,33	0,01	3,00	0,43	0,09	0,17
Bhsm	1,15	0,50	3,89	0,29	0,34	0,34	0,34
P6 – ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico fragipânico							
Ap	2,29	2,50	0,75	0,44	1,00	0,16	0,24
AE	0,32	3,14	0,46	1,30	0,41	0,32	0,44
E	0,69	3,00	0,89	0,73	0,51	0,61	0,82
Bhs	0,96	2,88	2,13	0,57	0,54	0,48	0,54
Bhsx	1,06	5,72	2,96	0,32	0,34	0,49	0,65

Tabela 8. Relações oriundas das extrações seletivas para Al e Fe (continuação)

Horiz	Al _o /Al _d	Fe _o /Fe _d	Al _o +0,5 Fe _o	Al _p /Al _o	Al _p /Al _d	Al _p /C	(Al _p +Fe _p)/C
P7 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico dúrico arênico							
Ap	1,00	2,27	0,38	0,69	0,69	0,12	0,18
E	0,01	0,00	0,02	0,67	0,01	0,11	0,25
Bhsm	6,25	2,90	2,45	0,37	2,32	0,40	0,41
P8 - ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico dúrico arênico							
Ap	1,44	1,00	0,45	0,49	0,70	0,27	0,38
E1	0,64	0,67	0,09	1,86	1,18	0,33	0,38
E2	0,36	0,33	0,06	1,70	0,61	0,43	0,46
Bhx	0,39	3,92	1,88	0,68	0,26	0,33	0,35
Bsm	1,32	3,92	2,28	0,26	0,35	0,35	0,47
P9 - ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico fragipânico, textura média (leve)							
Ap	1,79	1,78	0,94	0,88	1,59	0,64	0,77
E	1,53	2,74	1,74	0,60	0,92	0,92	1,11
Bs/Bsm	1,59	1,47	2,94	0,31	0,49	0,42	0,48
Bsx	0,99	1,80	1,64	0,27	0,27	0,70	0,97
P-10 ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico							
Ap	20,17	0,45	2,59	0,04	0,79	0,05	0,06
AE	1,23	0,23	0,15	0,59	0,73	0,05	0,06
E1	1,67	0,33	0,06	0,30	0,50	0,13	0,25
E2	0,20	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,35
Bh	0,44	0,33	0,35	1,28	0,56	0,29	0,30
Bhsm	0,61	1,40	0,81	0,79	0,48	0,36	0,39
P11 - ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico argissólico espessarênico, dúrico							
Ap	1,55	0,33	0,20	0,59	0,91	0,10	0,10
E1	0,64	0,00	0,06	1,22	0,78	0,17	0,18
E2	0,02	1,20	0,03	31,87	0,68	0,36	0,37
E3	1,08	1,00	0,37	0,88	0,95	2,44	2,50
Bstm	1,25	0,50	0,80	0,45	0,56	0,39	0,39
P12 - ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico							
Ap	0,57	0,61	0,23	1,44	0,83	0,09	0,10
E1	1,54	1,33	0,13	1,83	2,83	0,12	0,13
E2	0,04	1,70	0,10	14,78	0,56	0,42	0,45
E3	2,70	0,86	1,42	0,33	0,89	0,63	0,66
Bsm	1,32	2,88	2,49	0,24	0,32	0,36	0,41

Tabela 8. Relações oriundas das extrações seletivas para Al e Fe (conclusão)

Horiz	Al _o /Al _d	Fe _o /Fe _d	Al _o +0,5 Fe _o	Al _p /Al _o	Al _p /Al _d	Al _p /C	(Al _p +Fe _p)/C
P13 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico arênico, dúrico							
Ap	3,59	1,33	0,24	0,43	1,55	0,04	0,04
E1	1,32	0,50	0,05	0,00	0,00	0,00	0,07
E2	0,30	0,50	0,02	0,83	0,25	0,08	0,18
Bhs	0,48	0,50	0,41	1,76	0,84	0,20	0,20
Bsm	1,60	0,60	1,43	0,74	1,19	0,50	0,50
P14 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico dúrico arênico							
Ap	0,44	1,94	0,30	4,33	1,92	0,25	0,30
E1	0,30	2,60	0,22	7,38	2,25	2,33	2,93
E2	0,06	1,53	0,14	18,10	1,03	0,94	1,11
Bhs/Bsm	1,17	2,00	1,54	0,22	0,26	0,13	0,17
Bsm1	2,10	2,30	2,13	0,15	0,32	0,35	0,48
Bsm2	1,63	0,84	0,87	0,51	0,83	0,50	0,55

Legenda: Horiz = horizonte; Al_o/Al_d = relação entre os teores de óxidos de alumínio extraído com oxalato e DCB; Fe_o/Fe_d = relação entre os teores de óxidos de ferro extraído com oxalato e DCB; Al_o+0,5 Fe_o = alumínio extraído com oxalato mais a metade do teor de ferro extraído com oxalato; Al_p/Al_o = relação entre os teores de óxidos de alumínio extraído com pirofosfato e DCB; Al_p/C = relação entre o alumínio extraído com pirofosfato e carbono orgânico; (Al_p+Fe_p)/C = relação entre o carbono orgânico e a soma do alumínio e ferro extraídos com pirofosfato.

Autores como Higashi *et al.*, (1981) consideram que em relações C/metálico < 8,33 ou metal/C < 0,12 a matéria orgânica não está apta a se ligar a íons metálicos. Já Mokma & Buurman (1982) propuseram uma relação molecular mínima C/metálico de 6 ou metal/C mínima de 0,16. No entanto outras características, como a natureza da matéria orgânica, devem ser observadas no estabelecimento destes limites, uma vez que a predominância da fração ácidos fúlvicos pode diminuir o limite da relação C/metálico, tornando-os aptos a mobilizar íons metálicos (SKJEMSTAD, 1992).

4.5 Incoerências e problemas na classificação dos Espodosolos

Um dos problemas principais encontrados neste trabalho para a classificação dos Espodosolos estudados foram as cores diagnosticadas nos diferentes tipos de horizontes B espódicos. Muitas das cores encontradas nos horizontes espódicos não estão previstas nas definições e conceituação desses horizontes no SiBCS. Há casos que não é possível saber qual é o tipo de B espódico do perfil de solo, apenas com a informação da cor.

Em vários perfis, ocorreram cores no horizonte B que não se enquadravam em nenhuma descrição dos tipos de B espódico previstos, e outros casos em que o horizonte espódico atende a critérios de mais de uma modalidade de horizonte B, sendo necessária a redefinição das cores nos diversos tipos de B espódico.

Por outro lado, solos com cores mais escuras, relacionadas com horizontes Bh ou Bhs, algumas vezes apresentam teores de carbono orgânico menores do que horizontes de cores claras, classificados como Bs

Outra inconsistência que deve ser analisada e reestruturada é a subdivisão das subordens, com a utilização dos termos Ferrilúvico e Ferrihumilúvico, atribuídos exclusivamente pelo critério da coloração. Como consequência, são classificados nas subordens Ferrilúvico e Ferrihumilúvico solos com teores inexpressivos de ferro e altos teores de alumínio e matéria orgânica.

Um exemplo de dificuldade na classificação em função dos critérios vigentes foi o perfil 13, que pelo teor de carbono orgânico do primeiro B espódico (3,6%) deveria pertencer à subordem dos Humilúvicos. Pelo critério de cor, entretanto este horizonte não pode ser enquadrado como horizonte Bh, restando as opções Ferrilúvico e Ferrihumilúvico, ambas incoerentes, pois o ferro não é o elemento mais importante de acúmulo no horizonte B, e sim, o alumínio.

Como proposições para nova subdivisão de subordens, sugere-se a inclusão do ambiente como um fator relevante na definição das mesmas. Além da reformulação das cores previstas nos horizontes Bh, Bhs e Bs, devem ser associados os teores de carbono orgânico, substâncias húmicas e teores de alumínio e ferro extraídos com pirofosfato e oxalato de amônio. A DOEO também poderá ser utilizada, com alguns ajustes para nossas condições.

A tabela 9 apresenta uma síntese dos parâmetros utilizados na definição do horizonte B espódico na classificação brasileira e em alguns sistemas internacionais, que poderiam ser ajustados para nossas condições, depois do estudo de um maior número de perfis ao longo de todo o país e desenvolvidos de outros materiais de origem.

Observou-se que o pH em água, na relação 1:1, situou-se abaixo de 5,9 nos horizontes espódicos, atendendo aos requisitos das classificações americana (*Soil Taxonomy*) e WRB (FAO) para os mesmos.

Tabela 9. Parâmetros avaliados para definição do horizonte B espódico

Horiz	pH água	C	C-FAF	C-FAH	C-EA/C-HUM	DOEO	Al _o +0,5 Fe _o	Al _o	Al _p	Fe _o	Fe _p
	1:1	dag.kg ⁻¹					dag.kg ⁻¹				
P1 – ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hiperespesso espessarênico											
Ap	6,8	2,80	0,35	0,14	2,31	0,02	0,39	0,37	0,18	0,56	0,15
E2	6,6	0,12	nd	nd	nd	0,14	0,01	0,01	0,04	0,00	0,01
Bh	4,8	6,30	2,02	0,93	9,83	0,31	1,28	2,15	1,26	0,41	0,19
Bhsm	5,0	2,88	2,53	0,18	19,81	2,04	2,58	4,70	1,37	0,27	0,10
P2- ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico											
Ap	5,3	2,06	0,18	0,09	2,70	0,17	0,11	0,21	0,18	0,01	0,04
E2	5,7	0,11	nd	nd	nd	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Bh	4,4	2,03	1,44	0,26	21,27	3,01	1,57	2,94	1,36	0,04	0,02
Bhsm	4,6	2,76	2,46	0,15	43,42	0,30	3,46	6,27	1,94	0,41	0,12
P3 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico											
Ap	6,2	1,80	0,23	0,18	3,08	0,30	0,32	0,40	0,20	0,31	0,17
E2	6,1	0,06	nd	nd	nd	0,00	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02
Bhsm	4,7	3,34	2,81	0,13	16,90	2,22	3,98	7,50	1,97	0,02	0,02
P4- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico											
Ap	4,3	1,17	0,22	0,19	2,91	0,14	0,13	0,22	0,14	0,05	0,00
E2	5,3	0,06	nd	nd	nd	0,01	0,42	0,79	0,02	0,01	0,02
Bhs	4,7	2,81	0,26	0,05	4,31	2,47	1,17	2,20	1,07	0,01	0,00
Bsm	4,6	3,76	2,81	0,12	35,15	1,20	2,66	4,88	1,93	0,21	0,06
P5- ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico											
Ap	4,5	1,95	0,30	0,26	18,16	0,39	0,27	0,36	0,34	0,24	0,08
E	5,4	0,17	nd	nd	nd	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02
Bhsm	4,8	3,39	3,44	0,13	173,22	2,78	3,89	7,34	2,15	0,01	0,01
P6 – ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico fragipânico											
Ap	6,2	1,63	0,43	0,23	6,73	0,58	0,75	1,12	0,49	0,45	0,18
E	4,9	0,84	nd	nd	nd	0,13	0,89	1,33	0,97	0,54	0,25
Bhs	4,7	2,35	1,24	0,24	21,53	1,10	2,13	3,73	2,11	0,46	0,21
Bhsx	5,0	1,61	0,34	0,04	6,62	0,66	2,96	4,64	1,49	1,43	0,37

Tabela 9. Parâmetros avaliados para definição do horizonte B espódico

(continuação)

Horizontes	pH água 1:1	C (dag.kg ⁻¹)	C-FAF	C-FAH	C-EA/C-HUM	DOEO	Al _o +0,5 Fe _o	Alo	Alp	Feo	Fep
P-7 ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico dúbico arênico											
Ap	4,0	1,64	0,24	0,04	7,69	0,30	0,38	0,55	0,38	0,25	0,14
E	3,9	0,10	nd	nd	nd	0,30	0,02	0,03	0,02	0,00	0,02
Bhsm	4,3	2,21	1,56	0,11	43,84	0,30	2,45	4,44	1,65	0,29	0,06
P-8 ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico dúbico arênico											
Ap	3,9	0,74	0,20	0,12	3,06	0,28	0,45	0,78	0,38	0,12	0,12
E2	4,6	0,21	nd	nd	nd	0,03	0,06	0,10	0,17	0,01	0,01
Bhx	4,5	3,53	3,42	0,25	123,23	3,01	1,88	3,21	2,17	0,51	0,14
Bsm	4,9	1,47	0,73	0,02	20,79	0,42	2,28	3,67	0,96	0,98	0,26
P-9 ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico fragipânico, textura média (leve)											
Ap	4,6	1,14	0,38	0,09	4,36	0,38	0,94	1,56	1,38	0,32	0,21
E	4,4	1,02	nd	nd	nd	0,29	1,74	2,94	1,77	0,52	0,29
Bs/Bsm	4,4	2,06	1,32	0,08	15,05	0,67	2,94	5,37	1,64	0,28	0,17
Bsx	4,8	0,56	0,11	0,01	2,00	0,31	1,64	2,80	0,75	0,45	0,21
P-10 ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúbico											
Ap	4,8	2,01	0,26	0,25	2,90	0,02	2,59	4,84	0,19	0,09	0,04
E2	4,6	0,04	nd	nd	nd	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02
Bh	4,4	1,52	1,17	0,23	58,92	2,22	0,35	0,65	0,83	0,01	0,02
Bhsm	4,5	1,61	1,48	0,07	17,23	0,77	0,81	1,40	1,10	0,21	0,07
P-11 ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico argissólico espessarênico, dúbico											
Ap	5,0	1,06	0,24	0,18	20,55	0,20	0,20	0,36	0,21	0,02	0,00
E3	5,4	0,13	nd	nd	nd	0,48	0,37	0,88	0,60	0,04	0,01
Bstm	5,1	0,92	0,49	0,12	14,56	0,37	0,80	1,50	0,67	0,02	0,01
P-12 ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico espessarênico, dúbico											
Ap	4,8	3,05	0,49	0,15	4,12	0,53	0,23	0,37	0,53	0,11	0,03
E3	4,2	0,73	nd	nd	nd	0,35	1,42	2,65	0,87	0,06	0,03
Bsm	4,9	1,54	1,29	0,09	14,72	0,66	2,49	4,39	1,06	0,49	0,10

Tabela 9. Parâmetros avaliados para definição do horizonte B espódico

(conclusão)

Horizontes	pH água 1:1	C (dag.kg ⁻¹)	C-FAF	C-FAH	C-EA/C-HUM	DOEO	Al _o +0,5 Fe _o	Al _o	Al _p	Fe _o	Fe _p
P-13 ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico arênico, dúrico											
Ap	4,3	2,45	0,22	0,26	6,36	0,11	0,24	0,39	0,17	0,08	0,01
E2	5,0	0,14	nd	nd	nd	0,06	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02
Bhs	4,3	3,60	2,41	0,36	29,07	3,21	0,41	0,77	1,35	0,01	0,01
Bsm	4,3	2,10	1,40	0,11	17,49	0,85	1,43	2,66	1,98	0,06	0,00
P-14 ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico dúrico arênico											
Ap	5,1	3,10	0,60	0,52	5,37	0,84	0,30	0,34	1,48	0,33	0,19
E2	4,8	0,79	nd	nd	nd	0,10	0,14	0,08	1,40	0,29	0,19
Bhs/Bsm	4,8	2,42	1,61	0,13	18,87	0,42	1,54	2,70	0,59	0,32	0,15
Bsm1	4,7	0,84	0,62	0,04	12,72	0,39	2,13	3,67	0,56	0,53	0,15
Bsm2	4,8	0,82	0,51	0,02	10,69	0,35	0,87	1,53	0,78	0,16	0,06

Legenda: Al_o e Fe_o = teores de óxidos de alumínio e ferro extraídos com oxalato de amônio; Al_p e Fe_p = teores óxidos de alumínio e ferro extraídos com pirofosfato de sódio; Al_o+0,5 Fe_o = teor de alumínio extraído com oxalato de amônio mais a metade do teor de ferro extraído com oxalato de amônio; C-FAF = carbono da fração ácidos fúlvicos; C-FAH = carbono da fração ácidos húmicos; C-EA = carbono das frações solúveis em meio alcalino (C-FAF+C-FAH); C-HUM = carbono da fração húmica; DOEO = densidade ótica do oxalato de amônio; nd = não determinado.

Apenas o Bsx do perfil 9, cujo teor de carbono foi 0,56% ficou um pouco abaixo de 0,6%, teor mínimo de C orgânico exigido pelo *Soil Taxonomy* (UNITED STATES, 2010), mas, atendendo os 0,5 % requeridos pela WRB. A classificação canadense estabelece teores de carbono entre 0,5 e 5% para o grande grupo *Humo-ferric Podzol*, tendo se enquadrado neste requisito os horizontes Bsx (perfil 9), o Bsm (perfil 11) e o Bsm1 e Bsm2 (perfil 14). O horizonte Bh (perfil 1), com teor de carbono de 6,3%, se enquadrou dentro do grande grupo *Ferro-Humic Podzol* e os demais perfis com teores de carbono acima de 1% atenderam os requisitos dos dois grandes grupos: *Humic Podzol* ou *Humo-Ferric Podzol*. Este sistema também faz menção à soma de alumínio e ferro extraídos com pirofosfato de sódio, que devem situar-se acima de 0,6% nos *Ferro-Humic Podzol* e *Humo-Ferric Podzol*, o que também ocorreu nos solos estudados. Nos solos classificados como *Humic Podzol* e *Humo-Ferric Podzol* os teores de ferro extraídos com pirofosfato situaram-se abaixo de 0,3% atendendo também a este critério,

Com relação à DOEO e a percentagem de $Al_0+0,5 Fe_0$, os resultados demonstraram que os solos estudados, em sua maioria, atenderam a estes critérios, exceto alguns perfis atípicos, que não tiveram seus valores dobrados em relação aos horizontes imediatamente subjacentes. No caso da DOEO os perfis 7,11 e 12 e no caso da percentagem de $Al_0+0,5 Fe_0$, o perfil 9.

5. CONCLUSÕES

- Embora apresentem cores claras e vivas, não indicativas da presença de matéria orgânica, os horizontes classificados como Bs apresentaram algumas vezes teores de matéria orgânica mais altos que alguns horizontes classificados como Bhs, mostrando que o critério da cor não é suficiente para a identificação destes horizontes cimentados;
- Com relação às características físicas e químicas de rotina, a não ser pela presença de fragipã em alguns perfis de solos dos tabuleiros costeiros, não foram verificadas diferenças significativas entre estes e o solo de restinga;
- A mineralogia dos solos também foi semelhante na área de restinga e nos tabuleiros, com predominância de caulinita e por vezes também, quartzo na fração argila e pequena representação de ilita, gibbsita, feldspato e anatásio. Nos tabuleiros, além destes também ocorreu a goethita. Na fração silte verificou-se a predominância de quartzo e caulinita em todos os solos, com picos mais sutis de anatásio, feldspato, goethita e gibbsita. Na fração areia houve predominância do quartzo em todos os perfis, com traços de feldspato no perfil 1 de restinga e perfil 14 dos tabuleiros;
- O fracionamento químico da matéria orgânica mostrou que o carbono da fração ácidos fúlvicos aumentou nos horizontes espódicos, assim como o carbono da fração dos ácidos húmicos, só que em menores quantitativos;
- O carbono da fração humina de forma geral, apresentou-se menor que as outras frações e diminuiu ao longo da profundidade, atestando sua natureza pouco solúvel e concentrando-se nas camadas superficiais;
- Os resultados do DOEO e de $Al_0+0,5 Fe_0$ demonstraram que os solos estudados, em sua maioria, atenderam aos critérios do *Soil Taxonomy* e da WRB (FAO) para materiais espódicos, exceto alguns perfis atípicos, que não tiveram seus valores dobrados em relação aos horizontes imediatamente subjacentes. Já os critérios do pH em água (1:1) e dos teores de carbono orgânico foram atendidos;

- Nas extrações seletivas com os três extratores, os teores de ferro foram baixos e menores em relação aos teores de alumínio em todos os perfis, corroborando a inconsistência da priorização dos termos Ferrilúvico e Ferrihumilúvico na classificação das subordens dos Espodossolos nestes ambientes;
- O alumínio mostrou ser o principal elemento envolvido na podzolização destes solos, nas formas ativas de Al-húmus e compostos inorgânicos pouco cristalinos.
- Sugere-se realização de pesquisas visando uma reestruturação das subordens dos Espodossolos, com a redefinição das cores dos diversos tipos de B espódico e a inclusão de parâmetros químicos (teor de C, $Al_0+0,5 Fe_0$, DOEO, pH) na identificação destes horizontes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, H.A ; BERROW, M.L ; FARMER, V.C ; HEPBURN, A ; RUSSELL, J.D; WALKER. A.D. A reassessment of podzol forming processes. **Journal of Soil Science**. Oxford. v. 33. p. 125-136. 1982

ARAÚJO FILHO, J. C. **Horizontes cimentados em Argissolos e Espodossolos dos Tabuleiros costeiros e em Neossolos Regolíticos e Planossolos da Depressão Sertaneja do Nordeste do Brasil**. Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências da USP – SP. 2003. 233p. (Tese de Doutorado).

ARAUJO, D. S. D. & LACERDA, L. D. A Natureza das restingas. **rev. Ciência hoje**. vol. 6 nº33. 1987. p. 42-48.

BAYER, C. MARTIN-NETO, L. SAAB, S. C. Diminuição da Humificação da Matéria Orgânica de um Cambissolo Húmico em Plantio Direto. **R. Bras.Ci. Solo**. 27. 537-544. 2003.

BENITES, V.M. **Caracterização química e espectroscópica da matéria orgânica e suas relações com a gênese de solos da Serra do Brigadeiro. Zona da Mata Mineira. Viçosa. MG**. Universidade Federal de Viçosa. 1998. 123p. (Dissertação de Mestrado)

BENITES, V.M; KER, J,C, & MENDONÇA, E.S. Fracionamento quantitativo de substâncias húmicas como auxiliar na identificação de diferentes solos da região sul do Brasil - VI RCC. VI RCC - Reunião de correlação, classificação e aplicação de levantamentos de solos RS/SC/PR. In: CURCIO. G. ed. **Guia de excursão de estudos de solos nos estados do Rio Grande do Sul. Santa Catarina e Paraná**. Colombo. Embrapa. 2000.p.184-192. (Embrapa Florestas)

BENITES, V.M. SCHAEFER, C.E.R.G. MENDONÇA, E.S. e MARTIN NETO, L. Caracterização da matéria orgânica e micromorfologia de solos sob Campos de Altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro. **Rev.Bras. Ci. Solo**. 25:661-674. 2001

BENITES, V.M. **Caracterização de solos e das substâncias húmicas em Complexo Rupestre de Altitude**. Viçosa. MG. Universidade Federal de Viçosa. 2002. 83p. (Tese de Doutorado)

BENITES, V.M; MADARI, B. & MACHADO, P.L.O.A. Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: Um procedimento simplificado de baixo custo. Rio de Janeiro. Embrapa Solos. 2003. 7p. (Embrapa Solos. **Comunicado Técnico**. 16)

BOGGAARD, O.K. Phase identification by selective dissolution techniques in: STTUCKI, J.W; GOODMAN, B. A; SCHWERTMANN, U. (eds). **Iron in Soils and Clays Minerals**. Reidel Pub. Comp. Dordrecht. p83-98. 1988.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do estado de Pernambuco**. Recife: DNPEA. 1973. 1v. 354p.

BUURMAN,P; JONGMANS, A.G.**Podzolization and Soil Organic Matter Dynamics**.Geoderma.2005.v125.p71-83.

BUURMAN, P; LAGEN, B; VELTHORST, E.J. **Manual of soil and water analysis**. Leiden: Backhuys Publishers Leiden. 1996. 314p.

BUOL, S.W; HOLE, F.D. & MC CRACKEN, R.J. **Soil genesis and classification**. Ames. Iowa State University Press. 1980. 404p.

COELHO, M.R. **Caracterização e gênese de Espodosolos da planície costeira do Estado de São Paulo**. Piracicaba. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2008. 270p. (Tese de Doutorado)

COELHO, M.R; VIDAL-TORRADO, P; PEREZ, X.L.O; MARTINS, V.M. & VÁSQUEZ, F.M. Fracionamento do alumínio por técnicas de dissoluções seletivas em Espodosolos da planície costeira do estado de São Paulo. **R. Bras. Ci. Solo**. 34:1081-1032. 2010a

COELHO, Maurício Rizzato et al . Química e gênese de solos desenvolvidos sob vegetação de restinga no estado de São Paulo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. Viçosa . v. 34. n. 6. Dec. 2010b .

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Geologia e recursos minerais do estado de Pernambuco**. Recife. 2001. CD-ROM.

CSIRO. The Australian Soil Classification. http://www.clw.csiro.au/aclep/asc_re_on_line/soilhome.htm. Acesso:28/08/08

DEB, B.C. The movement and precipitation of iron oxides in Podzol soils. **J. Soil Sci**. 1:112-122. 1949.

DeCONINCK,F. Major mechanisms in formation of spodic horizons. **Geoderma**.1980.V24.p101-128.

DREES, L.R; WILDING, L.P; SMECK, N.E; SENKAYI, A.L. Silica in soils: Quartz and disordered Silica Polymorphs. In: DIXON, J.B; WEED, S.B. **Minerals in soil environments**. 2nd ed. Madison: SSSA. 1989. p. 913-974.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Mapa de Solos do Brasil. 1:5.000.000**. Rio de Janeiro. RJ. 1981

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA/CNPS – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Ver. Atual. Rio de Janeiro: 1997. 212p

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA. Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco / ARAÚJO FILHO *et al.* Rio de Janeiro: (Embrapa Solos. **Boletim de Pesquisa**; 11) 2000. 382p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA. Guia de excursão pedológica do XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo: solos da zona da mata de Pernambuco [recurso eletrônico] / Org. RIBEIRO FILHO *et al.* Embrapa - Dados eletrônicos. - Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco; Rio de Janeiro: Embrapa Solos (**Documentos**, 72), 2005.85p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro. 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA Tabuleiros costeiros. <http://www.cpatc.embrapa.br/index.php?idpagina=artigos&artigo=1603>. Acesso: 21-07-08

FAO. **Soil map of the world. 1:5.000.000** Paris:UNESCO.1974. v.1.

FAO. WRB. World reference base for soil resources 2006. **World Soil Resources Reports** No. 103. Rome.2006.

FARMER, V.C.; RUSSEL, J.D.; SMITH, B.F.L. Extraction of inorganic forms of translocated Al, Fe and Si from a podzol Bs horizon. **Journal of Soil Science**. Oxford. v. 34. p. 571-576. 1983.

FERNANDES, R.B.A. **Atributos mineralógicos, cor, adsorção e dessorção de fosfatos em Latossolos do Sudeste Brasileiro**. Viçosa. MG: UFV. 2000. 265p. (Tese de Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa. 2000

FONTANA, A.; PEREIRA, M,G.; ANJOS, L,H,C,; BENITES, V,M, Distribution of organic carbon in the humic fractions of diagnostic horizons from brazilian soils, **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v,39, p,1–21, 2008a

FONTANA, A. *et al* . Substâncias húmicas como suporte à classificação de solos brasileiros. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. Viçosa . v. 32. n. 5. Oct. 2008b

FONTANA, A. **Fracionamento da matéria orgânica e caracterização dos ácidos húmicos e sua utilização no sistema brasileiro de classificação de solos**.(Tese de doutorado). 2009.81f.

FONTANA, A. *et al.* Quantificação e utilização das frações húmicas como característica diferencial em horizontes diagnósticos de solos Brasileiros. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. Viçosa . v. 34. n. 4. Aug. 2010

FURRIER, M.; ARAUJO, M. E.; MENESES, L.F. Geomorfologia e tectônica da formação Barreiras no Estado da Paraíba. **Geol. USP. Sér. cient.**. São Paulo. v. 6. n. 2. out. 2006

GARCÍA-RODEJA, E.; NÓVOA, J.C.; PONTEVEDRA, X.; MARTÍNEZ-CORTIZAS, A. & BUURMAN, P. Aluminium fractionation of European volcanic soils by selective dissolution techniques. **Catena**. 56:155-183. 2004.

GOMES, J. B. V. **Caracterização, gênese e uso de solos de três sítios de restinga sob diferentes coberturas vegetais no Estado do Rio de Janeiro**. 158p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG 1995

GOMES, J.B.V.; RESENDE, M.; REZENDE, S.B. & MENDONÇA, E.S. Solos de três áreas de restinga. II Dinâmica de substâncias húmicas, ferro e alumínio. **Pesq. Agropec. Bras**. 33:11. 1998.

GOMES, F.H. **Caracterização de solos de manguezais e de restinga no município de Ilhéus- Bahia**. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2002. 96p.

GOMES, F.H. **Gênese e classificação de solos sob vegetação de restinga na Ilha do Cardoso – SP**. Piracicaba. SP: ESALQ. 2005. 107p. Tese de Doutorado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2005

GOMES, F.H. *et al.* Solos sob vegetação de restinga na Ilha do Cardoso (SP): II - Mineralogia das frações silte e argila. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. Viçosa . v. 31. n. 6. Dec. 2007

HIGASHI, T.; DE CONINCK, F. & GELAUDE, F. Characterization of some spodic horizons of the Campine (Belgium) with dithionite-citrate, pyrophosphate and sodium hydroxide-tetraborate. **Geoderma**. 25:131-142. 1981.

INDA JUNIOR, A. V.; KAMPF, N.. Avaliação de procedimentos de extração dos óxidos de ferro pedogênicos com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. Viçosa . v. 27. n. 6. Dec. 2003 .

JACOMINE,P.K.T. Origem e evolução dos conceitos e definições de atributos. horizontes diagnósticos e das classes de solos do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. In: **Tópicos em ciência do solo**. v.1(2000)Viçosa-MG:SBCS.p.193-231.

JACKSON, M.L.; LIM C.H.; ZELAZNY, L.W. Oxides, hydroxides, and aluminosilicates. In: KLUTE, A.(Ed). **Methods of soil analysis**. Madison. American Society of Agronomy.1986. p.101-150.

KAISER, K. & ZECH, W. Defects in estimation of aluminum in humus complexes of podzolic soils by pyrophosphate extraction. **Soil Sci.** 161:452-458. 1996.

KAMPF, N. O ferro no solo. In: I REUNIÃO SOBRE FERRO EM SOLOS INUNDADOS. Goiana. Go. **Anais.** Goiânia. EMBRAPA – CNPAF. 1986.p35-47.

KÄMPF, N.; CURI, N. Argilominerais em solos brasileiros. In: RESENDE, M.; CURI, N.; KER, J.C.; REZENDE, S.B. **Tópicos em Ciência do Solo.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2003. v.3. cap. 1. p. 1-54.

KERSTEN, M. FÖRSTNER, U. **Trace Element Speciation: Analytical Methods and Problems.** Batley. G.E. ed.; CRC Press: Boca Raton. 1990. p245-317.

KODAMA, H. & ROSS, G.J. Tiron dissolution method used to remove and characterize inorganic components in soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 55:1180-1186. 1991.

LEAL E SÁ, L. T. **Levantamento geológico-geomorfológico da Bacia Pernambuco-Paraíba, no trecho compreendido entre Recife-PE e João Pessoa-PB.** 1998. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Tecnologia. Universidade Federal do Pernambuco. Recife. 1998.

LUNDSTRÖM, U.S.; VAN BREEMEN, N.; BAIN, D.C. The podzolization process. A review. **Geoderma.** Amsterdam. v. 94. p. 91-107. 2000

McKEAGUE, J.A. & DAY, J.H. Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. **Canadian J. Soil Sci.** 46:13-22. 1966.

McKEAGUE, J.A.; BRYDON, J.E. & MILNES, N.M. Differentiation of forms of extractable iron and aluminum in soils. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.** 35:33-38, 1971

McKEAGUE, J.A.; SCHUPPLI, P.A. Changes in concentration of iron and aluminum in pyrophosphate extracts of soil and composition of sediment resulting from ultracentrifugation in relation to spodic horizon criteria. **Soil Science.** Philadelphia. v. 134. p. 265-270. 1982.

MEHRA, O.P. & JACKSON, M.L. Iron oxide removal from soils and clays by dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. **Clays Clay Miner.** 7:317-327. 1960

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

MOKMA, L.; BUURMAN, P. **Podzols and podzolization in temperate regions.** ISM Monograph vol. 1. International Soil Museum. Wageningen. The Netherlands (1982) 126 p.

MOREAU, A.M.S.S. **Gênese, mineralogia e micromorfologia de horizontes coeso, fragipã e duripã em solos do tabuleiro costeiro do sul da Bahia.** Viçosa. MG: UFV. 2001. 139p. (Tese de Doutorado).

MOREAU, A.M.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. **Rev. Bras. Ci. Solo.** Viçosa. v.30. p.1021-1030. 2006.

MOURA FILHO, G. **Caracterização e Uso de solos arenosos associados à Foz do Rio São Francisco, no Litoral Sul de Alagoas.** Viçosa. MG: UFV. 1998. 169p. (Tese de Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.1998

NASCIMENTO, Paulo César do et al . Teores e características da matéria orgânica de solos hidromórficos do Espírito Santo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo.** Viçosa . v. 34. n. 2. 339-348p. Apr. 2010 .

OLIVEIRA, ALINE PACOBAHYBA . **Pedogênese de espodosolos em ambientes da formação barreiras e de restinga do sul da Bahia.** Viçosa. MG. 2007.102p. (Dissertação de Mestrado).

OLIVEIRA,J.B; JACOMINE,P.K.T;CAMARGO,M.N. **Classes gerais de solos do Brasil: Guia auxiliar para seu reconhecimento.** Jaboticabal, FUNEP.1992.210p.

PARFITT, R.L. & CHILDS, C.W. Estimation of forms of Fe and Al: A review and analysis of contrasting soils by dissolution and Mossbauer methods. **Austr. J. Soil Res.** 26:121-144. 1988.

PATERSON, E., CLARK, L, & BIRNIE, C. Sequential selective dissolution of iron, aluminum, and silicon from soils. **Comm. Soil Sci. Plant Anal.** 24:2015-1023. 1993.

PEDOSPHERE.COM. 2002a. **Searchable Keys to Soil Taxonomy** . Eighth Edition [Online WWW]. Available URL: http://www.pedosphere.com/resources/sg_usa/(acesso: 10/08/2008)

PEDOSPHERE.COM. 2002b. **Searchable Canadian System of Soil Classification.** Third Edition [Online WWW]. Available URL: <http://www.pedosphere.com/resources/CSSC3rd/> [10/08/2008].

ROCHA, J.C. ROSA, A.H. **Substâncias húmicas aquáticas interações com espécies metálicas.** 1ed.São Paulo: Editora Unesp. 2003.120p.

ROSS G J.; WANG C. Extractable Al, Fe, Mn and Si. **In: Soil Sampling and Methods of Analysis.** Ed. M R Carter. Lewis Publ. Boca Raton.1993. p. 239–246.

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: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2005. 100p.

SCHAEFER, C.E.R.; KER, J.C.; GILKES R.J.; CAMPOS J.C.; COSTA L.M. & SAADI, A. Pedogenesis on the uplands of the Diamantina Plateau, Minas Gerais. Brazil: A chemical and micropedological study. **Geoderma**. 107:243-269. 2002.

SCHULTEN, H.R. & SCHNITZER, M. Chemical model structure for soil organic matter and soils. **Soil Science**. Baltimore. J. 162. p.115-130. 1997.

SCHWERTMANN, U. Inhibitory effect of soil organic matter on the crystallization of amorphous ferric hydroxides. **Nature**. 212:645-646. 1966.

SCHWERTMANN, U. e TAYLOR, R. M. Iron oxides. In : DIXON, J.B e WEED, S.B. eds. **Mineral in soils environments**. Madison. SSSA. 1989. p. 379 - 438.

SCHWERTMANN, U. Relations between iron oxides, soil color, and soil formation. In J,M, Bigham and E.J. Ciolkosz (eds.). Soil color. SSSA Spec. Publ. No. 31. **Soil Sci. Soc.** 1992.Am..Madison. WI

SILVA, S.M. Diagnóstico das restingas do Brasil. In: Fundação Bio Rio (ed.). **Workshop Avaliação e Ações Prioritárias Para a Conservação da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha**. Ilhéus. 1999. Disponível em: <http://www.bdt.fat.org.br/workshop/costa/restinga>. Acesso em julho de 2007.

SILVA, E. F.; OLIVEIRA, S. M. B.; PATINHA, C.; FONSECA, E.C. Extração química seletiva seqüencial no estudo da distribuição do cobalto, cromo, zinco e níquel em amostras da jazida de Punta Gorda-Cuba. **Geochimica Brasiliensis**. v. 14. n. 1. 2000. p. 41-50.

SOIL CLASSIFICATION WORKING GROUP. **The Canadian System of Soil Classification**. Agric. and Agri-Food Can. Publ. 1646 (Revised) 1998. 187 pp. NRC Research Press. Ottawa

SKJEMSTAD, J.O. Genesis of Podzols on Coastal Dunes in Southern Queensland. III. The role of aluminium-organic complexes in profile development. **Austr. J. Soil Res.**30:645-665. 1992

SKJEMSTAD, J.O.; WATERS, A.G.; HANNA, J.V. & OADES, J.M. Genesis of Podzols on Coastal Dunes in Southern Queensland. II. Nature of the organic fraction as seen by ¹³C nuclear magnetic resonance spectroscopy. **Austr. J. Soil Res.**30:615-644, 1992

STEVENSON, F.J.; ELLIOT, E.T. Methodologies for assessing the quantity and quality of soil organic matter. In: COLEMAN, D.C.; OADES, J.M.; UEHARA, G. (Ed.) **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems**. Honolulu: University of Hawaii. 1989. p.173-199

STEVENSON, F. J. **Húmus Chemistry: Genesis, Composition and Reactions**. 2.ed. New York. John Wiley. p.443. 1994

STEVENSON, F.J. **Humus chemistry**. New York: Wiley. 1996. 443p

SWIFT, R. Organic matter characterization. In: SPARKS D,L; PAGE, A.L.; HELMKE, P.A.; LOEPPERT, R.H.; SOLTANPOUR, P.N.; TABATABAI, M.A.; JOHNSTON, C.T. & SUMNER, M.E.eds. **Methods of soil analysis. Chemical methods. Part 3**. SSSA Book Ser. 5. SSSA. Madison.WI. 1996. p.1011-1020

UNITED STATES. Department of Agriculture. **Soil Survey Laboratory Methods Manual**. Soil Survey Investigations Report No. 42. version 4. 2004. Natural Resources Conservation Service.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Natural Resources Conservation Service. 2010. **Keys to Soil Taxonomy** . Eleven Edition. Soil Survey Staff.

VALLADARES, G.S.; PEREIRA, M.G.; ANJOS, L.H.C.; BENITES, V.M.; EBELING, A.G. & MOUTA, R.O. Humic substance fractions and attributes of Histosols and related high-organic-matter soils from Brazil. **Comm. Soil Sci. Plant Anal.** 38:763-777. 2007

VAN WAMBEKE, A. **Soils of the tropics: properties and appraisal**. McGraw-Hill. Inc. NY. 1992.343p

VOLKOFF, B. & CERRI, C.C. Comparação de húmus de um solontchak, um rendzina e um solo litólico da região semi-árida do Rio Grande do Norte. **R. Bras. Ci. Solo.** 4:49-56. 1980

VOLKOFF, B. CERRI, C.C. & MELFI, A.J. Húmus e a mineralogia dos horizontes superficiais de três solos de campos de altitude dos estados de Minas Gerais. Paraná e Santa Catarina. **Rev. Bras. Ci. Solo.** 8:277-283. 1984.

WADA, K. Allophane and imogolite. In: DIXON, J.B. & WEED, S.B. eds. Minerals in soil environments. Madison. **Soil Science Society of America**. 1977. p.603-638.

APÊNDICE

APÊNDICE A- DIFRATOGRAMAS DE RAIOS X

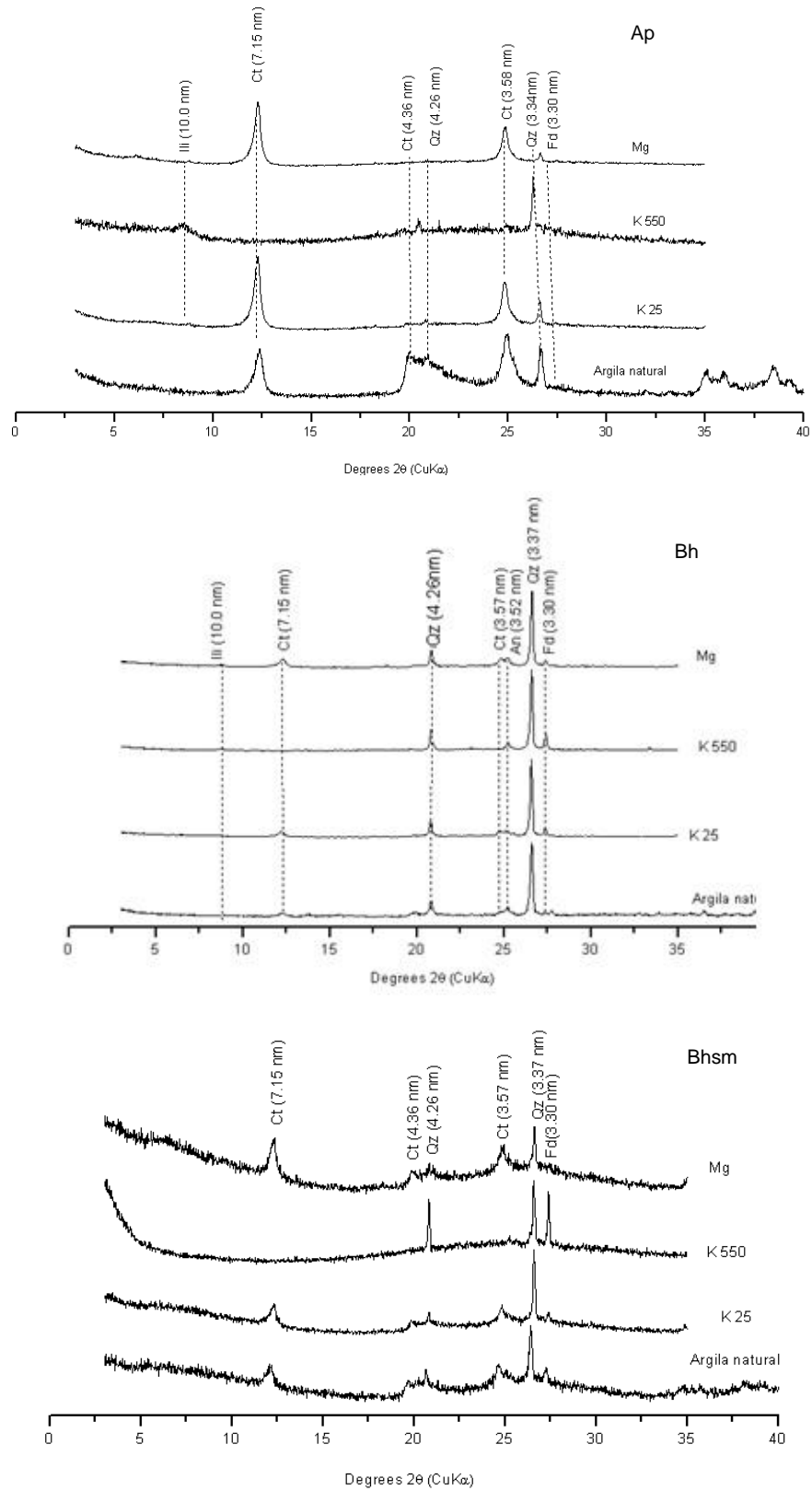


Figura 6. Difratoformas de raios X da fração argila dos horizontes Ap, Bh e Bhsm do perfil 1.

(An = anatásio; Ct = caulinita; Fd = feldspato; Gb = gibbsita; Gh = goethita; Qz = quartzo)

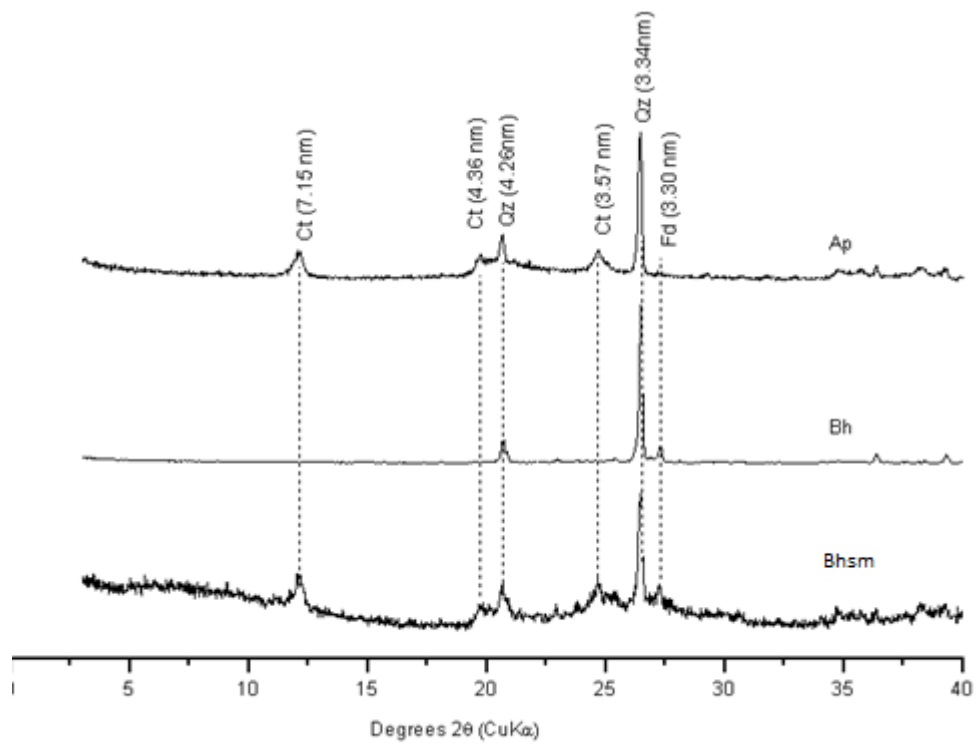


Figura 7. Difratoqramas de raios X da fração silte dos horizontes Ap, Bh e Bhsm do perfil 1.
(Ct = caulinita; Fd = feldspato; Qz = quartzo)

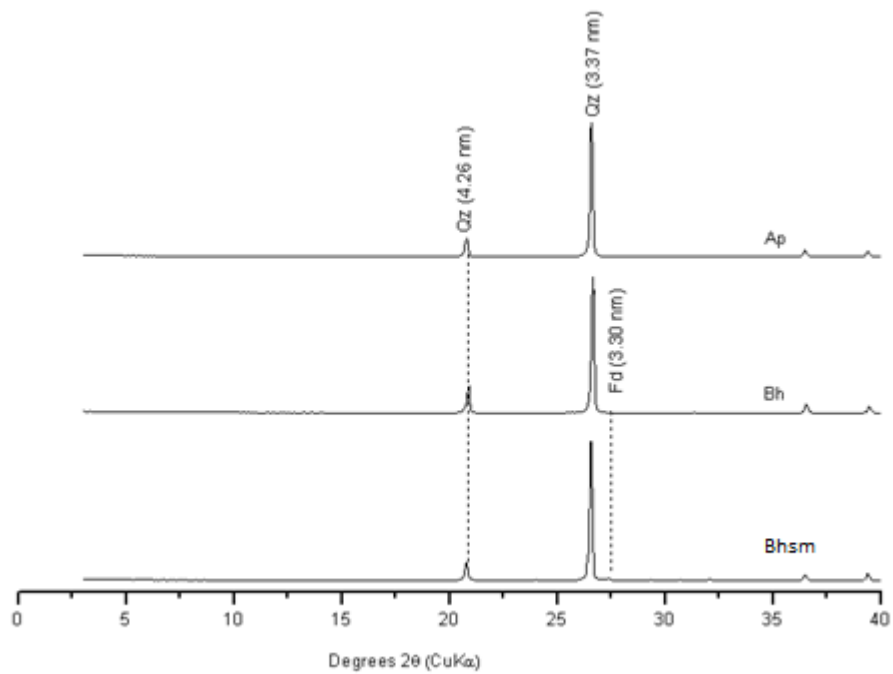


Figura 8. Difratoqramas de raios X da fração areia dos horizontes Ap, Bh e Bhsm do perfil 1.
(Fd = feldspato; Qz = quartzo)

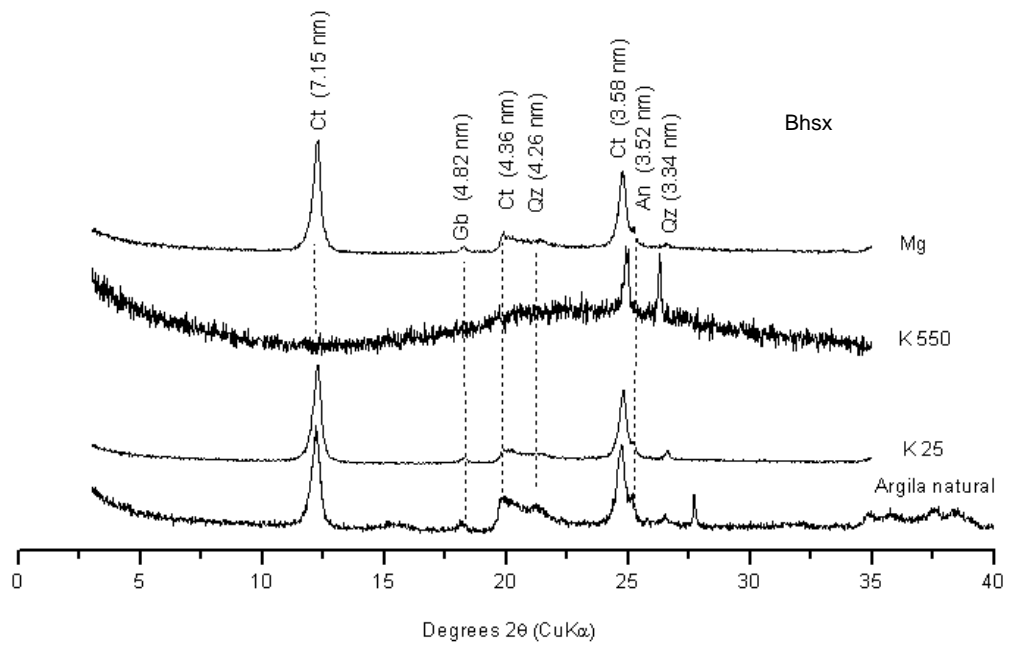
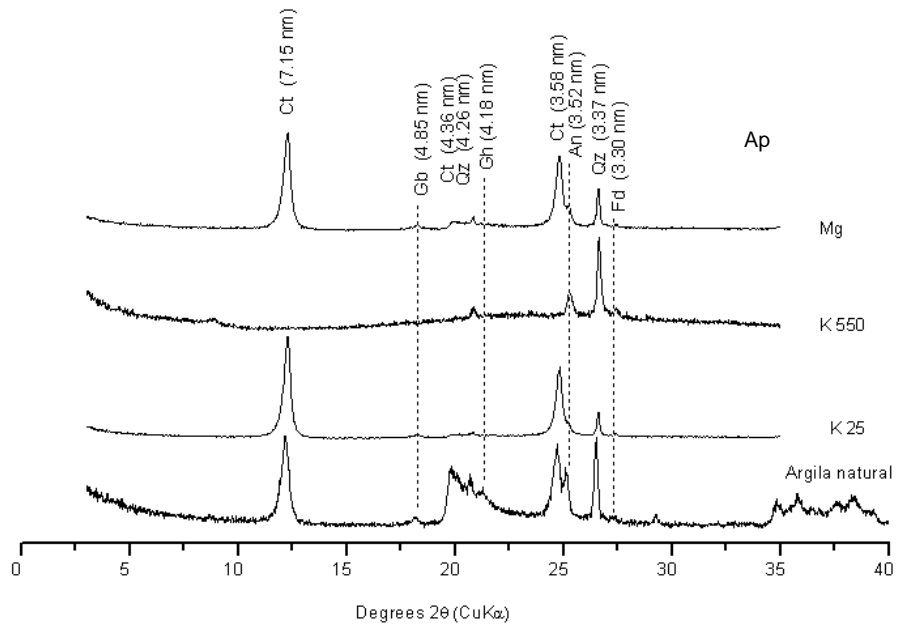


Figura 9. Difratoigramas de raios X da fração argila dos horizontes Ap e Bhsx do perfil 6.

(An = anatásio; Ct = caulinita; Fd = feldspato; Gb = gibbsita; Gh = goethita; Qz = quartzo)

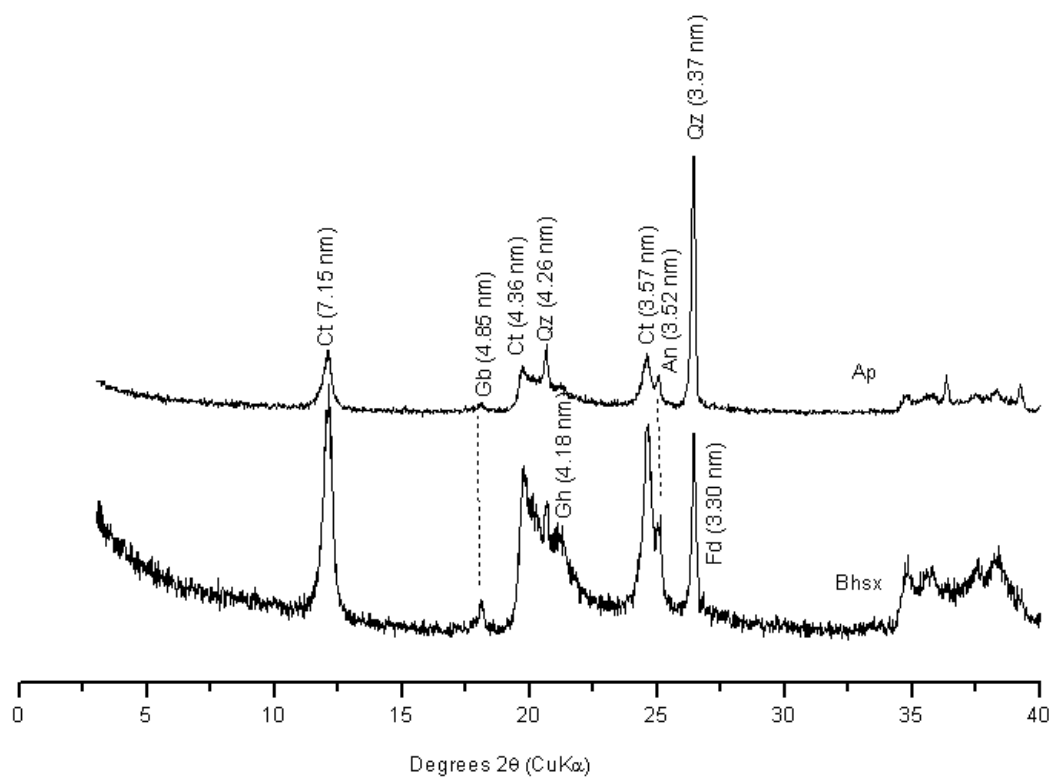


Figura 10. Difratoigramas de raios X da fração silte dos horizontes Ap e Bhsx do perfil 6. (An = anatásio; Ct = caulinita; Fd = feldspato; Gb = gibbsita; Gh = goethita; Qz = quartzo)

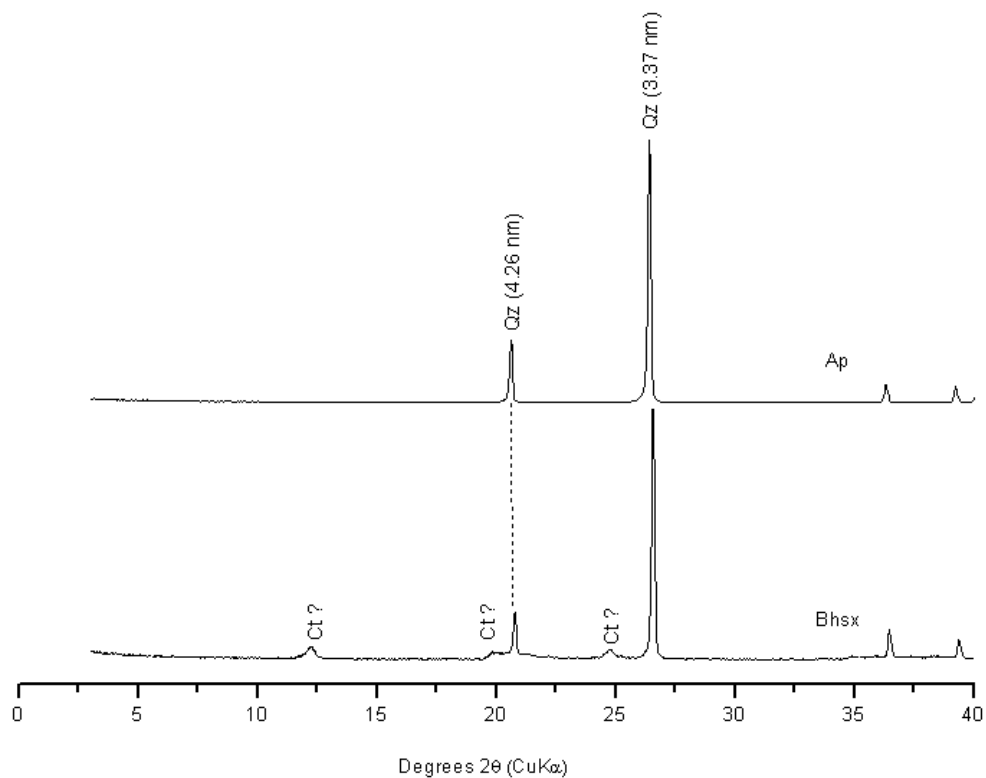


Figura 11. Difratoigramas de raios X da fração areia dos horizontes Ap e Bhsx do perfil 6. (Ct = caulinita; Qz = quartzo)

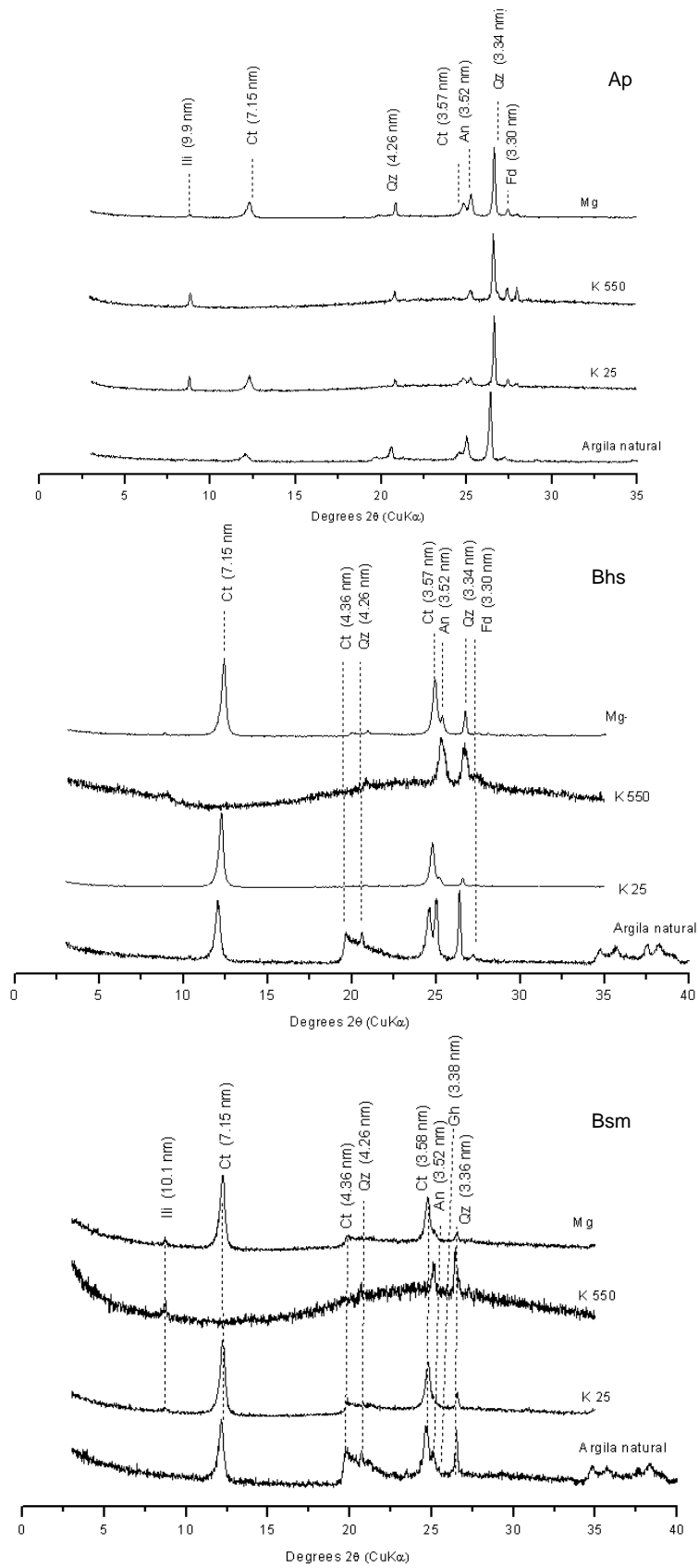


Figura 12. Difratogramas de raios X da fração argila dos horizontes Ap, Bhs e Bsm do perfil 13. (An = anatásio; Ct = caulinita; Fd = feldspato Gh= goethita; ili = illita; Qz = quartzo)

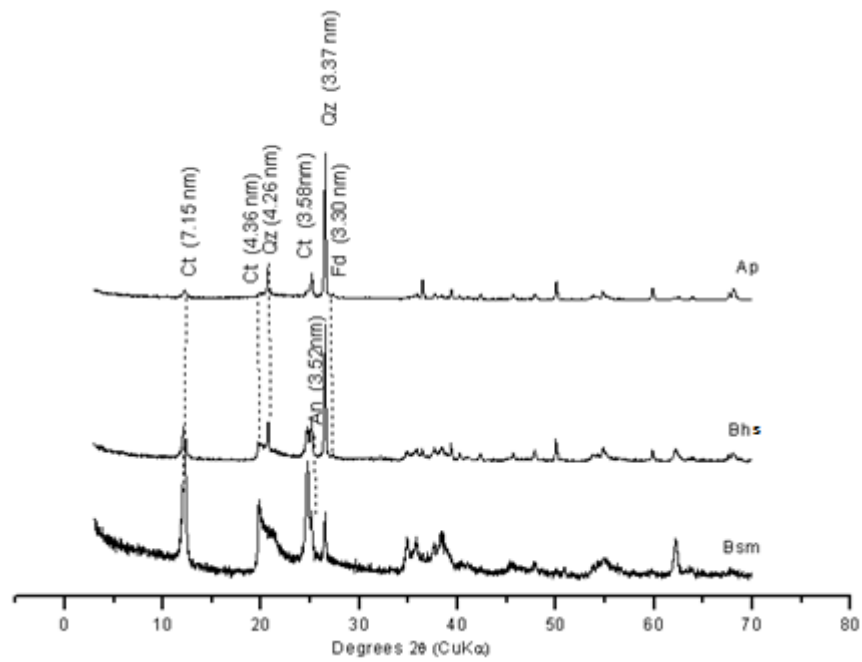


Figura13. Difratoformas de raios X da fração silte dos horizontes Ap, Bhs e Bsm do perfil 13.
(An = anatásio; Ct = caulinita; Fd = feldspato; Qz = quartzo)

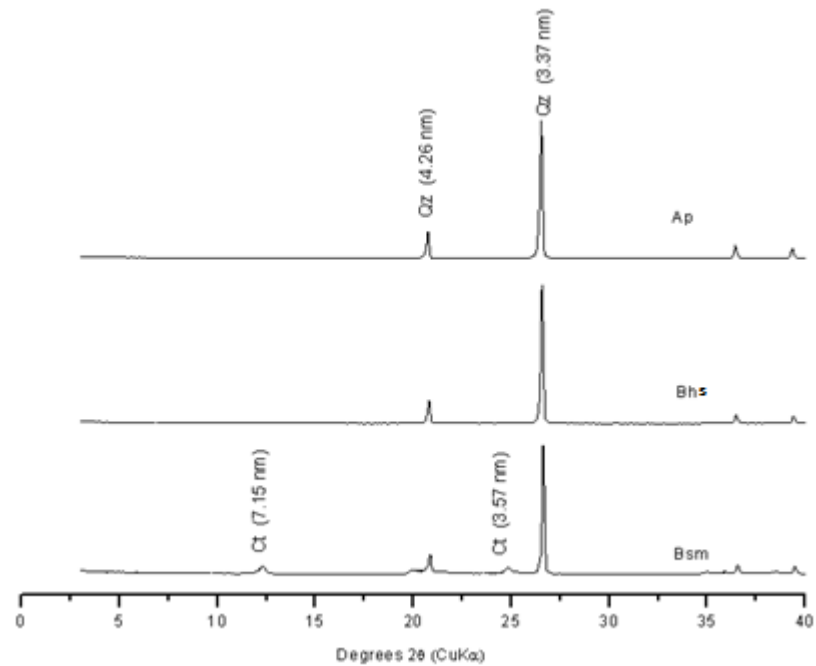


Figura 14. Difratoformas de raios X da fração areia dos horizontes Ap, Bhs e Bsm do perfil 13.
(Ct = caulinita; Qz = quartzo)

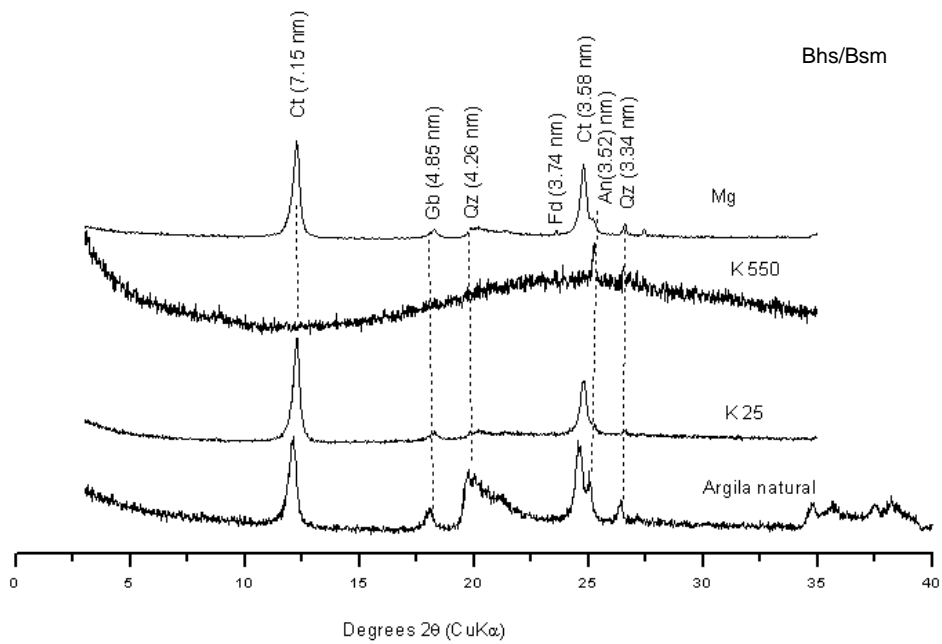
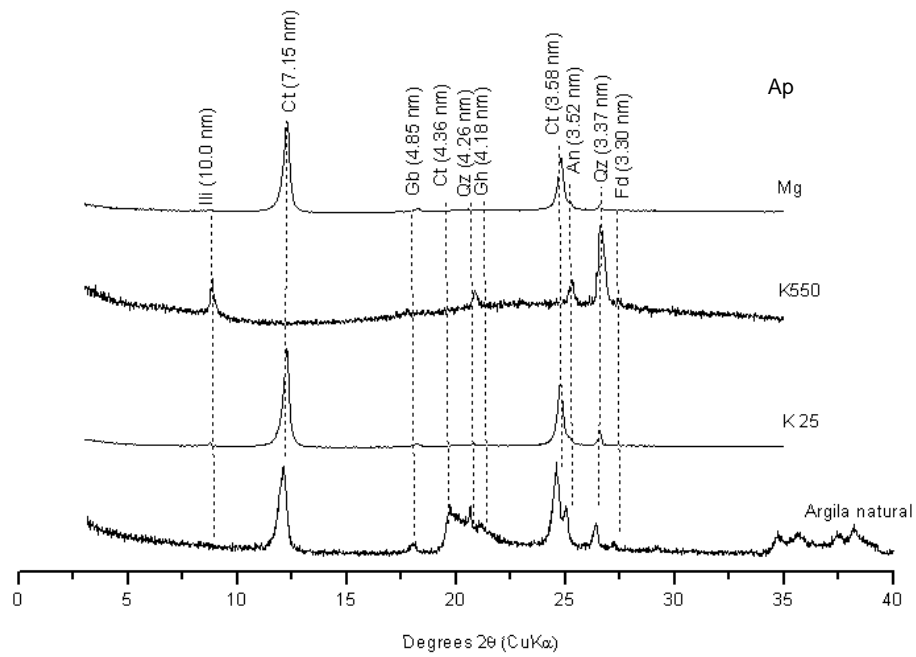


Figura 15. Difratoigramas de raios X da fração argila dos horizontes Ap, Bhs/ Bsm do perfil 14. (An = anatásio; Ct = caulinita; Fd = feldspato; Gb =gibbsita; Gh= goethita; ili = illita; Qz = quartzo)

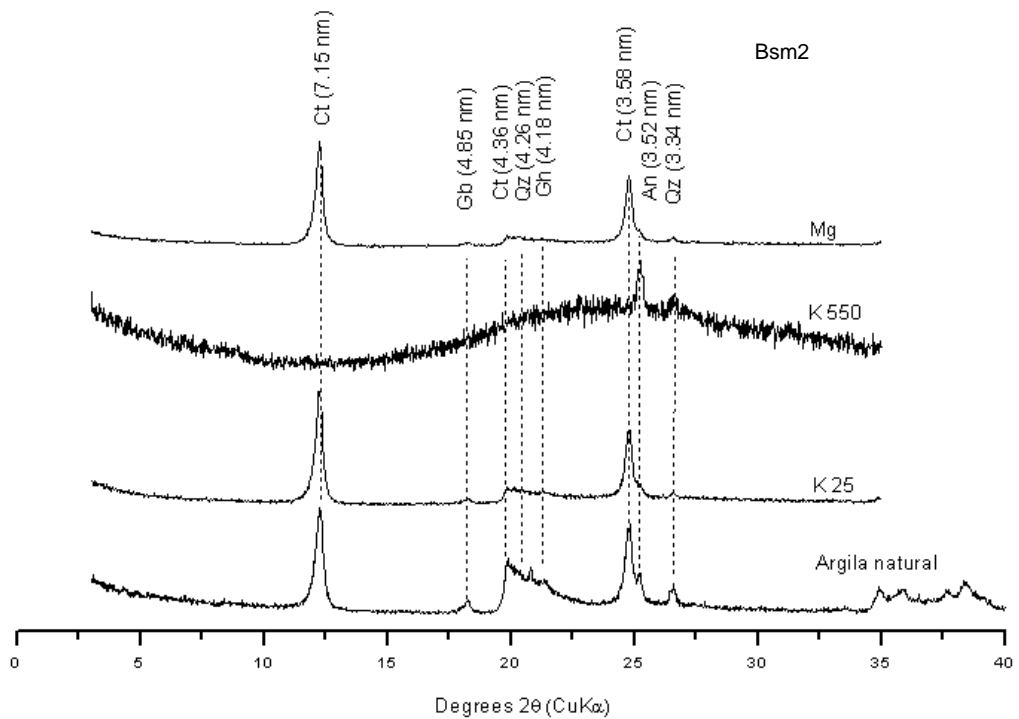
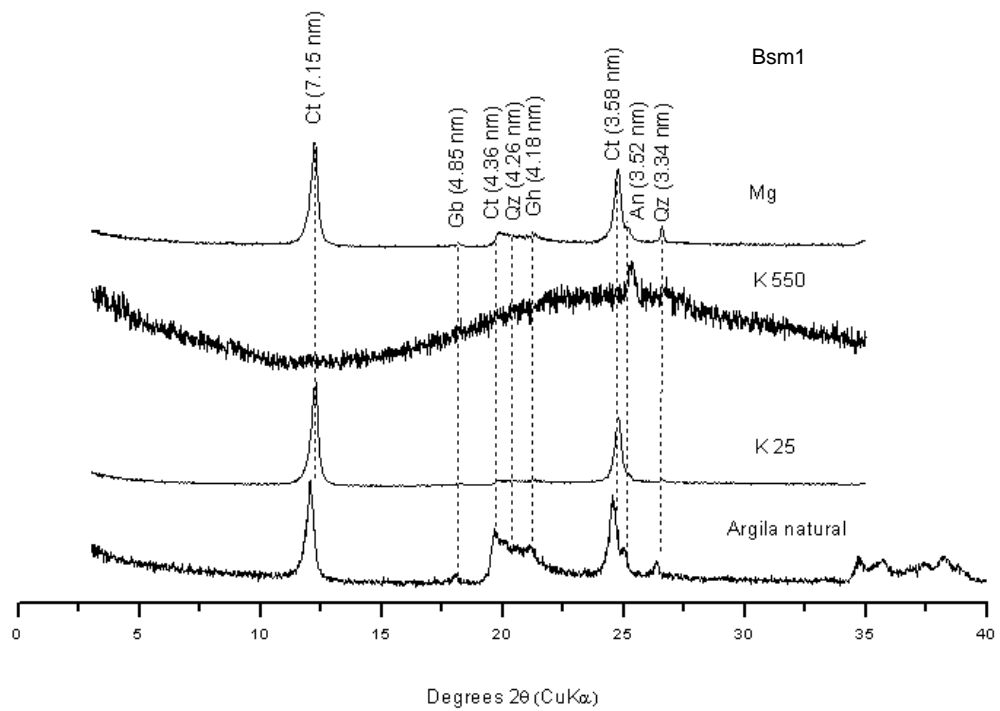


Figura 16. Difractogramas de raios X da fração argila dos horizontes Bsm1 e Bsm2 do perfil 14. (An = anatásio; Ct = caulinita; Fd = feldspato; Gb = gibbsita; Gh = goethita; ili = illita; Qz = quartzo)

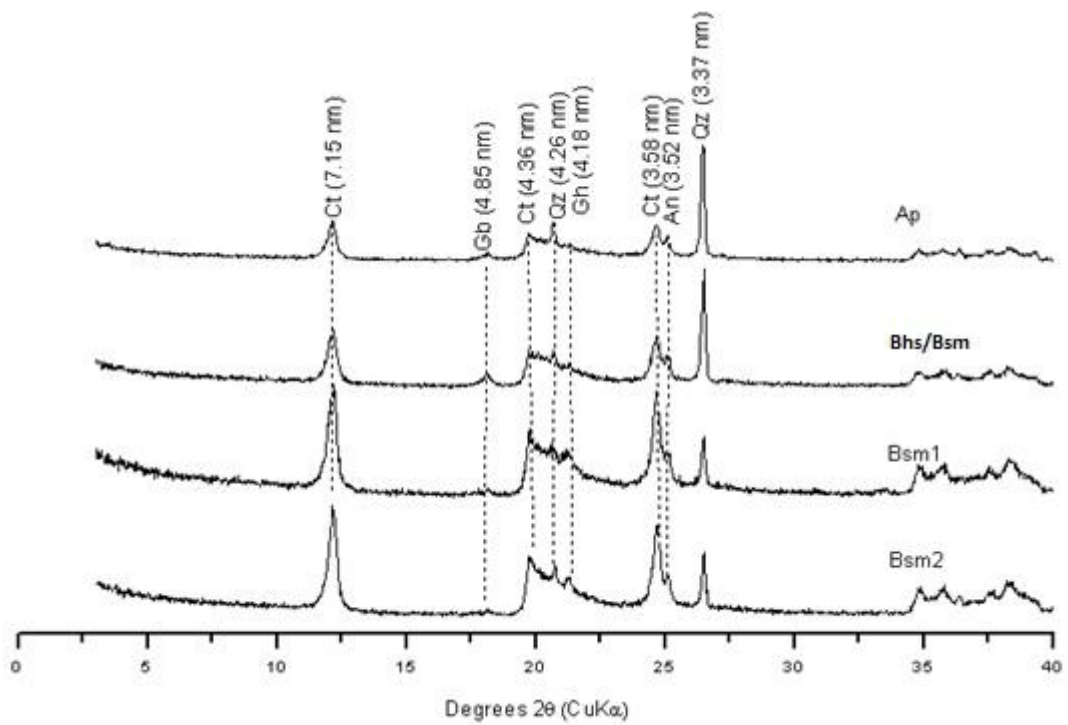


Figura17. Difratoformas de raios X da fração silte dos horizontes Ap,Bhs/Bsm,Bsm1 e Bsm2 do perfil 14 (An = anatásio; Ct = caulinita; Fd = feldspato; Qz = quartzo)

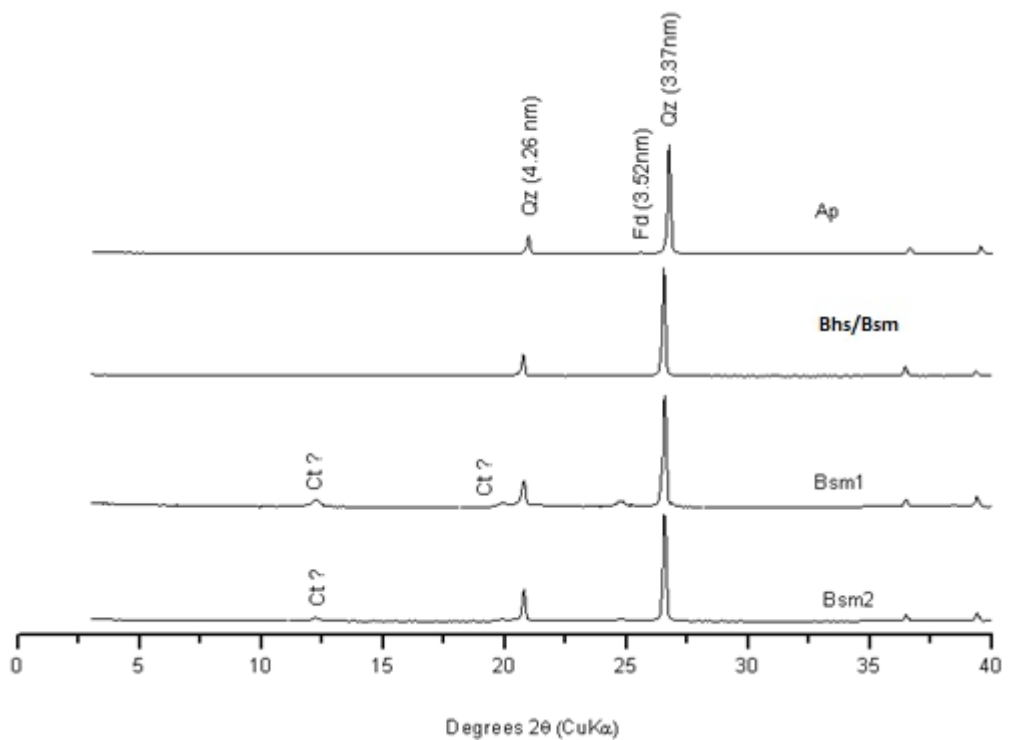


Figura18. Difratoformas de raios X da fração areia dos horizontes Ap,Bhs/Bsm,Bsm1 e Bsm2 do perfil 14 (Ct = caulinita; Fd = feldspato; Qz = quartzo)

APÊNDICE B – DESCRIÇÃO E ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS PERFIS ESTUDADOS

DESCRIÇÃO GERAL

PROJETO - Usina Salgado

PERFIL – 1

DATA – 09/10/2008

CLASSIFICAÇÃO – ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hiperespesso espessarênico, fase floresta de restinga, relevo plano.

LOCALIZAÇÃO – Usina Salgado. Ipojuca. Pernambuco. Coordenadas UTM 25M 276845 mE e 9064079 mN.

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira situada em área de restinga, no contato com a várzea do baixo curso do rio Ipojuca, com declividade de 0 a 2,5%, sob cultura de cana-de-açúcar.

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Holoceno, Sedimentos fluvio-marinhos da baixada litorânea

MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimentos arenosos.

PEDREGOSIDADE – Ausente.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Plano.

RELEVO REGIONAL – Plano.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Moderadamente a imperfeitamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta perenifólia de restinga

USO ATUAL – Cultura de cana-de-açúcar.

DESCRITO E COLETADO POR – RIBEIRO, M. R. e LIMA, J.F.W. F.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 0-20 cm; bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmido); areia; grãos simples; muitos poros; solta, solta, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana.
- A 20-42 cm; bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmido); areia franca; maciça pouco coesa e fraca pequena e média granular; muitos poros; levemente dura, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana.
- AE 42-70 cm; 20-42 cm; bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmido); areia; grãos simples; muitos poros; solto, solto, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana.
- E1 70-125 cm; cinzento-claro (10YR 7/2, úmido); mosqueado pouco, médio e distinto, bruno-escuro (7,5YR 4/2, úmido), areia; grãos simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana.
- E2 125-250 cm; cinzento-claro (10YR 7/2, úmido); mosqueado comum, médio e distinto, bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmido), areia; grãos simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana.
- Bh 250-253 cm; bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmido); areia; maciça pouco coesa; muitos poros; ligeiramente dura, friável e firme, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada (4-12 cm).
- Bhsm 253 cm+ mistura de cores, bruno (10YR 5/3, úmido) e bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido), mosqueado comum, médio e proeminente bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 2,5/3); areia; maciça muito coesa; poucos poros; extremamente dura, extremamente firme, não plástica e não pegajosa

RAÍZES: Muitas no Ap; comuns no A e AE, poucas no E1; poucas em E2 e ausentes em Bh e Bsm,

OBSERVAÇÃO: Perfil descrito úmido.

Análise de Solo Interessado: YÂNIA SOARES DE CARVALHO
Localização: USINA SALGADO

Nr de Campo:
Perfil: 01

No. de Laboratório		31089	31090	31091	31092	31093	31418	31419
Horizonte		Ap	A	AE	E1	E2	Bh	Bhsm
Profundidade	(cm)	0-20	20-42	42-70	70-125	125-250	250-253	253+
Calhaus > 20 mm	%(m/m)	0	0	0	0	0	0	0
Cascalho 20 - 2 mm	%(m/m)	0	0	0	0	0	0	0
Terra Fina < 2 mm	%(m/m)	100	100	100	100	100	100	100
Densidade aparente	(g/cm ³)	1,44	1,41	1,51	1,54	1,59	1,57	1,35
Densidade real	(g/cm ³)	2,50	2,53	2,60	2,63	2,60	2,56	2,60
Porosidade total	%(V/V)	42	44	42	41	39	39	48
Granulometria(disp.com(NaPO3)n)								
Areia Grossa 2 - 0.2 mm	g/kg	486	744	800	784	796	860	592
Areia Fina 0.2 - 0.05 mm	g/kg	430	130	140	194	178	84	294
Silte 0.05 - 0.002 mm	g/kg	44	66	40	2	6	36	94
Argila <0.002 mm	g/kg	40	60	20	20	20	20	20
Argila Natural	g/kg	0	0	0	0	0	0	0
Grau de Floculação	%(m/m)	100	100	100	100	100	100	100
Relação silte/argila		1,10	1,10	2,00	0,10	0,30	1,80	4,70
Classificação textural		AR	ARF	AR	AR	AR	AR	AR
Porcentagem de Saturação	(%)	24	24	22	24	24	26	32
CE extrato de saturação	(dS/m)	0,42	0,25	0,23	0,21	0,21	0,65	0,50
pH em água		6,8	6,9	6,9	6,7	6,8	5,2	5,1
pH em KCl 1M		6,5	6,4	6,2	6,1	6,1	4,5	4,4
Complexo sortivo	(cmol(+) / kg)							
Cálcio		1,92	1,92	0,81	0,10	0,20	0,81	0,91
Magnésio		0,81	0,81	0,20	0,10	0,10	0,20	0,40
Potássio		0,07	0,09	0,03	0,00	0,00	0,01	0,03
Sódio		0,13	0,06	0,06	0,00	0,00	0,13	0,19
Soma de bases(SB)		2,93	2,88	1,10	0,20	0,30	1,15	1,53
Hidrogênio		1,21	1,21	1,21	0,99	0,66	6,43	9,43
Alumínio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,36
CTC a pH 7,0		4,14	4,09	2,31	1,19	0,96	7,86	11,32
Saturação por bases (V)	(%)	71	70	48	17	31	15	14
Saturação por alumínio	(%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,58	19,05
Saturação por sódio	(%)	3,14	1,47	2,60	0,00	0,00	1,65	1,68
Carbono	g/kg	28,00	16,70	6,10	0,80	1,20	63,00	28,80
Nitrogênio	g/kg	2,20	1,40	0,50	0,20	0,20	4,90	2,10
Relação C/N		12,73	11,93	12,20	4,00	6,00	12,86	13,71
Matéria Orgânica	g/kg	48,27	28,79	10,52	1,38	2,07	108,61	49,65
Fósforo assimilável (Mhelich)	mg/kg	46	37	7	3	10	4	3

LEGENDA: (AR) - AREIA (F) - FRANCO (FAR) - FRANCO ARENOSO (AGAR) - ARGILA ARENOSA (FAGS) - FRANCO ARGILO SILTOSO
(AG) - ARGILA (ARF) - AREIA FRANCA (FAG) - FRANCO ARGILOSO (FAGAR) - FRANCO ARGILO ARENOSO (m/m) - %(MASSA/MASSA)
(S) - SILTE (MAG) - MUITO ARGILOSO (FS) - FRANCO SILTOSO (AGS) - ARGILA SILTOSA (V/V) - %(VOLUME/VOLUME)

DESCRIÇÃO GERAL

PROJETO - Usina São José, Engenho Piedade

PERFIL – 2

DATA – 24/04/2007

CLASSIFICAÇÃO – ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico, fase floresta subperenifólia, relevo plano.

LOCALIZAÇÃO – Usina São José, Engenho Piedade, talhão 776, Igarassu, Pernambuco, Coordenadas UTM 25M 0281132 mE e 9136317 mN,

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira situada em topo plano de tabuleiro, levemente abaciado, com declividade de 0 a 2,5%, sob cultura de cana-de-açúcar,

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Terciário, Formação Barreiras, Sedimentos,

MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimentos arenosos,

PEDREGOSIDADE – Ausente,

ROCHOSIDADE – Não rochoso,

RELEVO LOCAL – Plano levemente abaciado,

RELEVO REGIONAL – Plano,

EROSÃO – Não aparente,

DRENAGEM – Moderada a imperfeitamente drenado,

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta tropical subperenifólia,

USO ATUAL – Cultura de cana-de-açúcar,

CLIMA – Ams` da Classificação de Köppen e 3dTh da Classificação de Gausсен,

DESCRITO E COLETADO POR – RIBEIRO, M, R, e LIMA, J,F,W, F,

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 0-22 cm; cinzento-muito-escuro (10YR 3/1, úmido); areia; grãos simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e plana,
- E1 22-50 cm; cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, úmido); areia; grão simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição difusa e plana,
- E2 50-105 cm; cinzento-claro (10YR 7/1, úmido); areia; grãos simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada (44-60 cm)
- Bh 105-112 cm; bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmido); areia franca; maciça moderadamente coesa; muitos poros; muito dura, friável e firme, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada (4-10 cm),
- Bhsm 112-155 cm+; bruno-forte (7,5YR 5/6, úmido), mosqueado comum, médio e proeminente bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmido) e mosqueado pouco, grande e proeminente vermelho (2,5YR 4/8, úmido); franco-arenosa; maciça coesa; poucos poros; extremamente dura, extremamente firme, não plástica e não pegajosa,

RAÍZES: Muitas no Ap; comuns no E1; poucas em E2 e Bh,

OBSERVAÇÃO: Perfil descrito úmido,

Análise de Solo Interessado: USINA SÃO JOSÉ
Localização: ENGENHO D'ÁGUA

Nr de Campo:
Perfil: 02

No. de Laboratório		29305	29306	29307	29308	29309
Horizonte		Ap	E1	E2	Bh	Bhs m
Profundidade	(cm)	0-22	22-50	50-105	105-112	112-155
Calhaus > 20 mm	%(m/m)	0	0	0	0	0
Cascalho 20 - 2 mm	%(m/m)	0	0	0	0	0
Terra Fina < 2 mm	%(m/m)	100	100	100	100	100
Densidade aparente	(g/cm ³)	1,60	1,68	1,78	1,52	1,30
Densidade real	(g/cm ³)	2,61	2,65	2,68	2,65	2,72
Porosidade total	%(V/V)	39	37	34	43	52
Granulometria (disp.com(NaPO3)n)						
Areia Grossa > 0.2 - 0.2 mm	g/kg	700	694	640	558	449
Areia Fina 0.2 - 0.05 mm	g/kg	243	270	318	302	292
Silte 0.05 - 0.002 mm	g/kg	37	16	22	49	168
Argila <0.002 mm	g/kg	20	20	20	91	91
Argila Natural	g/kg	10	10	10	10	0
Grau de Flocculação	%(m/m)	50	50	50	89	100
Relação silte/argila		1,85	0,80	1,10	0,54	1,85
Classificação textural		AR	AR	AR	ARF	FAR
Umidade a 1,5 MPa	%(m/m)	1,70	1,50	1,10	7,10	7,90
Umidade a 0,03 MPa	%(m/m)	5,00	5,10	4,50	10,30	12,80
Água útil	%(m/m)	3,30	3,60	3,40	3,20	4,90
CAD	(L/m ²)	116,2	169,3	332,9	34,0	273,9
Porcentagem de Saturação	(%)	22	22	20	26	32
CE extrato de saturação	(dS/m)	0,41	0,23	0,22	0,19	0,14
pH em água		5,6	5,8	6,2	4,7	5,0
pH em KCl 1M		5,2	5,0	5,8	4,0	4,3
Complexo sorativo (cmol(+) / kg)						
Cálcio		2,14	0,31	0,10	0,61	0,20
Magnésio		0,31	0,20	0,10	0,20	0,10
Potássio		0,11	0,01	0,01	0,17	0,04
Sódio		0,06	0,06	0,06	0,31	0,13
Soma de bases(SB)		2,61	0,59	0,28	1,29	0,47
Hidrogênio		0,99	0,88	0,99	8,19	7,82
Alumínio		0,00	0,00	0,00	1,38	0,65
CTC a pH 7,0		3,60	1,47	1,27	10,86	8,94
Saturação por bases (V)	(%)	73	40	22	12	5
Saturação por alumínio	(%)	0,00	0,00	0,00	51,69	58,04
Saturação por sódio	(%)	1,67	4,08	4,72	2,85	1,45
Carbono	g/kg	20,61	4,02	1,11	20,34	27,57
Nitrogênio	g/kg	1,60	0,50	0,30	1,50	2,00
Relação C/N		12,81	8,00	3,67	13,47	13,70
Matéria Orgânica	g/kg	35,34	6,90	1,90	34,82	47,24
Fósforo assimilável (Mehlich)	mg/kg	85	3	1	53	5

LEGENDA: (AR) - AREIA (F) - FRANCO (FAR) - FRANCO ARENOSO (AGAR) - ARGILA ARENOSA (FAGS) - FRANCO ARGILO SILTOSO
(AG) - ARGILA (ARF) - AREIA FRANCA (FAG) - FRANCO ARGILOSO (FAGAR) - FRANCO ARGILO ARENOSO
(S) - SILTE (MAG) - MUITO ARGILOSO (FS) - FRANCO SILTOSO (AGS) - ARGILA SILTOSA
%(m/m) - %(MASSA/MASSA)
%(V/V) - %(VOLUME/VOLUME)

DESCRIÇÃO GERAL

PROJETO - Usina São José, Engenho Piedade

PERFIL – 3

DATA – 23/04/2007

CLASSIFICAÇÃO – ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico, fase floresta subperenifólia, relevo plano,

LOCALIZAÇÃO – Usina São José, Engenho Piedade, talhão 825, Igarassu, Pernambuco, Coordenadas UTM 25M 0280643 mE e 9133123 mN,

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira situada em topo plano de tabuleiro, levemente abaciado, com declividade de 0 a 2,5%, sob cultura de cana-de-açúcar,

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Terciário, Formação Barreiras, Sedimentos,

MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimentos arenosos,

PEDREGOSIDADE – Ausente,

ROCHOSIDADE – Não rochoso,

RELEVO LOCAL – Plano levemente abaciado,

RELEVO REGIONAL – Plano,

EROSÃO – Não aparente,

DRENAGEM – Moderada a imperfeitamente drenado, lençol freático a 182 cm,

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta tropical subperenifólia,

USO ATUAL – Cultura de cana-de-açúcar,

CLIMA – Ams` da Classificação de Köppen e 3dTh da Classificação de Gaussen,

DESCRITO E COLETADO POR – RIBEIRO, M, R, e LIMA, J,F,W, F,

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap 0-25 cm; cinzento-muito-escuro (10YR 3/1, úmido); areia; grãos simples e fraca, pequena granular; muitos poros; solta e macia, solta e muito friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada (20-30 cm),

E1 25-75 cm; cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, úmido); areia; grão simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição difusa e plana,

E2 75-200 cm; cinzento-claro (10YR 7/1, úmido); areia; grãos simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição abrupta,

Bhsm 200 cm+; poucos poros; extremamente duro e extremamente firme,

RAÍZES: Muitas no Ap; comuns no E1; poucas no E2,

OBSERVAÇÕES: Perfil descrito úmido,

O Bhsm foi coletado no material retirado pela escavadeira,

A presença de lençol freático a 182 cm impediu a descrição completa do Bhsm,

Análise de Solo Interessado: USINA SÃO JOSÉ
Localização: ENGENHO D'ÁGUA

Nr de Campo:
Perfil: 03

No. de Laboratório		29313	29314	29315	29316
Horizonte		Ap	E1	E2	Bhs m
Profundidade	(cm)	0-25	25-75	75-200	200+
Calhaus > 20 mm	%(m/m)	0	0	0	0
Cascalho 20 - 2 mm	%(m/m)	0	0	0	0
Terra Fina < 2 mm	%(m/m)	100	100	100	100
Densidade aparente	(g/cm ³)	1,57	1,72	1,75	1,38
Densidade real	(g/cm ³)	2,61	2,64	2,60	2,57
Porosidade total	%(V/V)	40	35	33	46
Granulometria(disp.com(NaPCO ₃)n)					
Areia Grossa 2 - 0.2 mm	g/kg	693	723	715	601
Areia Fina 0.2 - 0.05 mm	g/kg	219	238	250	234
Silte 0.05 - 0.002 mm	g/kg	48	19	15	145
Argila <0.002 mm	g/kg	40	20	20	20
Argila Natural	g/kg	10	10	10	10
Grau de Flocculação	%(m/m)	75	50	50	50
Relação silte/argila		1,20	0,95	0,75	7,25
Classificação textural		AR	AR	AR	ARF
Umidade a 1,5 MPa	%(m/m)	3,00	2,00	2,50	8,70
Umidade a 0,03 MPa	%(m/m)	6,80	3,70	3,30	15,80
Água útil	%(m/m)	3,80	1,70	0,80	7,10
CAD	(L/m ²)	149,1	146,2	175,0	979,8
Percentagem de Saturação	(%)	22	22	20	30
CE extrato de saturação	(dS/m)	0,91	0,23	0,22	0,17
pH em água		6,2	6,6	6,3	4,5
pH em KCl 1M		6,0	6,4	6,0	4,0
Complexo sortivo (cmo(+)/kg)					
Cálcio		3,35	0,30	0,20	0,61
Magnésio		0,51	0,20	0,20	0,10
Potássio		0,20	0,01	0,01	0,11
Sódio		0,13	0,06	0,06	0,19
Soma de bases(SB)		4,19	0,58	0,48	1,01
Hidrogênio		0,55	0,88	1,10	11,20
Alumínio		0,00	0,00	0,00	1,45
CTC a pH 7,0		4,74	1,46	1,58	13,66
Saturação por bases (V)	(%)	88	40	30	7
Saturação por alumínio	(%)	0,00	0,00	0,00	58,94
Saturação por sódio	(%)	2,74	4,11	3,80	1,39
Carbono	g/kg	17,99	1,70	0,60	33,37
Nitrogênio	g/kg	1,30	0,30	0,20	2,50
Relação C/N		13,77	5,67	3,00	13,32
Matéria Orgânica	g/kg	30,86	2,93	1,03	57,41
Fósforo assimilável (Mhelich)	mg/kg	329	10	2	10

LEGENDA: (AR) - AREIA (F) - FRANCO (FAR) - FRANCO ARENOSO (AGAR) - ARGILA ARENOSA (FAGS) - FRANCO ARGILO SILTOSO
(AG) - ARGILA (ARF) - AREIA FRANCA (FAG) - FRANCO ARGILOSO (FAGAR) - FRANCO ARGILO ARENOSO
(S) - SILTE (MAG) - MUITO ARGILOSO (FS) - FRANCO SILTOSO (AGS) - ARGILA SILTOSA
%(m/m) - %(MASSA/MASSA)
%(V/V) - %(VOLUME/VOLUME)

DESCRIÇÃO GERAL

PROJETO - Usina São José, Engenho Piedade

PERFIL – 4

DATA – 24/04/2007

CLASSIFICAÇÃO – ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico, fase floresta subperenifólia, relevo plano,

LOCALIZAÇÃO – Usina São José, Engenho Piedade, talhão 861, Igarassu, Pernambuco, Coordenadas UTM 25M 0283998 mE e 9134043 mN,

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira situada em topo plano de tabuleiro, levemente abaciado, com declividade de 0 a 2,5%, sob cultura de cana-de-açúcar,

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Terciário, Formação Barreiras, Sedimentos,

MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimentos arenosos,

PEDREGOSIDADE – Ausente,

ROCHOSIDADE – Não rochoso,

RELEVO LOCAL – Plano levemente abaciado,

RELEVO REGIONAL – Plano,

EROSÃO – Não aparente,

DRENAGEM – Moderada a imperfeitamente drenado,

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta tropical subperenifólia,

USO ATUAL – Cultura de cana-de-açúcar,

CLIMA – Ams` da Classificação de Köppen e 3dTh da Classificação de Gaussen,

DESCRITO E COLETADO POR – RIBEIRO, M, R, e LIMA, J,F,W, F,

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 0-25 cm; cinzento-escuro (10YR 4/1, úmido); areia; grãos simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição clara e ondulada (20-30 cm),
- E1 25-60 cm; bruno-acinzentado (10YR 5/2, úmido); areia; grão simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição difusa e plana,
- E2 60-120 cm; cinzento-claro (10YR 7/1, úmido); areia; grãos simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição clara e plana,
- Bhs 120-125 cm; bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmido); areia-franca; maciça moderadamente coesa; muitos poros; dura, friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada (5-10 cm),
- Bsm 125 cm+; bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido) e bruno (10YR 5/3, úmido), mosqueado comum, médio e proeminente vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido); areia-franca; maciça coesa; poucos poros; extremamente dura, extremamente firme, não plástica e não pegajosa,

RAÍZES: Muitas no Ap; poucas no E1; raras no E2,

Análise de Solo

Interessado: USINA SÃO JOSÉ
Localização: ENGENHO D'ÁGUA

Nr de Campo:
Perfil: 04

No. de Laboratório		29321	29322	29323	29324	29325
Horizonte		Ap	E1	E2	Bh s	Bs m
Profundidade	(cm)	0-25	25-60	60-120	120-1:	125+
Calhaus > 20 mm	%(m/m)	0	0	0	0	0
Cascalho 20 - 2 mm	%(m/m)	0	0	0	0	0
Terra Fina < 2 mm	%(m/m)	100	100	100	100	100
Densidade aparente	(g/cm ³)	1,60	1,68	1,78	1,54	1,16
Densidade real	(g/cm ³)	2,54	2,60	2,57	2,68	2,65
Porosidade total	%(V/V)	37	35	31	43	56
Granulometria(dis p.com(NaPO3)n)						
Areia Grossa 2 - 0.2 mm	g/kg	669	667	633	525	419
Areia Fina 0.2 - 0.05 mm	g/kg	257	286	314	326	342
Silte 0.05 - 0.002 mm	g/kg	34	27	33	109	209
Argila <0.002 mm	g/kg	20	20	20	40	30
Argila Natural	g/kg	10	10	10	10	10
Grau de Flocculação	%(m/m)	50	50	50	75	67
Relação silte/argila		1,70	1,35	1,65	2,72	6,97
Classificação textural		AR	AR	AR	ARF	ARF
Umidade a 1,5 MPa	%(m/m)	1,10	1,00	1,10	4,30	23,30
Umidade a 0,03 MPa	%(m/m)	3,90	2,80	2,20	10,60	40,40
Água útil	%(m/m)	2,80	1,80	1,10	6,30	17,10
CAD	(L/m ²)	112,0	105,8	117,5	48,5	
Porcentagem de Saturação	(%)	24	22	20	26	38
CE extrato de saturação	(dS/m)	0,29	0,23	0,22	0,19	0,12
pH em água		4,7	5,6	5,8	4,8	4,5
pH em KCl 1M		4,0	4,7	5,2	4,1	4,2
Complexo sorvivo	(cmol(+) / kg)					
Cálcio		1,01	0,10	0,10	0,61	0,41
Magnésio		0,20	0,10	0,10	0,10	0,20
Potássio		0,01	0,01	0,01	0,06	0,03
Sódio		0,06	0,06	0,06	0,13	0,06
Soma de bases(SB)		1,29	0,28	0,28	0,90	0,70
Hidrogênio		1,02	1,21	1,32	6,61	11,54
Alumínio		0,08	0,00	0,00	0,98	1,00
CTC a pH 7,0		2,39	1,49	1,60	8,49	13,24
Saturação por bases (V)	(%)	54	19	18	11	5
Saturação por alumínio	(%)	58,4	0,00	0,00	52,13	58,82
Saturação por sódio	(%)	2,51	4,03	3,75	1,53	0,45
Carbono	g/kg	11,72	2,20	0,60	28,09	37,63
Nitrogênio	g/kg	1,10	0,30	0,20	1,70	2,90
Relação C/N		10,64	7,33	3,00	16,44	12,90
Matéria Orgânica	g/kg	20,17	3,79	1,03	48,19	64,48
Fósforo assimilável (Mhelich)	mg/kg	3	2	1	26	7

LEGENDA: (AR) - AREIA (F) - FRANCO (FAR) - FRANCO ARENOSO (AGAR) - ARGILA ARENOSA (FAGS) - FRANCO ARGILO SILTOSO
(AG) - ARGILA (ARF) - ARBIA FRANCA (FAG) - FRANCO ARGILOSO (FAGAR) - FRANCO ARGILO ARENOSO (m/m) - %(MASSA/MASSA)
(S) - SILTE (MAG) - MUITO ARGILOSO (FS) - FRANCO SILTOSO (FAGS) - FRANCO ARGILO SILTOSO (V/V) - %(VOLUME/VOLUME)

DESCRIÇÃO GERAL

PROJETO - Usina São José, Engenho d'Água,

PERFIL – 5

DATA – 26/04/2007

CLASSIFICAÇÃO – ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico, fase floresta subperenifólia, relevo plano,

LOCALIZAÇÃO – Usina São José, Engenho d'Água, talhão 688, Igarassu, Pernambuco, Coordenadas UTM 25M 0278850 mE e 9130964 mN,

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira situada em encosta suave de área deprimida, em topo de tabuleiro, com declividade de 2,5 a 5%, sob cultura de cana-de-açúcar,

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Terciário, Formação Barreiras, Sedimentos,

MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimentos arenosos,

PEDREGOSIDADE – Ausente,

ROCHOSIDADE – Não rochoso,

RELEVO LOCAL – Suave ondulado,

RELEVO REGIONAL – Plano e suave ondulado,

EROSÃO – Não aparente,

DRENAGEM – Imperfeitamente drenado, Lençol freático suspenso a 85 cm de profundidade

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta tropical subperenifólia,

USO ATUAL – Cultura de cana-de-açúcar,

CLIMA – Ams` da Classificação de Köppen e 3dTh da Classificação de Gaussen,

DESCRITO E COLETADO POR – RIBEIRO, M, R, e LIMA, J,F,W, F,

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap 0-25 cm; cinzento muito escuro (10YR 3/1, úmido); areia; grãos simples e fraca, pequena granular; muitos poros; solta e macia, solta, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada (20-26 cm),

E 25-103 cm; cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, úmido); areia; grão simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e plana,

Bhsm 103 cm+; bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, úmido) e bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmido); areia-franca; maciça coesa; poucos poros; extremamente dura, extremamente firme, não plástica e não pegajosa,

RAÍZES: Muitas no Ap; raras no E,

OBSERVAÇÃO: Perfil descrito úmido, na presença de lençol suspenso,

Análise de Solo Interessado: USINA SÃO JOSÉ
Localização: ENGENHO D'ÁGUA

Nr de Campo: 5
Perfil: 5

No. de Laboratório		29351	29352	29353
Horizonte		Ap	E	Bhs m
Profundidade	(cm)	0-25	25-103	103+
Calhaus > 20 mm	%(m/m)	0	0	0
Cascalho 20 - 2 mm	%(m/m)	0	0	0
Terra Fina < 2 mm	%(m/m)	100	100	100
Densidade aparente	(g/cm ³)	1,83	1,78	1,36
Densidade real	(g/cm ³)	2,51	2,54	2,51
Porosidade total	%(V/V)	35	30	46
Granulometria(disp.com(NaPO ₃)n)				
Areia Grossa 2 - 0.2 mm	g/kg	701	669	601
Areia Fina 0.2 - 0.05 mm	g/kg	221	271	261
Silte 0.05 - 0.002 mm	g/kg	0	40	60
Argila <0.002 mm	g/kg	78	20	78
Argila Natural	g/kg	10	10	10
Grau de Flocculação	%(m/m)	87	50	87
Relação silte/argila		0,00	2,00	0,77
Classificação textural		AR	AR	ARF
Umidade a 1,5 MPa	%(m/m)	1,10	1,00	7,70
Umidade a 0,03 MPa	%(m/m)	4,90	2,70	16,10
Água útil	%(m/m)	3,80	1,70	8,40
CAD	(L/m ²)	154,9	236,0	
Percentagem de Saturação	(%)	20	20	32
CE extrato de saturação	(dS/m)	0,35	0,25	0,16
pH em água		4,9	5,7	4,8
pH em KCl 1M		4,2	5,3	4,4
Complexo sortivo	(cmol(+) / kg)			
Cálcio		1,73	0,41	0,31
Magnésio		0,20	0,20	0,31
Potássio		0,03	0,01	0,03
Sódio		0,06	0,06	0,06
Soma de bases(SB)		2,02	0,69	0,70
Hidrogênio		1,76	2,31	8,09
Alumínio		0,11	0,00	0,60
CTC a pH 7,0		3,89	3,00	9,39
Saturação por bases (V)	(%)	52	23	7
Saturação por alumínio	(%)	5,16	0,00	46,15
Saturação por sódio	(%)	1,54	2,00	0,64
Carbono	g/kg	19,49	1,71	33,89
Nitrogênio	g/kg	1,00	0,20	2,60
Relação C/N		19,40	8,50	12,96
Matéria Orgânica	g/kg	33,45	2,93	58,10
Fósforo assimilável (Mehlich)	mg/kg	57	2	9

LEGENDA: (AR) - AREIA (F) - FRANCO (FAR) - FRANCO ARENOSO (AGAR) - ARGILA ARENOSA (FAGS) - FRANCO ARGILO SILTOSO
(AG) - ARGILA (ARF) - ARBIA FRANCA (FAG) - FRANCO ARGILOSO (FAGAR) - FRANCO ARGILO ARENOSO
(S) - SILTE (MAG) - MUITO ARGILOSO (FS) - FRANCO SILTOSO (AGS) - ARGILA SILTOSA
%(m/m) - %(MASSA/MASSA)
%(V/V) - %(VOLUME/VOLUME)

DESCRIÇÃO GERAL

PROJETO - Usina São José, Engenho d'Água

PERFIL – 6,

DATA – 26/04/2007

CLASSIFICAÇÃO – ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico, fragipânico, fase floresta subperenifólia, relevo plano,

LOCALIZAÇÃO – Usina São José, Engenho d'Água, talhão 692, Igarassu, Pernambuco, Coordenadas UTM 25M 0279582 mE e 9131051 mN,

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira situada em topo plano de tabuleiro, com declividade de 0 a 2,5%, sob cultura de cana-de-açúcar,

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Terciário, Formação Barreiras, Sedimentos,

MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimentos arenosos,

PEDREGOSIDADE – Ausente,

ROCHOSIDADE – Não rochoso,

RELEVO LOCAL – Plano,

RELEVO REGIONAL – Plano,

EROSÃO – Não aparente,

DRENAGEM – Moderada a imperfeitamente drenado,

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta tropical subperenifólia,

USO ATUAL – Cultura de cana-de-açúcar,

CLIMA – Ams` da Classificação de Köppen e 3dTh da Classificação de Gaussen,

DESCRITO E COLETADO POR – RIBEIRO, M, R, e LIMA, J,F,W, F,

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 0-25 cm; bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido); areia; maciça pouco coesa e fraca pequena e média granular; muitos poros; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada (22-30 cm),
- AE 25-47 cm; bruno (10YR 4/3, úmido); areia; maciça pouco coesa; muitos poros; friável, não plástica e não pegajosa; transição gradual e ondulada (18-25 cm),
- E 47-85 cm; bruno (10YR 5/3, úmido); areia-franca; maciça moderadamente coesa; muitos poros; friável, não plástica e não pegajosa; transição gradual e ondulada (30-50 cm),
- Bhs 85-120 cm; bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido), mosqueado pouco, médio e distinto bruno-escuro (7,5YR 3/4, úmido)); areia-franca; maciça moderadamente coesa; muitos poros; friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada (14-80 cm),
- Bhsx 120 cm+; amarelo-brunado (10YR 6/6, úmido), mosqueado abundante, médio e grande proeminente bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/4, úmido) e vermelho (2,5YR 4/6, úmido); franco-arenosa; maciça coesa; poucos poros; extremamente dura, muito firme, não plástica e não pegajosa,

RAÍZES: Muitas no Ap; poucas no AE; raras no E,

OBSERVAÇÕES: Foram coletadas 5 amostras para análises físicas e químicas,

Análise de Solo Interessado: USINA SÃO JOSÉ
Localização: ENGENHO D'ÁGUA

Nr de Campo:
Perfil: 06

No. de Laboratório		29346	29347	29348	29349	29350
Horizonte		Ap	AE	E	Bhs	Bhsx
Profundidade	(cm)	0-25	25-47	47-85	85-12	120+
Calhaus > 20 mm	%(m/m)	0	0	0	0	0
Cascalho 20 - 2 mm	%(m/m)	0	0	0	0	0
Terra Fina < 2 mm	%(m/m)	100	100	100	100	100
Densidade aparente	(g/cm ³)	1,55	1,49	1,43	1,42	1,28
Densidade real	(g/cm ³)	2,61	2,65	2,68	2,72	2,72
Porosidade total	%(V/V)	41	44	47	48	54
Granulometria(dis.p.com(NaPO ₃)n)						
Areia Grossa 2 - 0,2 mm	g/kg	697	647	600	588	445
Areia Fina 0,2 - 0,05 mm	g/kg	219	272	276	264	274
Silte 0,05 - 0,002 mm	g/kg	44	31	5	49	172
Argila <0,002 mm	g/kg	40	50	119	99	109
Argila Natural	g/kg	10	30	30	10	10
Grau de Flocculação	%(m/m)	75	40	75	90	91
Relação silte/argila		1,10	0,62	0,04	0,49	1,58
Classificação textural		AR	AR	ARF	ARF	FAR
Umidade a 1,5 MPa	%(m/m)	2,20	1,80	3,10	5,10	16,70
Umidade a 0,03 MPa	%(m/m)	7,30	5,30	8,00	13,90	28,60
Água útil	%(m/m)	5,10	3,50	4,90	8,80	11,90
CAD	(L/m ²)	197,6	114,7	266,3	437,4	
Porcentagem de Saturação	(%)	24	24	28	30	34
CE extrato de saturação	(dS/m)	0,50	0,21	0,18	0,17	0,15
pH em água		6,4	5,7	5,4	5,1	5,0
pH em KCl 1M		5,8	4,8	4,6	4,6	4,8
Complexo sorvivo	(cmol(+)/kg)					
Cálcio		2,85	0,71	0,20	0,20	0,20
Magnésio		0,61	0,31	0,20	0,20	0,10
Potássio		0,17	0,03	0,01	0,01	0,04
Sódio		0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Soma de bases(SB)		3,49	1,11	0,48	0,48	0,41
Hidrogênio		0,55	1,43	2,02	4,04	4,29
Alumínio		0,00	0,00	0,18	0,25	0,22
CTC a pH 7,0		4,04	2,54	2,68	4,77	4,92
Saturação por bases (V)	(%)	86	44	18	10	8
Saturação por alumínio	(%)	0,00	0,00	27,27	34,25	34,92
Saturação por sódio	(%)	1,49	2,36	2,24	1,26	1,22
Carbono	g/kg	16,31	12,08	8,35	23,45	16,11
Nitrogênio	g/kg	1,30	0,90	0,90	1,80	1,20
Relação C/N		12,46	13,33	9,22	12,94	13,33
Matéria Orgânica	g/kg	27,93	20,69	14,31	40,17	27,58
Fósforo assimilável(Mhlich)	mg/kg	80	6	2	9	8

LEGENDA: (AR) - AREIA (F) - FRANCO (FAR) - FRANCO ARENOSO (AGAR) - ARGILA ARENOSA (FAGS) - FRANCO ARGILO SILTOSO
(AG) - ARGILA (ARF) - AREIA FRANCA (FAG) - FRANCO ARGILOSO (FAGAR) - FRANCO ARGILO ARENOSO
(S) - SILTE (MAG) - MUITO ARGILOSO (FS) - FRANCO SILTOSO (AGS) - ARGILA SILTOSA
%(m/m) - %(MASSA/MASSA)
%(V/V) - %(VOLUME/VOLUME)

DESCRIÇÃO GERAL

PROJETO - Usina São José, Engenho Piedade

PERFIL – 7

DATA – 24/04/2007,

CLASSIFICAÇÃO – ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico dúrico arênico, fase floresta subperenifólia, relevo plano,

LOCALIZAÇÃO – Usina São José, Engenho Piedade, talhão 796, Igarassu, Pernambuco, Coordenadas UTM 25M 0280693 mE e 9134533 mN,

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira situada em topo plano de tabuleiro, levemente abaciado, com declividade de 0 a 2,5%, sob cultura de cana-de-açúcar,

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Terciário, Formação Barreiras, Sedimentos,

MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimentos arenosos,

PEDREGOSIDADE – Ausente,

ROCHOSIDADE – Não rochoso,

RELEVO LOCAL – Plano levemente abaciado,

RELEVO REGIONAL – Plano,

EROSÃO – Não aparente,

DRENAGEM – Imperfeitamente drenado, Lençol freático a 74 cm,

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta tropical subperenifólia,

USO ATUAL – Cultura de cana-de-açúcar,

CLIMA – Ams` da Classificação de Köppen e 3dTh da Classificação de Gaussen,

DESCRITO E COLETADO POR – RIBEIRO, M, R, e LIMA, J,F,W, F,

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap 0-22 cm; cinzento-muito-escuro (10YR 3/1, úmido); areia; grãos simples e fraca, pequena granular; muitos poros; solta e macia, solta e muito friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e plana,

E 22-95 cm; cinzento-claro (10YR 7/2, úmido); areia; grãos simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada,

Bhsm 95 cm+; bruno (10YR 5/3, úmido), mosqueado comum, médio e proeminente bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/4, úmido) e vermelho (2,5YR 4/8, úmido); franco-arenosa; maciça coesa; poucos poros; extremamente dura, extremamente firme, não plástica e não pegajosa,

RAÍZES: Muitas no Ap; poucas no E,

OBSERVAÇÕES: Canavial morto no entorno do perfil

Perfil descrito encharcado,

O horizonte Bhsm foi coletado no material retirado pela retroescavadeira, devido à presença de lençol freático,

Análise de Solo Interessado: USINA SÃO JOSÉ
Localização: ENGENHO D'ÁGUA

Nr de Campo:
Perfil: 7

No. de Laboratório		29310	29311	29312
Horizonte		Ap	E	Bhs m
Profundidade	(cm)	0-22	22-95	95+
Calhaus > 20 mm	%(m/m)	0	0	0
Cascalho 20 - 2 mm	%(m/m)	0	0	0
Terra Fina < 2 mm	%(m/m)	100	100	100
Densidade aparente	(g/cm ³)	1,53	1,78	1,26
Densidade real	(g/cm ³)	2,60	2,64	2,71
Porosidade total	%(VV)	41	33	54
Granulometria(dis.p.com(NaPCO ₃))n				
Areia Grossa > 0.2 mm	g/kg	753	682	534
Areia Fina 0.2 - 0.05 mm	g/kg	192	289	255
Silte 0.05 - 0.002 mm	g/kg	35	9	121
Argila <0.002 mm	g/kg	20	20	90
Argila Natural	g/kg	0	0	10
Grau de Flocculação	%(m/m)	100	100	89
Relação silte/argila		1,75	0,46	1,34
Classificação textural		AR	AR	FAR
Umidade a 1,5 MPa	%(m/m)	1,50	1,50	11,00
Umidade a 0,03 MPa	%(m/m)	4,20	4,60	15,10
Água útil	%(m/m)	2,70	3,10	4,10
CAD	(L/m ²)	90,9	402,8	
Porcentagem de Saturação	(%)	24	22	32
CE extrato de saturação	(dS/m)	0,75	0,23	0,14
pH em água		4,6	4,7	4,3
pH em KCl 1M		3,2	3,8	3,6
Complexo sorativo	(cmol(+) / kg)			
Cálcio		0,71	0,10	0,51
Magnésio		0,10	0,10	0,10
Potássio		0,06	0,01	0,11
Sódio		0,06	0,06	0,19
Soma de bases(SB)		0,93	0,28	0,91
Hidrogênio		1,90	1,78	8,75
Alumínio		0,85	0,42	1,26
CTC a pH 7,0		3,68	2,48	10,92
Saturação por bases (V)	(%)	25	11	8
Saturação por alumínio	(%)	47,75	60,00	58,06
Saturação por sódio	(%)	1,83	2,42	1,74
Carbono	g/kg	16,42	1,00	22,08
Nitrogênio	g/kg	1,23	0,20	1,60
Relação C/N		13,33	5,00	13,75
Matéria Orgânica	g/kg	28,27	1,72	37,93
Fósforo assimilável (Mhelich)	mg/kg	6	1	7

LEGENDA: (AR) - AREIA (F) - FRANCO (FAR) - FRANCO ARENOSO (AGAR) - ARGILA ARENOSA (FAGS) - FRANCO ARGILO SILTOSO
(AG) - ARGILA (ARF) - ARÉIA FRANCA (FAG) - FRANCO ARGILOSO (FAGAR) - FRANCO ARGILO ARENOSO
(S) - SILTE (MAG) - MUITO ARGILOSO (FS) - FRANCO SILTOSO (AGS) - ARGILA SILTOSA
%(m/m) - %(MASSA/MASSA)
%(VV) - %(VOLUME/VOLUME)

DESCRIÇÃO GERAL

PROJETO - Usina São José, Engenho Piedade

PERFIL – 8

DATA – 30/04/2007

CLASSIFICAÇÃO – ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico dúrico arênico, fase floresta subperenifólia, relevo plano,

LOCALIZAÇÃO – Usina São José, Engenho d'Água, talhão 705, Igarassu, Pernambuco, Coordenadas UTM 25M 0278293 mE e 9132196 mN,

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira situada em topo plano de tabuleiro, ligeiramente deprimido, com declividade de 0 a 2,5%, sob cultura de cana-de-açúcar,

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Terciário, Formação Barreiras, Sedimentos,

MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimentos arenosos,

PEDREGOSIDADE – Ausente,

ROCHOSIDADE – Não rochoso,

RELEVO LOCAL – Plano levemente abaciado,

RELEVO REGIONAL – Plano,

EROSÃO – Não aparente,

DRENAGEM – Moderada a imperfeitamente drenado,

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta tropical subperenifólia,

USO ATUAL – Cultura de cana-de-açúcar,

CLIMA – Ams` da Classificação de Köppen e 3dTh da Classificação de Gaussen,

DESCRITO E COLETADO POR – RIBEIRO, M, R, e LIMA, J,F,W, F,

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 0-15 cm; bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido); areia; grãos simples e maciça pouco coesa; muitos poros; solta e muito friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada (12-25 cm),
- E1 15-50 cm; bruno-acinzentado (10YR 5/2, úmido); areia; grão simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana,
- E2 50-80 cm; cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, úmido); areia; grãos simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada (20-30 cm),
- Bhx 80-90 cm; bruno muito escuro (7,5YR 2,5/2, úmido) e bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmido); areia-franca; maciça moderadamente coesa; poros comuns; extremamente dura, muito firme, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada (3-30 cm),
- Bsm 90-130 cm+; amarelado-brunado (10YR 6/8, úmido), mosqueado comum, pequeno e proeminente vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); areia-franca; maciça coesa; poucos poros; extremamente dura, extremamente firme, não plástica e não pegajosa,

RAÍZES: Muitas no Ap; comuns no E1; poucas no E2,

OBSERVAÇÕES: Perfil descrito úmido

O horizonte Bhx também ocorre na forma de penetrações ou bolsões dentro do Bsm,

Análise de Solo

Interessado: USINA SÃO JOSÉ
Localização: ENGENHO D'ÁGUA

Nr de Campo:
Perfil: 08

No. de Laboratório		29371	29372	29373	29374	29375
Horizonte		Ap	E1	E2	Bhx	Bs m
Profundidade	(cm)	0-15	15-50	58-80	80-90	90-130
Calhaus > 20 mm	%(m/m)	0	0	0	0	0
Cascalho 20 - 2 mm	%(m/m)	0	0	0	0	0
Terra Fina < 2 mm	%(m/m)	100	100	100	100	100
Densidade aparente	(g/cm ³)	1,65	1,62	1,76	1,34	1,35
Densidade real	(g/cm ³)	2,57	2,60	2,63	2,51	2,58
Porosidade total	%(V/V)	36	38	33	47	48
Granulometria (disp.com(NaPCO ₃)n)						
Areia Grossa 2 - 0.2 mm	g/kg	699	643	633	569	507
Areia Fina 0.2 - 0.05 mm	g/kg	234	297	300	292	293
Silte 0.05 - 0.002 mm	g/kg	37	40	47	69	130
Argila <0.002 mm	g/kg	30	20	20	70	70
Argila Natural	g/kg	10	10	10	10	10
Grau de Floculação	%(m/m)	67	50	50	86	86
Relação silte/argila		1,23	2,00	2,35	0,99	1,86
Classificação textural		AR	AR	AR	ARF	ARF
Umidade a 1,5 MPa	%(m/m)	1,30	1,00	1,00	9,70	10,80
Umidade a 0,03 MPa	%(m/m)	8,70	3,80	3,60	14,30	14,00
Água útil	%(m/m)	7,40	2,80	2,60	4,60	3,20
CAD	(L/m ²)	183,1	158,8	100,7	61,6	172,8
Percentagem de Saturação	(%)	22	22	18	32	30
CE extrato de saturação	(dS/m)	0,32	0,23	0,39	0,25	0,17
pH em água		4,0	4,9	4,6	4,1	4,4
pH em KCl 1M		3,2	3,9	4,0	3,7	4,1
Complexo sorativo (cmol(+) / kg)						
Cálcio		0,30	0,41	0,20	0,31	0,20
Magnésio		0,10	0,10	0,20	0,41	0,10
Potássio		0,03	0,01	0,01	0,06	0,06
Sódio		0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Soma de bases(SB)		0,50	0,58	0,48	0,83	0,43
Hidrogênio		1,03	1,64	2,05	10,22	2,83
Alumínio		0,40	0,12	0,15	1,00	0,25
CTC a pH 7,0		1,93	2,34	2,68	12,05	3,51
Saturação por bases (V)	(%)	26	25	18	7	12
Saturação por alumínio	(%)	44,44	17,14	23,81	54,64	36,76
Saturação por sódio	(%)	3,11	2,56	2,24	0,50	1,71
Carbono	g/kg	7,41	4,21	2,10	35,29	14,67
Nitrogênio	g/kg	0,50	0,30	0,30	2,80	1,10
Relação C/N		14,80	14,00	7,00	12,54	13,27
Matéria Orgânica	g/kg	12,76	7,24	3,62	60,51	25,17
Fósforo assimilável (Mehlich)	mg/kg	54	18	2	10	1

LEGENDA: (AR) - AREIA (F) - FRANCO (FAR) - FRANCO ARENOSO (AGAR) - ARGILA ARENOSA (FAGS) - FRANCO ARGILO SILTOSO
(AG) - ARGILA (ARF) - AREIA FRANCA (FAG) - FRANCO ARGILOSO (FAGAR) - FRANCO ARGILO ARENOSO
(S) - SILTE (MAG) - MUITO ARGILOSO (FS) - FRANCO SILTOSO (AGS) - ARGILA SILTOSA
%(m/m) - %(MASSA/MASSA)
%(V/V) - %(VOLUME/VOLUME)

DESCRIÇÃO GERAL

PROJETO - Usina São José, Engenho Piedade

PERFIL – 9

DATA – 24/04/2007

CLASSIFICAÇÃO – ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico fragipânico, textura média (leve), fase floresta subperenifólia, relevo plano,

LOCALIZAÇÃO – Usina São José, Engenho Piedade, talhão 854, Igarassu, Pernambuco, Coordenadas UTM 25M 0280943 mE e 9132136 mN,

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira situada em topo plano de tabuleiro, com declividade de 0 a 2,5%, sob cultura de cana-de-açúcar,

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Terciário, Formação Barreiras, Sedimentos,

MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimentos areno-argilosos,

PEDREGOSIDADE – Ausente,

ROCHOSIDADE – Não rochoso,

RELEVO LOCAL – Plano,

RELEVO REGIONAL – Plano,

EROSÃO – Não aparente,

DRENAGEM – Moderadamente drenado,

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta tropical subperenifólia,

USO ATUAL – Cultura de cana-de-açúcar,

CLIMA – Ams` da Classificação de Köppen e 3dTh da Classificação de Gaussen,

DESCRITO E COLETADO POR – RIBEIRO, M, R, e LIMA, J,F,W, F,

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap 0-25 cm; bruno-escuro (10YR 3/3, úmido); areia-franca; maciça pouco coesa e fraca, pequena e média granular; muitos poros; friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada (20-35 cm),

E 25-60 cm; bruno (10YR 5/3, úmido); franco-arenosa; maciça moderadamente coesa e fraca, pequena e média blocos subangulares; muitos poros; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e ondulada (26-40 cm),

Bs/Bsm 60-95 cm; bruno (10YR 5/3, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, úmido); franco-arenosa; maciça coesa e fraca, pequena e média blocos subangulares; muitos poros; extremamente firme e friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada (20-40 cm),

Bsx 95-190 cm+; bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido), mosqueado comum, médio a grande e proeminente vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido) e vermelho (2,5YR 4/6, úmido); franco-arenosa; maciça moderadamente coesa e fraca, pequena e média blocos subangulares; poros comuns; extremamente dura, muito firme, não plástica e não pegajosa,

RAÍZES: Muitas no Ap; comuns em E e Bs/Bsm; raras no Bsx,

OBSERVAÇÕES: A cor mais escura do Bs/Bsm, corresponde às partes cimentadas e endurecidas,
Perfil descrito úmido,
Perfil transicional para Argissolo Amarelo fragipânico,

Análise de Solo Interessado: USINA SÃO JOSÉ
Localização: ENGENHO D'ÁGUA

Nr de Campo:
Perfil: 09

No. de Laboratório		29317	29318	29319	29320
Horizonte		Ap	E	Bs/Bsm	Bsx
Profundidade	(cm)	0-25	25-60	60-95	95-190+
Calhaus > 20 mm	%(m/m)	0	0	0	0
Cascalho 20 - 2 mm	%(m/m)	0	0	0	0
Terra Fina < 2 mm	%(m/m)	100	100	100	100
Densidade aparente	(g/cm ³)	1,48	1,27	1,30	1,29
Densidade real	(g/cm ³)	2,57	2,57	2,61	2,68
Porosidade total	%(V/V)	42	51	50	52
Granulometria (disp.com(NaPCO ₃)n)					
Areia Grossa 2 - 0.2 mm	g/kg	610	511	521	509
Areia Fina 0.2 - 0.05 mm	g/kg	241	237	221	283
Silte 0.05 - 0.002 mm	g/kg	11	94	180	110
Argila <0.002 mm	g/kg	138	158	78	98
Argila Natural	g/kg	30	30	30	10
Grau de Flocculação	%(m/m)	78	81	62	90
Relação silte/argila		0,08	0,59	2,31	1,12
Classificação textural		ARF	FAR	FAR	ARF
Umidade a 1,5 MPa	%(m/m)	3,70	6,90	18,40	12,10
Umidade a 0,03 MPa	%(m/m)	8,30	10,80	29,00	20,90
Água útil	%(m/m)	4,60	3,90	10,60	8,80
CAD	(L/m ²)	170,2	173,4	482,3	1078,
Porcentagem de Saturação	(%)	22	28	30	34
CE extrato de saturação	(dS/m)	0,23	0,18	0,17	0,15
pH em água		4,7	4,6	4,8	4,9
pH em KCl 1M		4,4	4,4	4,5	4,6
Complexo sortivo (cmo(+)/kg)					
Cálcio		0,71	0,20	0,20	0,20
Magnésio		0,20	0,10	0,10	0,10
Potássio		0,04	0,01	0,01	0,03
Sódio		0,06	0,06	0,06	0,06
Soma de bases (SB)		1,02	0,38	0,38	0,40
Hidrogênio		2,00	2,73	3,32	2,65
Alumínio		0,20	0,35	0,20	0,10
CTC a pH 7,0		3,22	3,46	3,90	3,15
Saturação por bases (V)	(%)	32	11	10	13
Saturação por alumínio	(%)	16,39	47,95	34,48	20,00
Saturação por sódio	(%)	1,86	1,73	1,54	1,90
Carbono	g/kg	11,43	10,23	20,61	5,63
Nitrogênio	g/kg	1,00	0,90	1,50	0,70
Relação C/N		11,40	11,33	13,67	8,00
Matéria Orgânica	g/kg	19,65	17,58	35,34	9,65
Fósforo assimilável (Mhelich)	mg/kg	11	2	1	1

LEGENDA: (AR) - AREIA (F) - FRANCO (FAR) - FRANCO ARENOSO (AGAR) - ARGILA ARENOSA (FAGS) - FRANCO ARGILO SILTOSO
(AG) - ARGILA (ARF) - AREIA FRANCA (FAG) - FRANCO ARGILOSO (FAGAR) - FRANCO ARGILO ARENOSO
(S) - SILTE (MAG) - MUITO ARGILOSO (FS) - FRANCO SILTOSO (AGS) - ARGILA SILTOSA
%(m/m) - %(MASSA/MASSA)
%(V/V) - %(VOLUME/VOLUME)

DESCRIÇÃO GERAL

PROJETO – Destilaria Miriri, Fazenda Santa Emília III,

PERFIL – 10

DATA – 14/01/2009,

CLASSIFICAÇÃO – ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico, fase cerrado, relevo plano,

LOCALIZAÇÃO – Destilaria Miriri, fazenda Santa Emília III, município de Rio Tinto, Paraíba, Coordenadas UTM 25M 0277436 mE e 9236876 mN,

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira em topo plano ligeiramente deprimido de tabuleiro, sob cultivo de cana-de-açúcar,

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Terciário, Formação Barreiras, Sedimentos

MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimentos arenosos,

PEDREGOSIDADE – Ausente,

ROCHOSIDADE – Não rochoso,

RELEVO LOCAL – Plano,

RELEVO REGIONAL – Plano, com declividades entre 0 e 2,5%,

EROSÃO – Não aparente,

DRENAGEM – Moderada a imperfeitamente drenado,

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Cerrado,

USO ATUAL – Cultura de cana-de-açúcar,

DESCRITO E COLETADO POR – Mateus R, Ribeiro e Mateus R, Ribeiro Filho,

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 0-13 cm; cinzento muito escuro (10YR 3/1, úmido); areia; grãos simples e maciça muito pouco coesa; muitos poros; solta e macia, solta e muito friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada(10-13 cm),
- AE 13-43 cm; bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido); areia; maciça muito pouco coesa e fraca pequena granular; muitos poros; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição clara e ondulada (24-34 cm),
- E1 43-84 cm; bruno (7,5YR 5/2, úmido); areia; maciça muito pouco coesa; muitos poros; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição difusa e plana,
- E2 84-115 cm; cinzento (7,5YR 6/1); areia; grãos simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição clara e plana,
- Bh 115-130 cm; bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmido); areia; maciça pouco coesa; muitos poros; ligeiramente dura, friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e plana,
- Bhsm 130-150 cm+; mistura de cores, bruno (10YR 5/3, úmido) e bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido), mosqueado comum, médio e proeminente bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 2,5/3); areia-franca; maciça muito coesa; poucos poros; extremamente dura, extremamente firme, não plástica e não pegajosa,

RAÍZES: Muitas em Ap e AE; ausentes nos demais,

OBSERVAÇÃO: Perfil coletado úmido,

Análise de Solo

Interessado: VÂNIA SOARES DE CARVALHO
Localização: DESTILARIA MIRIRI - STA EMILIA III

Nr de Campo:
Perfil: 10

No. de Laboratório		22	23	24	25	26	27
Horizonte		Ap	AE	E1	E2	Bh	Bhm
Profundidade	(cm)	0-13	13-43	43-84	84-115	115-130	130-150+
Calhaus > 20 mm	%(m/m)	0	0	0	0	0	0
Cascalho 20 - 2 mm	%(m/m)	0	0	0	0	0	0
Terra Fina < 2 mm	%(m/m)	100	100	100	100	100	100
Densidade aparente	(g/cm ³)	1,51	1,61	1,70	1,77	1,60	1,40
Densidade real	(g/cm ³)	2,44	2,47	2,60	2,56	2,50	2,47
Porosidade total	%(V/V)	38	35	35	31	36	43
Granulometria(dis p.com(NaPCO ₃)n)							
Areia Grossa 2 - 0,2 mm	g/kg	698	738	722	646	604	534
Areia Fina 0,2 - 0,05 mm	g/kg	224	206	240	324	262	286
Silte 0,05 - 0,002 mm	g/kg	58	36	18	10	114	160
Argila <0,002 mm	g/kg	20	20	20	20	20	20
Argila Natural	g/kg	0	0	0	0	0	10
Grau de Flocculação	%(m/m)	100	100	100	100	100	50
Relação silte/argila		2,90	1,80	0,90	0,50	5,70	8,00
Classificação textural		AR	AR	AR	AR	AR	ARF
Percentagem de Saturação	(%)	280	20	18	16	28	30
CE extrato de saturação	(dS/m)	0,11	0,45	0,33	0,38	0,54	0,37
pH em água		4,9	4,5	4,4	4,3	4,1	4,4
pH em KCl 1M		4,5	3,9	3,9	4,1	4,0	4,0
Complexo sortivo	(cmol(+) / kg)						
Cálcio		1,42	0,61	0,30	0,30	0,30	0,30
Magnésio		1,52	0,40	0,20	0,20	0,20	0,30
Potássio		0,07	0,01	0,01	0,00	0,01	0,03
Sódio		0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Soma de bases(SB)		3,20	1,03	0,52	0,51	0,52	0,64
Hidrogênio		1,37	1,66	0,30	0,84	1,24	0,35
Alumínio		0,06	0,10	0,14	0,04	0,85	0,86
CTC a pH 7,0		4,63	2,79	0,96	1,39	2,61	1,85
Saturação por bases (V)	(%)	69	37	54	37	20	35
Saturação por alumínio	(%)	1,84	8,85	21,21	7,27	62,04	57,33
Saturação por sódio	(%)	4,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carbono	g/kg	20,10	15,80	1,20	0,40	15,20	16,10
Nitrogênio	g/kg	1,50	1,20	0,20	0,10	1,10	1,30
Relação C/N		13,40	13,17	6,00	4,00	13,82	12,38
Matéria Orgânica	g/kg	34,65	27,24	2,07	0,69	26,20	27,76
Fósforo assimilável(Mhlich)	mg/kg	30	18	4	4	2	1

LEGENDA: (AR) - AREIA (F) - FRANCO (FAR) - FRANCO ARENOSO (AGAR) - ARGILA ARENOSA (FAGS) - FRANCO ARGILO SILTOSO
(AG) - ARGILA (ARF) - AREIA FRANCA (FAG) - FRANCO ARGILOSO (FAGAR) - FRANCO ARGILO ARENOSO
(S) - SILTE (MAG) - MUITO ARGILOSO (FS) - FRANCO SILTOSO (AGS) - ARGILA SILTOSA
%(m/m) - %(MASSA/MASSA)
%(V/V) - %(VOLUME/VOLUME)

DESCRIÇÃO GERAL

PROJETO – Destilaria Miriri, Fazenda Santa Emília III,

PERFIL –11

DATA – 14/01/2009,

CLASSIFICAÇÃO – ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico argissólico espessarênico, dúrico, fase cerrado, relevo plano (ARGISSOLO ACINZENTADO DISTRÓFICO abrupção dúrico espódico)

LOCALIZAÇÃO – Destilaria Miriri, fazenda Santa Emília III, município de Rio Tinto, Paraíba, Coordenadas UTM 25M 0277957 mE e 9236956 mN,

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira em topo plano ligeiramente deprimido de tabuleiro, sob cultivo de cana-de-açúcar,

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Terciário, Formação Barreiras, Sedimentos

MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimentos arenosos,

PEDREGOSIDADE – Ausente,

ROCHOSIDADE – Não rochoso,

RELEVO LOCAL – Plano,

RELEVO REGIONAL – Plano, com declividades entre 0 e 2,5%,

EROSÃO – Não aparente,

DRENAGEM – Moderada a imperfeitamente drenado,

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Cerrado,

USO ATUAL – Cultura de cana-de-açúcar,

DESCRITO E COLETADO POR – Mateus R, Ribeiro e Mateus R, Ribeiro Filho,

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 0-20 cm; cinzento-escuro (10YR 4/1, úmido) e cinzento-claro (10YR 6/1, seco); areia; grãos simples e fraca pequena e média granular; muitos poros; solta e macia, solta e muito friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada (15-25 cm),
- E1 20-50 cm; cinzento (10YR 5/1, úmido); areia; grãos simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição clara e plana,
- E2 50-105 cm; bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido); areia; maciça pouco coesa; muitos poros; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição gradual e ondulada (55-66 cm),
- E3 105-130 cm; bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido); areia; maciça pouco coesa; muitos poros; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e irregular (10-30 cm),
- Bstm 130-140 cm+; cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, úmido), mosqueado pouco, médio e distinto bruno-forte (7,5YR 5/6); franco-arenosa; maciça coesa; poucos poros; extremamente dura, extremamente firme, não plástica e não pegajosa,
- RAÍZES: Muitas no Ap; comuns em E1 e E2; muitas no E3; ausentes no Bstm,
 - OBSERVAÇÕES: Perfil transicional para Argissolo Acinzentado, Observa-se a necessidade de definir a precedência taxonômica no caso da ocorrência coincidente de B espódico e B textural,

Análise de Solo Interessado: VÂNIA SOARES DE CARVALHO
Localização: DESTILARIA MIRIRI - STA EMILIA III

Nr de Campo:
Perfil: 11

No. de Laboratório		28	29	30	31	32
Horizonte		Ap	E1	E2	E3	Bs tm
Profundidade	(cm)	0-20	20-50	50-105	105-130	130-140+
Calhaus > 20 mm	%(m/m)	0	0	0	0	0
Cascalho 20 - 2 mm	%(m/m)	0	0	0	0	0
Terra Fina < 2 mm	%(m/m)	100	100	100	100	100
Densidade aparente	(g/cm ³)	1,54	1,63	1,61	1,64	1,32
Densidade real	(g/cm ³)	2,50	2,56	2,60	2,60	2,56
Porosidade total	%(V/V)	38	36	38	37	48
Granulometria(disp.com(NaPCO ₃)n)						
Areia Grossa 2 - 0.2 mm	g/kg	736	742	658	704	460
Areia Fina 0.2 - 0.05 mm	g/kg	224	234	286	240	266
Silte 0.05 - 0.002 mm	g/kg	20	4	36	36	142
Argila <0.002 mm	g/kg	20	20	20	20	132
Argila Natural	g/kg	0	0	0	0	0
Grau de Flocculação	%(m/m)	100	100	100	100	100
Relação silte/argila		1,00	0,20	1,80	1,80	1,08
Classificação textural		AR	AR	AR	AR	FAR
Percentagem de Saturação	(%)	22	18	20	18	26
CE extrato de saturação	(dS/m)	0,50	0,28	0,25	0,28	0,19
pH em água		4,7	4,6	4,5	4,7	4,4
pH em KCl 1M		4,0	4,0	4,4	4,6	4,0
Complexo sorvivo	(cmol(+) / kg)					
Cálcio		0,81	0,20	0,30	0,20	0,20
Magnésio		0,40	0,20	0,20	0,10	0,10
Potássio		0,03	0,01	0,00	0,00	0,00
Sódio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Soma de bases(SB)		1,04	0,42	0,51	0,30	0,30
Hidrogênio		1,41	1,11	1,21	0,56	0,97
Alumínio		0,13	0,21	0,22	0,10	0,35
CTC a pH 7,0		2,58	1,74	1,94	0,96	1,62
Saturação por bases (V)	(%)	40	24	26	31	19
Saturação por alumínio	(%)	11,11	33,33	30,14	25,00	53,85
Saturação por sódio	(%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carbono	g/kg	10,60	4,40	7,70	1,30	9,20
Nitrogênio	g/kg	0,80	0,50	0,50	0,20	0,80
Relação C/N		13,25	8,80	15,40	6,50	11,50
Matéria Orgânica	g/kg	18,27	7,59	13,27	2,24	15,86
Fósforo assimilável (Mhelich)	mg/kg	3	3	2	1	2

LEGENDA: (AR) - AREIA (F) - FRANCO (FAR) - FRANCO ARENOSO (AGAR) - ARGILA ARENOSA (FAGS) - FRANCO ARGILO SILTOSO
(AG) - ARGILA (ARF) - AREIA FRANCA (FAG) - FRANCO ARGILOSO (FAGAR) - FRANCO ARGILO ARENOSO
(S) - SILTE (MAG) - MUITO ARGILOSO (FS) - FRANCO SILTOSO (AGS) - ARGILA SILTOSA
%(m/m) - %(MASSA/MASSA)
%(V/V) - %(VOLUME/VOLUME)

DESCRIÇÃO GERAL

PROJETO – Destilaria Miriri, Fazenda Santa Emília II,

PERFIL – 12

DATA – 28/03/2009,

CLASSIFICAÇÃO – ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico espessarênico, dúrico, fase cerrado, relevo plano,

LOCALIZAÇÃO – Destilaria Miriri, fazenda Santa Emília II, município de Rio Tinto, Paraíba, Coordenadas UTM 25M 0281947 mE e 9238477 mN,

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira em topo plano ligeiramente deprimido de tabuleiro, sob cultivo de cana-de-açúcar,

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Terciário, Formação Barreiras, Sedimentos

MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimentos arenosos,

PEDREGOSIDADE – Ausente,

ROCHOSIDADE – Não rochoso,

RELEVO LOCAL – Plano levemente deprimido,

RELEVO REGIONAL – Plano, com declividades entre 0 e 2,5%,

EROSÃO – Não aparente,

DRENAGEM – Moderada a imperfeitamente drenado,

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Cerrado,

USO ATUAL – Cultura de cana-de-açúcar,

DESCRITO E COLETADO POR – Mateus R, Ribeiro e Mateus R, Ribeiro Filho,

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 0-20 cm; bruno-escuro (10YR 3/2, úmido) e bruno (7,5YR 5/2, seco); areia; maciça pouco coesa; muitos poros; ligeiramente dura, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada(16-22 cm),
- E1 20-40 cm; bruno (7,5YR 4/2, úmido); areia; grãos simples; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana,
- E2 40-60 cm; bruno-escuro (7,5YR 3/4, úmido); areia; maciça pouco coesa; muitos poros; ligeiramente dura, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana,
- E3 60-105 cm; bruno (10YR 5/3, úmido); areia; maciça pouco coesa; muitos poros; ligeiramente dura, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada (23-35 cm),
- Bsm 105-120 cm+; mistura de cores, bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, úmido) e bruno-amarelado (10YR 5/8, úmido); areia-franca; maciça coesa; poucos poros; extremamente dura, extremamente firme, não plástica e não pegajosa,

RAÍZES: Muitas em Ap e E1; comuns no E2; muitas no E3; ausentes no Bsm,

OBSERVAÇÃO: Perfil relacionado com ligeiro abaciamento em área de Argissolo Acinzentado,

Análise de Solo Interessado: DESTILARIA MIRIRI
Localização: SANTA EMILIA II

Nr de Campo:
Perfil: 12

No. de Laboratório		536	537	538	539	540
Horizonte		Ap	E1	E2	E3	Bs m
Profundidade	(cm)	0-20	20-40	40-60	60-105	105-120+
Calhaus > 20 mm	%(m/m)	0	0	0	0	0
Cascalho 20 - 2 mm	%(m/m)	0	0	0	0	0
Terra Fina < 2 mm	%(m/m)	100	100	100	100	100
Densidade aparente	(g/cm ³)	1,60	1,59	1,48	1,59	1,38
Densidade real	(g/cm ³)	2,50	2,53	2,56	2,60	2,60
Porosidade total	%(V/V)	36	37	42	39	47
Granulometria(dis p.com(NaPC3)n)						
Areia Grossa 2 - 0.2 mm	g/kg	722	686	649	648	589
Areia Fina 0.2 - 0.05 mm	g/kg	191	224	237	239	263
Silte 0.05 - 0.002 mm	g/kg	23	26	50	49	84
Argila <0.002 mm	g/kg	64	64	64	64	64
Argila Natural	g/kg	0	0	0	0	0
Grau de Flocculação	%(m/m)	100	100	100	100	100
Relação silte/argila		0,36	0,41	0,78	0,77	1,31
Classificação textural		AR	AR	AR	AR	ARF
Porcentagem de Saturação	(%)	22	20	24	22	30
CE extrato de saturação	(dS/m)	0,36	0,25	0,21	0,32	0,27
pH em água		4,2	4,4	4,1	4,0	4,1
pH em KCl 1M		3,8	3,9	4,2	4,4	4,4
Complexo sortivo	(cmol(+) / kg)					
Cálcio		0,30	0,20	0,20	0,10	0,10
Magnésio		0,30	0,10	0,20	0,10	0,10
Potássio		0,03	0,01	0,01	0,00	0,01
Sódio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Soma de bases(SB)		0,64	0,32	0,42	0,20	0,22
Hidrogênio		2,02	1,16	1,87	2,17	5,42
Alumínio		0,51	0,38	0,55	0,25	0,41
CTC a pH 7,0		3,17	1,86	2,84	2,62	6,05
Saturação por bases (V)	(%)	20	17	15	8	4
Saturação por alumínio	(%)	44,35	54,29	56,70	55,56	65,08
Saturação por sódio	(%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carbono	g/kg	30,50	15,40	14,30	7,30	15,40
Nitrogênio	g/kg	2,20	1,10	1,00	0,60	1,20
Relação C/N		13,86	14,00	14,30	12,17	12,83
Matéria Orgânica	g/kg	52,58	26,55	24,65	12,59	26,55
Fósforo assimilável (Mhelich)	mg/kg	15	4	3	2	2

LEGENDA: (AR) - AREIA (F) - FRANCO (FAR) - FRANCO ARENOSO (AGAR) - ARGILA ARENOSA (FAGS) - FRANCO ARGILO SILTOSO
(AG) - ARGILA (ARF) - ARBIA FRANCA (FAG) - FRANCO ARGILOSO (FAGAR) - FRANCO ARGILO ARENOSO
(S) - SILTE (MAG) - MUITO ARGILOSO (FS) - FRANCO SILTOSO (AGS) - ARGILA SILTOSA
%(m/m) - %(MASSA/MASSA)
%(V/V) - %(VOLUME/VOLUME)

DESCRIÇÃO GERAL

PROJETO – Destilaria Miriri, Fazenda Santa Emília II,

PERFIL – 13

DATA – 03/04/2009,

CLASSIFICAÇÃO – EPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico arênico, dúrico, fase cerrado, relevo plano,

LOCALIZAÇÃO – Destilaria Miriri, fazenda Santa Emília II, município de Rio Tinto, Paraíba, Coordenadas UTM 25M 0281315 mE e 9238986 mN,

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Topo plano de tabuleiro, sob cultivo de cana-de-açúcar,

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Terciário, Formação Barreiras, Sedimentos

MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimentos arenosos,

PEDREGOSIDADE – Ausente,

ROCHOSIDADE – Não rochoso,

RELEVO LOCAL – Plano ligeiramente deprimido,

RELEVO REGIONAL – Plano, com declividades entre 0 e 2,5%,

EROSÃO – Não aparente,

DRENAGEM – Moderada a imperfeitamente drenado,

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Cerrado,

USO ATUAL – Cultura de cana-de-açúcar,

DESCRITO E COLETADO POR – Mateus R, Ribeiro e Mateus R, Ribeiro Filho,

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 0-20 cm; cinzento muito escuro (10YR 3/1, úmido) e cinzento (10YR 5/1, seco); areia; grãos simples e fraca pequena granular; muitos poros; solta e macia, solta e muito friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada (18-25 cm),
- E1 20-53 cm; bruno-acinzentado (10YR 5/2, úmido); areia; grãos simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana,
- E2 53-90 cm; cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, úmido); areia; grãos simples; muitos poros; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição clara e ondulada (35-42 cm),
- Bhs 90-102 cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmido) e bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido); franco-arenosa; maciça moderadamente coesa e fraca média blocos subangulares; muitos poros; friável e muito firme, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e ondulada (7-12 cm),
- Bsm 102-150 cm+; bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido) e bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, úmido); areia-franca; maciça coesa; extremamente dura, extremamente firme, não plástica e não pegajosa,

RAÍZES: Muitas no Ap; comuns no E1; poucas no E2; raras no Bhs; ausentes no Bsm,

OBSERVAÇÃO: O Bhs estava úmido,

Análise de Solo Interessado: DESTILARIA MIRIRI
Localização: SANTA EMÍLIA II

Nr de Campo:
Perfil: 13

No. de Laboratório		544	545	546	547	548
Horizonte		Ap	E1	E2	Bh ^s	Bs m
Profundidade	(cm)	0-20	20-53	53-90	90-102	105-150+
Calhaus > 20 mm	%(m/m)	0	0	0	0	0
Cascalho 20 - 2 mm	%(m/m)	0	0	0	0	0
Terra Fina < 2 mm	%(m/m)	100	100	100	100	100
Densidade aparente	(g/cm ³)	1,62	1,70	1,72	1,42	1,27
Densidade real	(g/cm ³)	2,50	2,53	2,56	2,50	2,50
Porosidade total	%(V/V)	35	33	33	43	49
Granulometria(disp.com(NaPCO ₃)n)						
Areia Grossa 2 - 0.2 mm	g/kg	748	701	650	527	482
Areia Fina 0.2 - 0.05 mm	g/kg	212	269	298	223	310
Silte 0.05 - 0.002 mm	g/kg	25	10	32	172	130
Argila <0.002 mm	g/kg	20	20	20	78	78
Argila Natural	g/kg	0	0	0	0	0
Grau de Flocculação	%(m/m)	100	100	100	100	100
Relação silte/argila		1,25	0,50	1,60	2,21	1,67
Classificação textural		AR	AR	AR	FAR	ARF
Porcentagem de Saturação	(%)	24	18	18	30	30
CE extrato de saturação	(dS/m)	0,33	0,28	0,28	0,40	0,47
pH em água		3,6	3,9	4,2	4,1	4,5
pH em KCl 1M		3,5	3,7	4,0	4,0	4,4
Complexo sorativo	(cmol(+) / kg)					
Cálcio		0,30	0,30	0,30	0,30	0,20
Magnésio		0,30	0,20	0,20	0,20	0,10
Potássio		0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Sódio		0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
Soma de bases(SB)		0,61	0,58	0,51	0,51	0,32
Hidrogênio		3,56	1,65	2,06	9,55	7,03
Alumínio		0,51	0,44	0,14	1,34	0,45
CTC a pH 7,0		4,68	2,67	2,71	11,40	7,80
Saturação por bases (V)	(%)	13	22	19	4	4
Saturação por alumínio	(%)	45,54	43,14	21,54	72,43	58,44
Saturação por sódio	(%)	0,00	2,25	0,00	0,00	0,00
Carbono	g/kg	24,50	2,00	1,40	36,00	21,00
Nitrogênio	g/kg	1,90	0,30	0,30	2,80	1,60
Relação C/N		12,89	6,67	4,67	12,86	13,13
Matéria Orgânica	g/kg	42,24	3,45	2,41	62,06	36,20
Fósforo assimilável (Mhlich)	mg/kg	20	4	11	3	2

LEGENDA: (AR) - AREIA (F) - FRANCO (FAR) - FRANCO ARENOSO (AGAR) - ARGILA ARENOSA (FAGS) - FRANCO ARGILO SILTOSO
(AG) - ARGILA (ARF) - AREIA FRANCA (FAG) - FRANCO ARGILOSO (FAGAR) - FRANCO ARGILO ARENOSO (m/m) - %(MASSA/MASSA)
(S) - SILTE (MAG) - MUITO ARGILOSO (FS) - FRANCO SILTOSO (AGS) - ARGILA SILTOSA (V/V) - %(VOLUME/VOLUME)

DESCRIÇÃO GERAL

PROJETO – Destilaria Miriri, Fazenda Santa Emília II,

PERFIL – 14

DATA – 03/04/2009,

CLASSIFICAÇÃO – ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico dúrico arênico, fase cerrado, relevo plano,

LOCALIZAÇÃO – Destilaria Miriri, fazenda Santa Emília II, município de Rio Tinto, Paraíba, Coordenadas UTM 25M 0280977 mE e 9237971 mN,

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Topo plano de tabuleiro, sob cultivo de cana-de-açúcar,

LITOLOGIA E CRONOLOGIA - Terciário, Formação Barreiras, Sedimentos

MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimentos areno-argilosos,

PEDREGOSIDADE – Ausente,

ROCHOSIDADE – Não rochoso,

RELEVO LOCAL – Plano,

RELEVO REGIONAL – Plano, com declividades entre 0 e 2,5%,

EROSÃO – Não aparente,

DRENAGEM – Moderadamente drenado,

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Transição cerrado/floresta,

USO ATUAL – Cultura de cana-de-açúcar,

DESCRITO E COLETADO POR – Mateus R, Ribeiro e Mateus R, Ribeiro Filho,

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap 0-20 cm; bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmido) e bruno (7,5YR 5/2, seco); areia; maciça poucocoesa e fraca pequena granular; muitos poros; ligeiramente dura, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição clara e ondulada (18-26 cm),

E1 20-60 cm; bruno (7,5YR 4/2, úmido); areia-franca; maciça pouco coesa e fraca pequena granular; muitos poros; ligeiramente dura, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição clara e ondulada (30-45 cm),

E2 60-90 cm; bruno (10YR 5/3, úmido); areia-franca; fraca pequena e média blocos subangulares; muitos poros; ligeiramente dura, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada (15-40 cm),

Bhs/Bsm 90-100 cm; bruno-avermelhado (5YR 4/6, úmido) e bruno (10YR 4/3, úmido); franco-arenosa; maciça coesa e fraca pequena e média blocos subangulares; muitos poros; dura e extremamente dura, friável e muito firme, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e ondulada (7-22 cm),

Bsm1 100-140 cm; bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, úmido), mosqueado comum, médio a grande e proeminente vermelho (2,5YR 4/8) e vermelho-amarelado (5YR 5/8); areia-franca; maciça coesa; poucos poros; extremamente dura, extremamente firme, não plástica e não pegajosa; transição gradual e irregular (22-45 cm),

Bsm2 140-160 cm+; bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/3, úmido), mosqueado comum, médio e distinto amarelo-brunado (10YR 6/6); franco-arenosa; maciça coesa; poucos poros; extremamente dura, extremamente firme, não plástica e não pegajosa,

RAÍZES: Muitas no Ap; comuns em E1 e E2; muitas no Bhs/Bsm; ausentes em Bsm1 e Bsm2,

Análise de Solo

 Interessado: DESTILARIA MIRIRI
 Localização: SANTA EMÍLIA II

 Nr de Campo:
 Perfil: 14

No. de Laboratório		549	550	551	552	553	554
Horizonte		Ap	E1	E2	Bhs/Bsm	Bs m1	Bs m2
Profundidade	(cm)	0-20	20-60	60-90	90-100	100-140	140-160
Calhaus > 20 mm	%(m/m)	0	0	0	0	0	0
Cascalho 20 - 2 mm	%(m/m)	0	0	0	0	0	0
Terra Fina < 2 mm	%(m/m)	100	100	100	100	100	100
Densidade aparente	(g/cm ³)	1,52	1,47	1,46	1,31	1,33	1,29
Densidade real	(g/cm ³)	2,44	2,60	2,60	2,47	2,53	2,56
Porosidade total	%(V/V)	38	43	44	47	47	50
Granulometria (disp. com (NaPCO ₃)n)							
Areia Grossa 2 - 0.2 mm	g/kg	661	632	639	538	487	480
Areia Fina 0.2 - 0.05 mm	g/kg	225	225	196	254	303	301
Silte 0.05 - 0.002 mm	g/kg	36	25	47	90	112	121
Argila <0.002 mm	g/kg	78	118	118	118	98	98
Argila Natural	g/kg	0	0	0	0	0	0
Grau de Floculação	%(m/m)	100	100	100	100	100	100
Relação silte/argila		0,46	0,21	0,40	0,76	1,14	1,23
Classificação textural		AR	ARF	ARF	FAR	ARF	FAR
Percentagem de Saturação	(%)	26	28	28	28	30	28
CE extrato de saturação	(dS/m)	0,27	0,21	0,25	0,32	0,23	0,32
pH em água		5,1	4,5	4,5	4,4	4,7	4,7
pH em KCl 1M		4,2	4,0	4,3	4,3	4,7	4,7
Complexo sorativo (cmol(+) / kg)							
Cálcio		0,81	0,30	0,20	0,20	0,20	0,20
Magnésio		0,40	0,20	0,10	0,20	0,20	0,30
Potássio		0,06	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Sódio		0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,06
Soma de bases (SB)		1,27	0,51	0,37	0,48	0,40	0,57
Hidrogênio		4,49	4,22	3,24	6,75	4,28	3,70
Alumínio		0,35	0,73	0,50	0,51	0,12	0,15
CTC a pH 7,0		6,11	5,46	4,11	7,74	4,80	4,42
Saturação por bases (V)	(%)	21	9	9	6	8	13
Saturação por alumínio	(%)	21,60	58,87	57,47	51,52	23,08	20,83
Saturação por sódio	(%)	0,00	0,00	1,46	0,78	0,00	1,36
Carbono	g/kg	31,00	2,70	7,90	24,20	8,40	8,20
Nitrogênio	g/kg	2,30	0,30	0,60	1,80	0,70	0,80
Relação C/N		13,48	9,00	13,17	13,44	12,00	10,25
Matéria Orgânica	g/kg	53,44	4,65	13,62	41,72	14,48	14,14
Fósforo assimilável (Mehlich)	mg/kg	6	3	3	2	2	2

LEGENDA: (AR) - AREIA (F) - FRANCO (FAR) - FRANCO ARENOSO (AGAR) - ARGILA ARENOSA (FAGS) - FRANCO ARGILO SILTOSO
 (AG) - ARGILA (ARF) - AREIA FRANCA (FAG) - FRANCO ARGILOSO (FAGAR) - FRANCO ARGILO ARENOSO (m/m) - %(MASSA/MASSA)
 (S) - SILTE (MAG) - MUITO ARGILOSO (FS) - FRANCO SILTOSO (AGS) - ARGILA SILTOSA (V/V) - %(VOLUME/VOLUME)