

MARIA DA CONCEIÇÃO DE ALMEIDA

**CARACTERIZAÇÃO DE UMA TOPOSSEQUÊNCIA SOB CULTIVO DE
BANANEIRA E VIDEIRA NA TRANSIÇÃO MATA-AGRESTE DE PERNAMBUCO**

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

Orientador: Mateus Rosas Ribeiro Filho, Dr.

Co-orientadores: Clístenes Williams Araújo do Nascimento, Dr.

Mateus Rosas Ribeiro, PhD.

Recife- PE

2009

FICHA CATALOGRÁFICA

A447c Almeida, Maria da Conceição
Caracterização de uma topossequência sob cultivo de
Bananeira e videira na transição Mata - Agreste de Pernambuco
/Maria da Conceição Almeida. -- 2009.
126 f. : il.

Orientador : Mateus Rosas Ribeiro Filho
Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) –Universi --
dade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de
Agronomia.
Inclui anexo e bibliografia.

CDD 631.44

1. Topossequência
2. Banana
3. Uva
4. Manejo do solo
5. Vicente Ferrer, São
6. Metais pesados
- I. Ribeiro Filho, Mateus Rosas
- II. Título

MARIA DA CONCEIÇÃO DE ALMEIDA

Dissertação intitulada CARACTERIZAÇÃO DE UMA TOPOSSEQUÊNCIA SOB CULTIVO DE BANANEIRA E VIDEIRA NA TRANSIÇÃO MATA-AGRESTE DE PERNAMBUCO, apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre, e aprovada em 20 de fevereiro de 2009.

**Mateus Rosas Ribeiro Filho, Dr.
Presidente da Banca Examinadora
(Orientador)**

**Clístenes Williams Araújo do Nascimento, Dr.
(Examinador)**

**José Ramon Barros Cantalice, Dr.
(Examinador)**

**Valdomiro Severino de Souza Júnior, Dr.
(Examinador)**

DOS CURRICULARES DO AUTOR

MARIA DA CONCEIÇÃO DE ALMEIDA – nascida em 02 de julho de 1978 em Cruz das Almas – BA, cursou Engenharia Agrônômica pelo Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal da Bahia, de 2000 a 2005. Durante esses anos desenvolveu inúmeros projetos, a começar no ano de 2001, como Bolsista de Iniciação científica, desenvolvendo o projeto “Comportamento das Variedades de Mamoeiro “Sunrise Solo” e “Tainung 1” Submetidas a Diferentes Manejos do Solo”; de 2003 a 2004 desenvolveu o trabalho “Caracterização e Eficiência de Fungos Micorrízicos Arbusculares com Fruteiras e Mandioca”, entre 2004 e 2005 trabalhou com desenvolvimento de tecnologias para a produção orgânica sustentável de abacaxi no semi-árido. No segundo semestre do ano de 2005 concluiu o Curso de Engenharia Agrônômica. A partir do primeiro semestre de 2006 esteve vinculada à execução do projeto “Estudo da Viabilidade de Reciclagem Agrícola de Lodo de Estação de Tratamento de Esgoto Municipal”. A partir do primeiro semestre de 2007 cursou o Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Ciência do Solo) da UFRPE, com conclusão em fevereiro de 2009.

“Senhor fazei de mim um instrumento de vossa paz

Onde houver ódio que eu leve o **amor**

Onde houver ofensa que eu leve o **perdão**

Onde houver discórdia que eu leve a **união**

Onde houver dúvida que eu leve a **fé**

Onde houver erro que eu leve a **verdade**

Onde houver desespero que eu leve a **esperança**

Onde houver tristeza que eu leve a **alegria**

Onde houver trevas que eu leve a **luz**

Oh! Mestre, fazei com que eu procure mais consolar do que ser consolado, compreender do que ser compreendido, amar do que ser amado, pois é dando que se recebe, é perdoando que se é perdoado, e é morrendo que se nasce para a vida eterna. “

Amém.

DEDICO

É com orgulho que dedico esta
dissertação aos amores de minha vida.

Meus pais,

Deodato de Almeida e Rosalina da Conceição.

OFEREÇO

A toda a minha família, pela compreensão e incentivo em todos esses anos que fiquei ausente, em especial aos irmãos (Francisca, Roberto, José, Ana Dalva, Antonio, Manuel (Jair) e Diolina) e aos meus sobrinhos (Andrea, Silvia, Reinaldo, Ricardo, Reisania, Rudinea, Rosivaldo, Katrine, Cintia, Josué, João, Jéssica, Joseane e a pequena Karen), minhas tias (Dita, Betinho, Cesária e Cândida) e aos amigos, dentre esses os cunhados (Matias, Antonia, Icaro, Madalena, Dasdores e Gilmar) , pelo apoio para que eu pudesse realizar este sonho.

Aos amigos, mestrandos, doutorandos e estagiários.

Nossa amizade jamais terá fim, porque Jesus está nos abençoando, nos zelando e olhando por nós. Depois que eu conheci essas pessoas tão especiais, nenhuma análise fiz mais só. Na alegria, nos acertos, nos sorrisos e até mesmo nos momentos de estresse; para compartilhar a nossa rotina diária, análise, análises. Sorrir e conviver com vocês foi um imenso prazer. Não importa a distância, nem se iremos nos encontrar, só sei que nunca vou esquecer as excelentes contribuições e experiências. Vocês serão amigos que Deus me abençoe!

AGRADECIMENTOS

O Deus, pelo sustento espiritual e por toda força e coragem para que esse sonho tornasse realidade.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, especialmente, ao Departamento de Agronomia – Área de Solos, pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Mateus Rosas Ribeiro Filho, ao Prof. PhD. Mateus Rosas Ribeiro e ao Prof. Dr. Clístenes Williams Araújo do Nascimento, pela oportunidade, orientação e paciência durante a realização deste trabalho, bem como pelos ensinamentos de vida.

Aos meus primeiros orientadores Dr. Aldo Vilar Trindade e Paulo Henrique Graziotti.

Aos Professores Dr^a. Maria Betânia Galvão Freire, Dr^a Sheila Maria Bretãs Brittar, Dr^a Maria de Fátima Cavalcanti Barros, Dr. Valdomiro Severino Souza Júnior; Dr. Marcelo Metri Corrêa, Dr. Júlio Vilar, Dr. Sami Michereff, Dr^a Adriana Accioly, Dr. José Ramon Cantalice pelos ensinamentos, pela amizade e pela boa convivência, contribuindo com os valiosos ensinamentos durante o período do curso.

Ao proprietário e administrador da Fazenda Oito Porcos (São Vicente Férrer-PE), Flávio Régis e Arnaldo, pela permissão e colaboração no desenvolvimento dos trabalhos.

Aos funcionários Maria do Socorro de Santana (Socorro), Severino dos Ramos Bastos (Seu Noca), Josué Camilo de Melo, José Fernando W. F. de Lima (Zeca), Anacleto José da Fonseca Júnior (Cleto), Sr. Camilo, pelos tantos serviços prestados.

Aos meus amigos da Pós-Graduação Ana Nery, André Suêlto, Carla Regine, Carol Malala, Edivan, Felizarda, Francisco, Laerte Amorim, Luciana Remigio, Luiz Guilherme, Leila Cruz, Marise Conceição; Milton Cesar; Patrik Diogo, Rômulo Vinicius, Rosemberg, Suzy Mary, Taís Emanuelle, Terezinha Xavier, Welka e Hailson Preston, pelas horas de estudo compartilhadas e de diversão e até mesmo de nervosismo, onde um tentava levantar o outro. Amigos, vocês fazem parte de minha história.

Aos amigos Eva Maria, Junior, Karla, Patrícia Ribeiro dos Santos, Paulo Medeiros, Leandra, Luciana Sampaio, Luciene da Silva, Celma Cardoso, Estela, Isabel Maia e

família, Jorge, Tâmara, Mary Jane, Marylucia, Milene, Sr. João, Sr. Luiz, pela união e carinho durante nossa caminhada.

Aos estagiários Edvan, Vilma, Andrea, Rafael e Fábio.

Aos amigos de Carpina, principalmente ao Dr. Djalma Euzébio Simões Neto, pela permissão e colaboração no uso do equipamento de absorção atômica.

Finalmente a todos que, de maneira direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE QUADROS	xi
LISTA DE TABELAS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Produção e Tratos Culturais de Videira e Bananeira	2
2.2 Estudos de Topossequência	3
2.3 Modificações no Solo sob Diferentes Sistemas de Cultivo	5
2.4 Teores de Metais Pesado em Áreas Cultivadas Com Bananeira e Videira	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1. Caracterização do Meio Físico de São Vicente Férrer	8
3.1.1 Localização da Área	8
3.1.2 Aspectos Fisiográficos	9
3.2 Trabalhos de Campo	10
3.3 Descrição das Propriedades Morfológicas	11
3.4 Preparo das Amostras	11
3.5 Análises Físicas	12
3.6. Análises Químicas	12
3.6.1 Extração dos micronutrientes Catiônicos, Cádmio e Chumbo	13
3.6.2 Extração por DCB (Ditionito – Citrato- Bicarbonato) e Oxalato	13
3.6.3 Extração por Ataque Sulfúrico	14
3.7 Análises Mineralógicas	14
3.8 Análises Estatísticas	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1 Topossequência em Solos Cultivados Com Bananeira	15
4.1.1 Teores de Si, Al e Fe em Topossequência de Solos Cultivados Com Bananeira	17
4.1.2 Propriedades em Topossequência de Solos Cultivados Com Bananeira	20
4.1.3 Propriedades Químicas em Topossequência de Solos Cultivados Com Bananeira	24
4.1.4 Características Mineralógicas dos Solos da Topossequência	27

4.1.5 Distribuição do Teor Total dos Micronutrientes Catiônicos, Cd e Pb em Profundidade na Toposequência	34
4.1.6 Distribuição do Teores Disponíveis dos Micronutrientes Catiônicos, Cd e Pb por Dois Extratores na Toposequência	38
4.2 ALTERAÇÕES DAS PROPRIEDADES DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO	45
4.2.1 Morfologia e Classificação dos Solos	45
4.2.2 Propriedades Físicas dos Solos	49
4.2.3 Propriedades Químicas dos Solos	53
4.2.4 Acúmulo e Disponibilidade de Micronutrientes e Metais Pesados	56
4.2.5 Interrelações entre Diferentes Sistemas de Cultivo	62
5. CONCLUSÕES	64
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
7. ANEXO	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da Área de Estudo. Município de São Vicente Férrer.	9
Figura 2: Difrátogramas das Argilas Sem Tratamento Químico	29
Figura 3: Difrátogramas das Argilas Saturadas Com Potássio (25 ⁰ C).	30
Figura 4: Difrátogramas das Argilas Saturadas Com Potássio (550 ⁰ C).	31
Figura 5: Difrátogramas dos Siltes Sem Tratamento Químico	32
Figura 6: Difrátogramas das Areias sem Tratamento Químico.	33
Figura 7: Teores de Manganês Extraídos Por Mehlich-1 e DTPA em Perfis de Solos Avaliados em Topossequência.	41
Figura 8: Teores de Chumbo extraídos por Mehlich-1 e DTPA em Perfis de Solos Avaliados em Topossequência.	42
Figura 9: Teores de Níquel Extraídos por Mehlich-1 e DTPA em Perfis de Solos Avaliados em Topossequência.	43
Figura 10: Teores de Cádmio Extraídos Por Mehlich-1 e DTPA em Perfis de Solos Avaliados em Topossequência.	44
Figura 11 Dendograma das Interrelações dos Três Diferentes Cultivos.	63
Figura 12: Perfis de Solos da Topossequência	107
Figura 13: Perfis de Solos dos Diferentes Ambientes	108

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Topossequência (Topo).	85
Quadro 2: Topossequência (Terço Superior).	89
Quadro 3: Topossequência (Terço Inferior).	93
Quadro 4: Solo sob Cultivo de Videira.	97
Quadro 5: Solo sob Cultivo de Bananeira.	101
Quadro 6: Solo sob Vegetação Nativa.	105

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1- Teores de SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 Obtidos Por Diferentes 19
Extratores e Principais Relações.
- Tabela 2- Propriedades Físicas dos Perfis de Solos Estudados em 23
Topossequência.
- Tabela 3- Propriedades Químicas dos Perfis de Solos Estudados em 26
Topossequência.
- Tabela 4- Teores de Micronutrientes Catiônicos, Cd e Pb em Perfis de 37
Solo Avaliados em Topossequência.
- Tabela 5- Teores de SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 Obtidos por Diferentes 48
Extratores e Principais Relações
- Tabela 6- Propriedades Físicas de Argissolos, Sob Diferentes Condições 52
de Uso em Duas Profundidades.
- Tabela 7- Propriedades Químicas dos Solos Sobre Diferentes Cultivos 55
em Profundidades.
- Tabela 8- Teores Médios Totais de Micronutrientes Catiônicos, Cd e Pb 60
em Duas Profundidades
- . Tabela 9- Teores Médios disponíveis de Micronutrientes Catiônicos, Cd 61
e Pb com DTPA em Duas Profundidades

RESUMO

Considerando a importância da posição do relevo no desenvolvimento do solo e as diferentes práticas de manejo este trabalho tem o objetivo de fazer uma caracterização morfológica, física, química e mineralógica, assim como determinar os teores de metais pesados em uma topossequência cultivada com bananeira e em solos sob cultivo de videira, bananeira e sob vegetação nativa. O estudo foi realizado no Município de São Vicente Férrer-PE, que apresenta relevo forte ondulado. No estudo foram feitas duas abordagens, na primeira foram selecionados três perfis numa encosta cultivada com bananeira, e mais três perfis, localizados um em cada uma das áreas de cultivo (videira e bananeira) e sob vegetação nativa (mata), numa mesma posição de relevo. Em todas as áreas perfis foram descritos morfológicamente e classificados pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Foram coletadas amostras em cada horizonte, em triplicata, de cada perfil. Na comparação entre as áreas de cultivo (uva, banana e mata), além das amostras do perfil, coletaram-se amostras aleatórias. Para cada situação de plantio foram coletadas três amostras compostas, cada obtida de vinte amostras simples, em duas profundidades (0-16 e 16-45 cm). As propriedades físicas avaliadas foram granulometria, argila dispersa em água, densidade do solo e das partículas, macro, micro e porosidade total, estabilidade de agregados e superfície específica. Na caracterização química, determinou-se pH em água e KCl, capacidade de troca de cátions, cátions trocáveis, carbono orgânico, fósforo disponível; teores totais e disponíveis dos metais micronutrientes (Zn, Cu, Fe, Mn e Ni) e os tóxicos Cd e Pb. A mineralogia foi caracterizada por difratometria de raios-x. Os resultados obtidos foram avaliados por análise de variância, teste T e multivariada com níveis de significância maiores que 95% ($<0,05$). Os resultados obtidos permitiram concluir que na topossequência as alterações na classificação dos solos foram causadas pelo cultivo e relevo. Foi encontrado um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico nitossólico no topo, que passa a Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico no terço superior, devido ao relevo acidentado e erosão diferenciada, e se torna Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico nitossólico no terço inferior, como resultado do acúmulo de nutrientes aplicados. As áreas sob cultivo de bananeira e videira sofreram forte processo erosivo. Apesar dos solos serem bem estruturados e permitirem bom desenvolvimento do sistema radicular, as áreas cultivadas apresentam um decréscimo na qualidade dos atributos físicos (densidade do solo, macro e microporosidade, estabilidade de agregados) da camada superficial. Nas áreas cultivadas a principal variação química é observada no elevado pH, pelo efeito da calagem, e no acúmulo de fósforo. Os metais estudados apresentam alguma movimentação em direção à parte mais baixa da topossequência, com destaque para o manganês, que aparece em concentração elevada em todo o perfil do terço inferior da encosta. Os teores de Pb, Ni e Cd na topossequência indicam contaminação da área, em especial o Cd, em praticamente toda a encosta, embora não apresentem teores disponíveis preocupantes. As áreas cultivadas apresentam grande acumulação de Cu, Zn, Mn e Ni, e pequena acumulação de Pb, mas com baixos teores disponíveis desses elementos. Os agrupamentos formados pela análise de Cluster confirmam a mata como sendo o ambiente testemunha de áreas sob cultivo, quando avaliado com características físicas e químicas do solo.

Palavras-chave: Banana; Uva; Manejo do solo; metais pesados; São Vicente Férrer.

ABSTRACT

Considering the importance of the relief on soil formation and differences between agricultural practices, this work has the objective of making a morphological, physical, chemical and mineralogical characterization and evaluating heavy metals contents on a toposequence of soils cultivated with banana, and in soils cultivated with grape and banana, and also under native vegetation. The study took place in the county of São Vicente Férrer, State of Pernambuco, Brazil, where high slopes represents the relief pattern. On this study we had two approaches, first were selected three soil profiles on a mountain-side cultivated with banana, and three more profiles, located each one in a different plantation system (grape and banana) and in an area under native vegetation (forest), on a similar topographic situation. In all areas the soil profiles were described morphologically and classified according to the Brazilian Soil Classification System. Samples were collected for each horizon, in triplicates, in each profile. On the comparison between the cultivated areas (grape, banana and forest), besides the samples of the profile, were collected random samples. For each plantation situation were collected three composed samples, each one obtained from twenty simple samples, in two depths (0-16 and 16-45 cm). The physical properties evaluated were grain size, clay dispersed in water, bulk density and particle density, macro, micro and total porosity, aggregate stability and specific surface. On the chemical characterization, were analyzed pH in water and KCl, cation exchange capacity, exchangeable cations, organic carbon, available phosphorus; total and available levels of cationic metallic micronutrients (Zn, Cu, Fe, Mn and Ni) and the toxic elements Cd and Pb. The mineralogy was analyzed by x-ray diffractometry. The results were evaluated by variance analysis, T test and multivariate analysis with significance levels higher than 95%. The results obtained permitted conclude that, on the toposequence, the differences in soil classification were caused by crop managing and topographic position. A nitossolic Distrofic Red-Yellow Argisol (according to Brazilian Soil Classification System) was found on the top level, and then was formed a tipic Distrofic Red-Yellow Argisol on the upper slope, due to the high degree of the slope and differential erosion between A and B horizon, and then a nitossolic Eutrofic Red-Yellow Argisol was found on the down slope position, as a result of nutrient accumulation from the upper levels. The areas cultivated with banana and grape had been submitted to a high erosion process. Despite the soils were well structured and had good root development, the cultivated sites presented a decrease in physical attributes quality (bulk density, macro and microporosity, aggregate stability) on the surface layers. On the cultivated areas the principal chemical change was observed on the high pH level, as a result of liming, and on phosphorus accumulation. The metals studied along the toposequence presented such a movement down slope, specially the Mn, which appears in high level in all horizons of the down slope profile. The contents of Pb, Ni and Cd along the toposequence indicates site contamination, especially for Cd, along all the slope, with exception of the top level position, on the Ap horizon, although they don't present high available levels. The cultivated areas presented high accumulation of Cu, Zn, Mn and Ni, and a little accumulation of Pb, but also with low available levels of these elements. The groups formed by Cluster analysis confirmed the forest site as being the original environment of the cultivated sites, when evaluated by soil physical and chemical characteristics.

Key-Words: Banana; Grape; Soil Management; heavy metals; São Vicente Férrer.

1. INTRODUÇÃO

A exploração agrícola de áreas pode torna-se preocupante em relação a conservação do meio ambiente, o que conduz a necessidade de avaliar as práticas de conservação do solo e a sustentabilidade da atividade agrícola para que se possa obter máxima produtividade. É importante as técnicas de cultivo em nível, construção de terraço, plantio de leguminosas como adubo verde.

Monitorar a área em que se pratica agricultura é de fundamental importância, pois gera uma agricultura de qualidade ambiental, devido às práticas de manejo que garantem sustentabilidade e produtividade das culturas. Em áreas com relevo íngreme, declividade elevada, utilizadas com agricultura, deve-se ter maiores cuidados devido à susceptibilidade à erosão.

Na atividade da fruticultura, principalmente quando praticada por produtores com assistência técnica deficiente, é comum a aplicação de elevadas doses de fertilizantes e defensivos para a obtenção de qualidade de frutos e produtividades adequadas.

Com relação ao meio ambiente, esta situação é agravada em regiões com relevo movimentado, onde os processos erosivos intensos levam à perda elevada de nutrientes, e ao transporte de todos esses insumos aplicados para as áreas mais baixas e cursos d'água. Dentro deste contexto é importante conhecer a heterogeneidade da área, para que se avaliem adequadamente as características e propriedades do solo que está sendo cultivado, o que é fundamental para a adoção de um manejo adequado.

O uso do solo é muito importante para a atividade agrícola, e o seu conhecimento torna-se cada vez mais necessário, evitando assim o seu uso inadequado. O uso adequado do solo pode levar à diminuição dos custos de produção e melhoria da qualidade ambiental.

O estudo das seqüências topográficas tem sido considerado uma importante e eficaz forma de avaliação do desenvolvimento das características e propriedades dos solos, influenciadas pelos diferentes fatores de formação destes. A comparação entre sistemas de cultivo é de fundamental importância para se prever modificações que ocorrerão ou estão ocorrendo, e subsidiar mudanças nos sistemas de produção. Dentro deste contexto, a avaliação dos teores de micronutrientes e metais pesados, que podem se acumular como efeito da aplicação desordenada de insumos e podem

causar danos ao ambiente e até mesmo às culturas, com riscos à saúde humana e animal, torna-se de extrema importância ambiental e econômica.

Esta dissertação inicia-se com a avaliação de uma topossequência em área de cultivo de bananeira, e diferentes áreas cultivadas, com bananeira e videira, comparando com uma mata como testemunha. Com o objetivo de conhecer os solos ao longo de um declive típico da região, caracterizando morfológica, física, química, mineralógica, avaliando os teores de metais pesados (total e disponível) e sua distribuição nos perfis de solos na topossequência e na área cultivada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção e tratos culturais de videira e bananeira

Teores de nutrientes em quantidade adequadas ao bom desenvolvimento da cultura favorecerão a alta produtividade. A produção nacional da uva foi de 1.232.564,000 toneladas em 63.288,00 ha de área plantada no Brasil nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil em 2001, segundo IBGE (2007). No entanto, a área em que foi desenvolvida a pesquisa, Fazenda Oito Porcos, apresenta 12 ha de cultivar Isabel, que produz uma média anual de 44.000 kg.ha⁻¹.ano⁻¹. (Informação do Produtor).

A cultivar 'Isabel' é muito vigorosa e produtiva, os cachos variam de pequenos a médios, cônicos e soltos. As bagas são médias, arredondadas, de cor preto-azulado, polpa mucilagínosa, sabor aframboesado, é pouco resistente à pós-colheita, devido ao rápido murchamento do engaço (Pommer et al., 2003).

O cultivo da videira requer por parte do viticultor amplo conhecimento e habilidade na cultura. A poda é uma técnica de eliminação de partes vegetais vivas ou mortas, com a finalidade de regularizar a produção, aumentar e melhorar a qualidade dos frutos através do estabelecimento do equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e a frutificação (Nogueira, 2002). Na poda são encurtados os ramos do ciclo anterior, visto que, apenas os ramos anuais frutificam.

A produção anual de banana no Brasil, em 2003, foi de mais de 6,8 milhões de toneladas (SIDRA/IBGE, 2005). O Nordeste contribuiu com 2,2 milhões de toneladas, colhidos em 176 mil ha, e Pernambuco, com 418 mil toneladas, em 35 mil ha, com predominância da cultivar Pacovan.

São Vicente Férrer-PE apresenta uma área produtora de 36 mil ha cultivados com bananeira, pertencentes a grandes agricultores, cuja produção, com bom nível tecnológico, é destinada também a outros Estados da região (Bezerra et al., 2008).

Embora exista um grande número de variedades de bananeira no Brasil, quando se consideram aspectos como preferência dos consumidores, produtividade, tolerância às doenças, porte adequado e resistência à seca e ao frio, restam poucas, e a Pacovan encontra-se entre essas, é um mutante natural da Prata. Vem ocupando lugar por ser mais produtiva, e apresentar resistência à Sigatoka-negra, Sigatoka-amarela e ao mal-do-Panamá e baixa suscetibilidade ao moko e ao nematóide cavernícola (Francelli, 2003).

Os tratos culturais são de fundamental importância para o bom desenvolvimento e produção; as principais exigências da cultura são o desbaste para eliminar os excessos de rebentos da touceira, a desfolha, eliminando folhas secas, que tem função apenas de proteção do solo e fonte de matéria orgânica e a eliminação do coração da bananeira, que favorece no peso dos cachos (Souza et al., 2003).

O manejo adequado do solo favorece o processo de produção, pois dele depende para atingir melhores índices produtivos e o retorno econômico da atividade.

2.2 Estudos de topossequência

Topossequência é definido como uma seqüência de diversos tipos de solos distribuídos de maneira regular e sistemática na paisagem, de acordo com a topografia, sobre um mesmo material de origem. Estes estudos permitem auxiliar no diagnóstico de problemas de degradação dos solos por erosão, na compreensão da relação entre pedogênese e evolução do relevo (Queiroz Neto, 2002).

Segundo Juhász (2006), estudos em topossequências ou dos solos de acordo com o relevo são eficazes na compreensão das condições de oxidação e drenagem na vertente e das relações solo-planta. As seqüências topográficas têm sido consideradas uma importante e eficaz forma de avaliação do desenvolvimento das características e propriedades dos solos. De acordo com Park & Burt (2002) os aspectos topográficos do terreno são os mais importantes indicadores da variação das propriedades do solo.

Reis et al. (2007), avaliando as variações da composição granulométrica e orgânica do solo em topossequência, notaram que os processos mais importantes

que ocorrem na topossequência contribuíram para a caracterização de um sistema pedológico composto de Latossolo, Cambissolo e Gleissolo, da alta para baixa vertente, havendo perda de material mineral (principalmente argila) e orgânico ao longo da vertente, especialmente no Cambissolo, localizado na encosta, com acúmulo de material orgânico no Gleissolo. Os horizontes de superfície têm textura argilosa à franco arenosa, com presença considerável de um maior teor de silte fino em profundidade nas áreas de Cambissolo e Gleissolo.

Pachepsky et al. (2001) destacaram a importância da segmentação da vertente no entendimento dos processos que envolvem o movimento e armazenamento de água dentro do perfil do solo e, ainda, sua relação com o transporte e a deposição de sedimentos, de maneira a provocar variabilidade espacial nos atributos do solo.

A posição do relevo na paisagem favorece a formação de um solo típico; de acordo com Barros (1986), no âmbito da Pedologia e também da Geomorfologia, vários são os autores que se preocupam com o estudo das topossequências, entre eles Bocquier (1973), Boulet (1978), Barros et al. (1982) e Queiroz Neto (1981), com base nesses conhecimentos percebe-se que o relevo está intimamente ligado com a gênese do solo. Da mesma maneira, a variação dos tipos de solo atua como forte indicativo da compartimentação ambiental, ou seja, o solo se coloca como elemento base para a distinção de ambientes (Resende, 2002).

A diferenciação lateral dos solos na paisagem depende de mecanismos pedogenéticos próprios, relacionados à adição, perda, transformação e translocação de materiais no solo, e que estes mecanismos podem acontecer a partir de uma cobertura inicial, serem descendentes e/ou remontantes nas vertentes, promover o aparecimento de novos solos independentemente do substrato rochoso e até mesmo controlar a evolução do próprio relevo (Santos, 2000).

As topossequências têm sido bastante utilizadas para o entendimento da pedogênese e do comportamento atual dos solos, sobretudo por permitir o estabelecimento de relações entre atributos dos solos e do relevo.

Balieiro et al. (2008) avaliaram numa topossequência a influência da paisagem na distribuição de atributos químicos e no uso da água. O crescimento do *Eucalyptus urophylla* evidenciou que o relevo possui forte influência sobre a distribuição dos nutrientes ao longo da topossequência.

O que pode também ser observado por Demattê et al. (2000), objetivando estudar as alterações de solos desenvolvidos numa topossequência composta por

diabásio e folhelho (Piracicaba, SP), e sua relação com os dados espectrais, pode concluir que as alterações das curvas espectrais em amostras superficiais e subsuperficiais de solos são decorrentes dos teores de matéria orgânica e argila, tendo sido importantes na sua caracterização, pois ao longo da topossequência, ocorre alterações nas características dos solos que influenciam a forma, as feições de absorção.

Ao longo de uma topossequência em geral, a posição inferior acumula material erodido, enriquecido em nutrientes, em relação às posições mais altas. Já em 1991, Klemmedson & Wienhold afirmaram que a topografia influencia o movimento e as transformações de nutrientes no solo.

2.3. Modificações no solo sob diferentes sistemas de cultivo

As rochas constituintes da crosta terrestre, quando exposta a atmosfera, sofrem a ação direta do calor do sol, da umidade das chuvas e do crescimento de organismos, dando início a processos dos quais decorrem inúmeras modificações no aspecto físico e na composição química dos minerais (Lepsch, 2002).

Essas modificações, conhecidas como processo de intemperismo, agem sobre a rocha e produzem o regolito, ou seja, um material semi-consolidado e alterado, que através dos processos pedogenéticos de adição, perda, translocação e transformação de materiais, solutos e energia evolui para a formação dos solos (Sumner, 2000).

Entre os aspectos do solo e ambiente influenciados pelo relevo, temos profundidade, diferenciação dos horizontes, espessura do horizonte A, teor de matéria orgânica, lixiviação, eluviação, acidez, características do lençol freático e erosão.

A retirada da cobertura vegetal original e a implantação de cultura, aliadas às práticas de manejo inadequadas, promovem o rompimento do equilíbrio entre o solo e o meio, modificando suas propriedades químicas, físicas e biológicas (Muller, 2001).

De acordo com Cavalcante et al. (2007), o manejo do solo e da cultura são importantes condicionadores da variabilidade de atributos do solo. Solos de mesma classe taxonômica, considerados relativamente homogêneos, podem apresentar variação em seus atributos como resultado da aplicação de diferentes práticas de manejo.

O solo mantido sob vegetação nativa apresenta atributos normalmente mais adequados ao desenvolvimento das plantas, favorecendo assim um melhor desenvolvimento das raízes. À medida que o solo vai sendo submetido ao uso agrícola, os atributos físicos sofrem alterações, geralmente desfavoráveis ao desenvolvimento radicular das culturas.

A relação entre o manejo e a qualidade do solo pode ser avaliada pelo comportamento das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Doran & Parkin, 1994). O efeito do manejo sobre as propriedades físicas do solo é dependente da sua textura e mineralogia, as quais influenciam a resistência do solo a determinada prática agrícola (Seybold et al., 1999).

Silva et al. (2005), avaliando as alterações de alguns atributos indicadores da qualidade física de um Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico típico, sob diferentes sistemas de manejo, pode observar que o menor revolvimento do solo, o acúmulo de carbono orgânico e a ação agregante do sistema radicular das gramíneas beneficiam a manutenção da qualidade do solo.

Uma vez que o efeito de sistemas de manejo sobre as propriedades físicas e químicas do solo e sobre a produção das culturas é dependente das condições do meio e do tempo de utilização, torna-se possível a elaboração de estratégias específicas para solução de problemas que porventura venham a ser detectados, tanto na superfície como em profundidade.

O uso de tecnologias nos diferentes sistemas de cultivo utilizados é muito variável, determinando por um lado altos rendimentos por área e, por outro, elevado capital, que em alguns casos pode comprometer a sustentabilidade agrícola. Lal (1999) e Beloti (2005) ressaltam que esses aspectos têm elevado o custo ambiental e econômico da produção agrícola, evidenciando a necessidade de revisão das práticas de manejo que melhorem a qualidade do solo, permitindo a sua utilização sustentável.

Gomes et al. (2004) afirmam que evitar a degradação de terras produtivas e avançar em aspectos específicos de qualidade dos solos são demandas que se relacionam com o aumento do conhecimento sobre a diferenciação de atributos dos solos nos seus respectivos ambientes naturais. Esse quadro ambiental pode, muitas vezes, resultar numa queda da produtividade ou até mesmo inviabilizar um empreendimento agrícola.

2.4. Teores de metais pesados em áreas cultivadas com bananeira e videira

O mercado de frutas de forma geral está em crescimento, tanto interna quanto externamente. A viticultura, por exemplo, proporciona a maior geração de emprego por hectare em relação a outras culturas, devido a suas peculiaridades nos tratos culturais (Cordeiro, 2006), em contraste com a bananicultura, conhecida como cultura tipicamente de pequeno produtor familiar, por usar baixo nível tecnológico. Ambas têm em comum, para os produtores, obtenção de elevadas produtividades e a intensificação das práticas agrícolas, o que algumas vezes leva à exploração indiscriminada do solo. Práticas como inadequado preparo do solo e uso excessivo de agroquímicos são fatores que aceleram a degradação do solo, diminuindo o seu potencial agrícola.

No decorrer dos últimos anos, o crescimento populacional e o desenvolvimento das atividades agrícolas têm contribuído para a contaminação dos solos. Dentre os contaminantes estão os metais pesados, que podem se acumular na cadeia trófica e atingir o homem, causando danos à saúde e degradação dos ecossistemas.

Existem muitos fatores relacionados com a agricultura que podem levar à degradação do solo e, como consequência, redução da capacidade produtiva das culturas. O manejo inadequado e intensivo do solo pode ocasionar um estado de degradação que, caso seja reversível, requer muito mais tempo e recurso para sua recuperação (Mendes, 2002). Assim, faz-se necessário o monitoramento dos solos manejados com vista à preservação da sua qualidade, para que o mesmo possa proporcionar uma produção continuada.

Avaliando a influência da posição topográfica e do uso agrícola sobre o acúmulo de metais pesados na microbacia de Caetés, Município de Paty do Alferes-RJ, Ramalho et al. (2000) verificaram, nas áreas que vêm sendo exploradas com olericultura há cerca de 15 anos, que a topografia da área e seu uso agrícola têm um efeito marcante na acumulação de metais pesados no solo: Quanto menor a declividade e mais freqüente o uso de agroquímicos, maior o teor de metais pesados nas camadas superficiais do solo.

A determinação dos teores de metais no solo não é suficiente para estimar sua mobilidade e, conseqüentemente, sua biodisponibilidade (Grupta & Sinhá, 2005). A dinâmica que se encontram os metais é fundamental para o entendimento da sua biodisponibilidade no meio (Alleoni et al., 2005).

Sabe-se que para determinar os elementos do solo são utilizados extratores, mas há padrões que não se encaixam para determinados elementos, devido aos teores baixos, sendo de difícil detecção, aumentando o erro analítico e ainda não há concordância nos métodos a serem usados, devido à natureza desses.

Segundo Nascimento (2001), o extrator deve solubilizar as formas disponíveis do nutriente, a quantidade do extrator deve ser medida com rapidez e precisão e, por último, as quantidades extraídas devem se correlacionar com as respostas da cultura ao nutriente em várias condições de solo.

De acordo com Abreu et al. (2001), no Brasil, ainda não existe um procedimento definido pela pesquisa para avaliar a disponibilidade de metais pesados potencialmente tóxicos, tais como Ni e Pb, sendo necessárias mais pesquisas na busca de extratores para teores disponíveis mais eficientes. Na literatura, pesquisadores questionam a eficiência dos extratores e se as concentrações estão de acordo com o teor disponível. É sabido que consideram a disponibilidade de acordo com as características dos solos e formas químicas em que se encontram os elementos. Hooda & Alloway (1996) verificaram que a elevação do pH pela calagem, em solos de diferentes texturas, diminuiu a disponibilidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do Meio Físico de São Vicente Férrer

3.1.1 Localização da área

O Município de São Vicente Férrer está localizado na mesorregião Agreste e na Microrregião Médio Capibaribe do Estado de Pernambuco, limitando-se a norte com Macaparana, a sul com Machados, a leste com Vicência, e a oeste com o Estado da Paraíba e Orobó (Figura 1). A área municipal ocupa 119,7 km² e representa 0,12 % do Estado de Pernambuco. Está inserido nas Folhas SUDENE de Surubim e Limoeiro na escala 1:100.000.

O município apresenta uma altitude aproximada de 419 metros e coordenadas geográficas de 07°35'28" S e 35°29'29" W, distando 130,5 km da capital, cujo acesso é feito pela BR-232/408 e PE-090/089 (CPRM, 2005).



Figura 1. Localização da área de estudo. Município de São Vicente Férrer.

3.1.2 Aspectos Fisiográficos

O Município de São Vicente Férrer está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 metros. Ocupa uma área de arco que se estende do sul de Alagoas até o Rio Grande do Norte.

O relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. A fertilidade dos solos é bastante variada, com certa predominância de média para alta.

Possui sua geologia composta por ortognaisses de composição granítica a tonalítica, com presença de monzonitos, monzodioritos e dioritos, que compreendem o embasamento do Terreno Rio Capibaribe, em sua unidade mais homogênea. Também possui granitos finos, róseos, com porções sieníticas e thronjemíticas (CPRM/AD-DIPER, 2001.)

A vegetação predominante da região em estudo é formada por Florestas Subcaducifólia e Caducifólia, próprias das áreas de agreste. A Floresta subcaducifólia corresponde, em parte, à "mata-seca", formação mesófila, com porte em torno de 20 metros (estrato mais alto), que apresenta como característica importante a perda das folhas de parte significativa de seus componentes,

notadamente do estrato arbóreo (Jacomine et al., 1973). De acordo com o mapa fitogeográfico de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM 1998), boa parte dos municípios corresponde à área da mata úmida.

O clima dessa zona é classificado, segundo Köppen, como As', quente e úmido com chuvas de outono-inverno (Beltrão & Macedo, 1994). A precipitação média anual é de 1.103 mm, a temperatura média anual de 24,1 °C, apresentando de cinco a seis meses com precipitação superior a 100 mm e um período seco de três a quatro meses. A estação chuvosa se inicia em janeiro/fevereiro com término em setembro, podendo se adiantar até outubro.

De acordo com a Embrapa/ZAPE (2000) e Silva et al. (2000), os solos da região são constituídos principalmente por Argissolos Vermelho-Amarelo e Vermelho, distrófico e eutrófico, sob relevo ondulado a montanhoso, esses tipos de solos predominam em mais de 50% da área do município.

3.2 Trabalhos de campo

Este trabalho consta, em forma geral, de duas etapas, nas quais se procurou avaliar o desenvolvimento dos solos, as características físicas, químicas e mineralógicas, assim como as modificações ocorridas pelo cultivo e a acumulação e disponibilidade de metais pesados em áreas cultivadas com bananeira e videira. O Município de São Vicente Férrer foi então escolhido por apresentar grandes áreas destes cultivos, e apresentar relevo e características geológicas típicas dessa região, localizada praticamente no limite entre a Zona da Mata e o Agreste do Estado de Pernambuco, uma região onde a atividade da fruticultura é predominante.

Portanto, no Município de São Vicente Férrer, foi selecionada uma topossequência em uma encosta aparentemente uniforme em termos de material de origem, dentro de um mesmo tipo de cultivo (Bananeira). Nesta topossequência foram abertas três trincheiras, uma no topo, uma no terço superior da encosta e outra no terço inferior, próximo do sopé da encosta, onde foram descritos morfologicamente os perfis dos solos, e coletadas amostras deformadas e indeformadas em cada horizonte identificado. Nas amostras foram feitas as análises físicas, químicas e mineralógicas descritas abaixo, incluindo a determinação do teor total e disponível dos micronutrientes e metais pesados. Todas as análises físicas e químicas foram feitas em triplicata.

Também foram selecionadas três áreas que apresentassem maior homogeneidade entre si, em posições de relevo semelhantes e apresentando

aparentemente o mesmo tipo de solo, para compararmos o efeito de diferentes cultivos (Bananeira e Videira) em relação à vegetação nativa, tida como testemunha. Foi aberta uma trincheira em cada área, descrito o perfil de solo e coletadas amostras deformadas e indeformadas. Além das amostras das trincheiras, coletaram-se amostras aleatórias em duas profundidades, referentes aos horizontes A e B, com a utilização de trado. Para coleta dessas amostras, a área foi dividida em três partes, chamadas de blocos, coletando-se 20 amostras simples por bloco, para formar uma composta, para cada um dos três blocos, totalizando 60 tradagens por profundidade por área. Nestas amostras foram feitas análises físicas e químicas, incluindo a determinação do teor total e disponível dos metais pesados.

De acordo com informações dos produtores, o cultivo de bananeira nas áreas escolhidas tem aproximadamente 40 anos, enquanto o cultivo de videira é mais recente, tendo aproximadamente 10 anos.

3.3 Descrição das propriedades morfológicas

A descrição das propriedades morfológicas dos perfis do solo foi feita de acordo com as normas da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (Santos et al., 2005).

3.4 Preparo das amostras

As amostras coletadas durante a etapa de campo foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e transportadas para o galpão da área de solos do Departamento de Agronomia da UFRPE (Universidade Federal Rural de Pernambuco). Após perderem o excesso de umidade, separaram-se os torrões grandes para análise de estabilidade de agregados. O restante foi destorroado e passado em peneiras de 2 mm para obtenção da TFSA (Terra Fina Seca ao Ar), seguindo posteriormente para os laboratórios, nos quais se processaram as respectivas determinações analíticas.

As frações maiores que 2 mm (cascalhos, 2 -20 mm) foram colocadas em recipientes com água, sendo adicionado, aproximadamente, 100 mL de NaOH 1 mol L⁻¹, agitando-se várias vezes durante o dia com o auxílio de um bastão e permanecendo por uma noite nesta solução. Em seguida foram lavadas abundantemente com água corrente visando a remoção completa das frações menores que 2 mm, secas em estufa, e pesadas para o cálculo das suas percentagens em relação ao peso total da respectiva amostra.

3.5 Análises Físicas

As análises físicas foram realizadas no Laboratório de Física do Solo da UFRPE. Os métodos utilizados, na maioria das análises, foram aqueles preconizados pela EMBRAPA (1997). Foram determinadas: composição granulométrica, com o uso do dispersante hidróxido de sódio ($\text{NaOH } 1 \text{ mol L}^{-1}$) e a argila dispersa em água, pelo método da pipeta; densidade do solo, pelo método do anel volumétrico; densidade das partículas, pelo método do balão volumétrico; relação Silte/Argila, pela razão entre os valores de argila total e do silte obtidos na análise granulométrica; e porosidade total, calculada por meio das densidades do solo e das partículas. A microporosidade foi determinada sob tensão de 60 cm, e a macroporosidade determinada pela diferença entre porosidade total e microporosidade. O grau de floculação foi calculado por meio das argilas dispersa e natural, e a superfície específica de acordo com Quirk (1955).

Para determinar a estabilidade dos agregados em água, a metodologia adotada foi a recomendada por Ângulo et al. (1984), com algumas modificações. Assim foram utilizadas 100g de solo e peneiras de 3,35 mm, 2,00 mm, 1,00 mm, 0,50 mm e 0,25 mm de abertura, utilizando-se água para umedecimento por capilaridade. O peneiramento mecânico por oscilação vertical foi por 3 min, com frequência de 32 oscilações/min. Após o término das oscilações, o conteúdo retido em cada uma das peneiras foi secado em estufa a 105°C , durante 24 horas, e em seguida foi pesado, o diâmetro médio ponderado dos agregados foi obtido pelo somatório do produto do diâmetro médio das classes de agregados pela proporção de cada classe em relação ao total.

3.6 Análises Químicas

As análises químicas foram também, em sua maioria, realizadas de acordo com EMBRAPA (1997), nos Laboratórios de Química e de Fertilidade do Solo da UFRPE. Determinou-se o pH em água e $\text{KCl } 1 \text{ mol L}^{-1}$, na relação 1:2,5 de solo:solução. O teor de carbono orgânico foi determinado por meio da oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) $0,4 \text{ mol L}^{-1}$ em meio sulfúrico e titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal $0,1 \text{ mol L}^{-1}$. O potássio e sódio trocáveis foram determinados por fotometria de chama, após extração com $\text{HCl } 0,05 \text{ mol L}^{-1}$ e H_2SO_4 $0,025 \text{ mol L}^{-1}$ (Mehlich-1), enquanto no extrato obtido de $\text{KCl } 1 \text{ mol L}^{-1}$ determinou-se

o cálcio e magnésio por espectrofotometria de absorção atômica e alumínio trocável por titulação com NaOH 0,025 mol L⁻¹, em presença do indicador azul de bromotimol. A acidez potencial (Al + H) foi avaliada por extração com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0. O fósforo disponível foi determinado por colorimetria, usando ácido ascórbico como redutor, com o mesmo extrato (Mehlich-1) utilizado para determinação de sódio e potássio.

3.6.1 Extração dos micronutrientes catiônicos, cádmio e chumbo

Total (T)- Uma grama de solo seco em estufa, adicionou-se 10mL de HNO₃ concentrado e foi aquecido (250⁰C) em béquer de teflon até que evaporasse até um pequeno volume. Em seguida adiciona 5 mL de HNO₃ concentrado, 5 mL de HClO₄ 70% e 10mL de HF concentrado com contínuo aquecimento até surgimento de fumos de perclorato. Após 30 min, foram adicionados 10 mL de HCl e a mistura fervida por 10 min, sendo então esfriada e diluída para 100,0 mL com água destilada em balão volumétrico (Van LOON, 1985).

Mehlich-1- O extrator Mehlich-1 (0,0125 mol. L⁻¹ de H₂SO₄ + 0,05 mol.L⁻¹ de HCl) foi utilizado na relação solo:solução 1:5, com agitação por 5 min, filtrando o sobrenadante para a determinação dos elementos (De Filippo & Ribeiro, 1997).

DTPA- Foi utilizado na relação solo:solução 1:2, sendo a solução extratora constituída por 0,005 mol L⁻¹ de DTPA, 0,1 mol L⁻¹ de TEA (trietanolamina) e 0,01 mol L⁻¹ de CaCl₂, a pH 7,3, segundo Lindsay & Norvell (1978). As amostras de solo mais extrator foram agitadas por 2 horas e filtradas para determinação das concentrações dos elementos.

Todos os extratos obtidos foram analisados para Fe, Cu, Zn, Mn, Ni, Cd e Pb por Espectrofotometria de Absorção Atômica (EAA) CG AA 7000 SBC feixe simples.

3.6.2 Extração por DCB (Ditionito –Citrato – Bicarbonato) e Oxalato

As formas de ferro de alta e baixa cristalinidade foram avaliadas pelo método ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (Mehra & Jackson, 1960) e oxalato ácido de amônio (McKeague & Day, 1966). Adicionalmente foram determinados por colorimetria Al e Si em ambos os extratores, sendo necessário digerir os extratos de DCB (apenas para Al) e de Oxalato (para ambos).

Para a digestão transferiu-se uma alíquota de 5 mL do extrato de DCB ou oxalato para tubos de digestão de 75 mL. Adicionou-se 5 mL de HNO_3 concentrado e 1 mL de H_2SO_4 32 mol. L^{-1} , seguido de aquecimento em bloco digestor até 120°C. A temperatura foi aumentada gradualmente até o surgimento de uma fumaça branca (150 – 180°C). Após esse período, esfriou-se a amostra para 50°C, adicionando aproximadamente 30 mL de H_2O destilada e aquecendo novamente até 80°C, deixando nesta temperatura por uma hora. Após esfriar, transferiu-se a solução para balão de 50 mL, sendo então completado o volume com água destilada (Duriez & Johas, 1982).

3.6.3 Extração por Ataque Sulfúrico

Os elementos Si, Al e Fe foram determinados por ataque sulfúrico em amostras de 0,5 g de TFSA. Estas amostras foram colocadas em tubos de digestão de 75 mL, juntamente com 20 mL de H_2SO_4 9 mol L^{-1} , e levadas à chapa digestora para aquecer a uma temperatura de 170 °C, por uma hora. Foram adicionados 20 mL de água destilada às suspensões, que, após estarem frias, foram filtradas em papel-filtro lento para balões de 250 mL (extrato A). Em seguida, os resíduos retidos no papel-filtro foram transferidos para erlenmeyer de 250 mL e sofreram um ataque básico com 2 mL de NaOH 30%, colocados após fervura da suspensão e fervendo por 2 min. Estes foram transferidos para balões de 200 mL, que já continham 10 mL de HCl 6 mol L^{-1} , obtendo-se o extrato B (EMBRAPA, 1997).

No extrato A foram determinados o alumínio e o ferro (Duriez & Johas 1982; Olson, 1965). No B, determinou-se o silício, todos os elementos por colorimetria (Kilmer, 1965).

3.7 Análises mineralógicas

A TFSA foi separada por peneiramento úmido (areia) e por decantação (silte e argila) para identificação de seus componentes e análise qualitativa por difratometria de raio-X (DRX), com tratamentos específicos inerentes a cada fração, conforme recomendações apresentadas por Jackson (1975) e Whittig & Allardice (1986).

Os difratogramas foram obtidos no próprio Laboratório de Mineralogia, empregando-se difratômetro Shimadzu, operando a uma tensão de 40 kv, com corrente de 20 mA, radiação de $\text{CuK}\alpha$, com monocromador de grafite. A amplitude de

varredura foi de 5 a 70° (2 θ) e uma velocidade de registro de 30 min⁻¹ para areia total e silte; amplitude de 3 a 70° (2 θ) e mesma velocidade para argila pó. Para as amostras saturadas com K a temperatura ambiente e aquecida a 550°C, a amplitude de varredura foi de 3 a 35° (2 θ) e a velocidade de registro de 20 min⁻¹.

As amostras desorientadas (em pó), em especial a argila, receberam um tratamento prévio visando a remoção de cimentantes químicos. Para tal, foram utilizados peróxido de hidrogênio 10%. Executada a eliminação dos agentes cimentantes, foram então para estufa a 65°C onde permaneceram até a perda total da umidade. Foram então trituradas em almofariz de ágata, sendo montado em suporte de metal, após pressão suave sobre a amostra com papel rugoso, de forma a minimizar a orientação preferencial das partículas; areia e silte não receberam nenhum tratamento e seguiram mesmo procedimento de montagem.

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

3.8 Análises Estatísticas

Com os resultados das amostras coletadas na topossequência fez-se o teste T para comparar o potencial de extração do Mehlich-1 e DTPA. Para as amostras sob cultivo foram feitos testes de comparação de médias a nível de 5% de probabilidade para as propriedades físicas e químicas, além de análise multivariada entre o conjunto de parâmetros estudados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Topossequência em solos cultivados com bananeira

Estudos de topossequências de solos visam avaliar as diferenças existentes entre e dentre os perfis, tentando identificar se essas diferenças são impostas pela variação do relevo. Verifica-se que o topo é a parte alta do relevo, área mais plana, seguido de posições médias e inferiores da encosta, esta quanto mais acentuada (relevo mais íngreme), mais preocupante é o risco de erosão.

O estudo das seqüências topográficas tem sido considerado uma importante e eficaz forma de avaliação do desenvolvimento das características e propriedades

dos solos, influenciadas pelos diferentes fatores de formação (Vidal-Torrado & Lepsch, 1993; Alves & Ribeiro, 1995).

A partir dos dados morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos obtidos neste trabalho, os solos foram classificados até o 4^o nível (subgrupo), com fases, ocorrendo no topo um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico nitossólico (perfil 1, quadro 1), no terço superior um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (perfil 2, quadro 2) e no terço inferior um Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico nitossólico (perfil 3, quadro 3).

Os perfis da topossequência mostraram sequência de horizontes Ap, AB, Bt₁ e Bt₂, acrescentando um horizonte a mais para o topo, correspondente a um Bt₃, todos os perfis são profundos e bem desenvolvidos, com profundidade maior que um metro.

O que levou a essa classificação no topo foi o alto teor de argila, superior a 350 g kg⁻¹, pequeno gradiente textural e policromia, possivelmente devido à sua posição no topo do relevo, menos íngreme, favorecendo a boa drenagem, e por apresentar alto grau de intemperismo, com mineralogia basicamente caulinítica e oxidica. O que diferencia basicamente esses perfis da topossequência é a presença do gradiente textural no terço superior e saturação por bases do terço inferior.

Foram observadas pequenas variações em cor, consistência e estrutura entre os perfis; apresentaram cores predominantemente amareladas no horizonte A, com matizes 7,5YR, quando úmidas, e 10YR, quando secas, e mais avermelhadas no horizonte B, com matiz 5YR em todos os horizontes, valores e cromas ≥ 3 na maioria dos horizontes dos perfis. Constatou-se a presença de horizontes com consistência úmida variando de firme, muito firme e friável no topo, predominantemente firme no terço superior e medianamente firme e friável no terço inferior.

Quanto à plasticidade, todos os perfis se destacam, se apresentando plástico e pegajoso; cerosidade moderada e abundante em todo perfil da topossequência abaixo do horizonte Ap. O uso agrícola causa mudança na morfologia dos horizontes superficiais (A e AB) com o desenvolvimento de um horizonte Ap, que pode apresentar sensível perda de estrutura (Silva et al., 1998; Ribeiro, 2001), sendo na topossequência cultivada por bananeira, com estrutura moderada, muito pequena e pequena em blocos subangulares e angulares.

Nessa topossequência é possível observar indícios de erosão em todos os perfis, o perfil do topo e do terço inferior são mais argilosos desde a superfície, e o do terço superior é mais arenoso na superfície, apresenta relação textural que muda

sua classificação, o que pode ser atribuído a uma perda de argila no horizonte A por erosão diferencial.

4.1.1 Teores de Si, Al e Fe em topossequência de solos cultivados com bananeira

Blume & Schwertmann (1969) mostraram que é possível se fazer uma caracterização de grandes grupos de solos, através do perfil de distribuição dos óxidos de alumínio, de ferro e de manganês, usando as relações entre eles, bem como a relação entre os extratores.

Na tabela 1 observa-se que o uso de extratores na determinação do SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 apresentou comportamento diferenciado, onde o ataque sulfúrico extraiu mais que o ditionito-citrato-bicarbonato (DCB) e esse mais que o oxalato, sendo observado também por outros autores (Ferreira et al., 2002; Coelho & Vidal Torrado, 2003), onde o ataque sulfúrico tem a função basicamente de extrair o teor total presente na fração argila, o DCB extrai os óxidos que se encontram de forma livre, o ferro cristalino (óxidos), o amorfo e o organicamente ligado nos materiais de solos (Mehra & Jackson, 1960; Mckeague & Day, 1966); enquanto o oxalato extrai o menos cristalino.

Há uma tendência de redução de SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 na topossequência, nos mostrando a influência do relevo na distribuição desses óxidos, já na superfície de cada perfil, observa-se um menor teor desses óxidos, possivelmente por causa da matéria orgânica, que atua com habilidade de formar complexos com o elemento ferro, inibindo a cristalização, ou mesmo favorecendo na manutenção da umidade, sendo relatado por alguns autores (Schwertmann, 1966; Wowk & Melo, 2005) que o excesso de umidade dificulta a cristalização dos óxidos de Fe.

A relação Al_O/Al_D , variou de 0,23 a 0,28 no topo; 0,13 a 0,19 no terço superior e 0,21 a 0,34 no terço inferior, característicos de solos bem drenados, onde os óxidos encontram-se em formas cristalinas; essa relação Al_O/Al_D esteve ao redor de 0,3, valores próximos aos obtidos por Pombo et al. (1982). Sakural et al. (1989) afirmam que o elevado intemperismo em ambientes tropicais promove cristalização dos óxidos, resultando em baixas relações entre as formas amorfas e cristalinas, que variaram de 0,03 a 0,3 para solos caulíníticos do Japão, confirmando os dados encontrados nos Argissolos desta topossequência da transição mata-agreste de Pernambuco.

Fe_O/Fe_D variou de 0,02 a 0,09 no topo; 0,03 a 0,07 no terço superior e 0,03 a 0,08 no terço inferior, essa relação de óxido de ferro encontra-se decrescente em

profundidade, o que corrobora com o encontrado por Andrade et al. (1997) e Coelho & Vidal-torrado (2003). Isso está indicando que existe uma maior proporção de óxidos livres nas formas mais cristalinas na sub-superfície que na superfície do solo, ou seja, o maior teor de compostos orgânicos próximo à superfície atua como inibidor da cristalização dos óxidos. A razão de atividade também é influenciada por diferenças no regime de umidade, que também está relacionado com o maior teor de matéria orgânica, que favorece maior retenção de umidade. Coelho et al. (2001) também relata que essa maior relação em horizonte superior pode ser associada a materiais recentemente depositados.

Para as variáveis que ajudam a inferir sobre o grau de intemperismo, entre estas o K_i e K_r , que se encontram com valores muito variados, mas dentro de padrões de Nitossolos e Argissolos, de acordo com Jacomine (1973), e coerente com a mineralogia do solo, basicamente caulinítica, concordando com Embrapa (2006), que determinou, para solos cauliníticos, K_i e K_r maior que 0,75.

De acordo com Mota (2007), os óxidos de Fe têm elevada superfície específica e, devido à sua natureza química, podem adsorver ânions, principalmente os fosfatos, ou metais pesados, sendo, portanto, de elevada importância agrícola e ambiental. Além disso, os óxidos de Fe são agentes cimentantes que ajudam na formação de agregados de tamanho pequeno e na estabilidade destes (Melo et al., 2001; Fontes, 2002).

Tabela 1- Teores de SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃ obtidos por diferentes extratores e principais relações

Horizonte	Profundidade	Si _T	Al _T	Fe _T	Al _D	Fe _D	Al _O	Fe _O	Al _O / Al _D	Fe _O /Fe _D	Fe _D / Fe _T	Ki	Kr
cm		g/kg											
Topo (Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico nitossólico)													
A	0 – 15	29,95	42,6	22,05	27,1	5,88	6,2	0,55	0,23	0,09	0,27	1,19	2,57
B/A	15 – 35	33,33	47,0	26,20	26,0	10,69	5,9	0,43	0,23	0,04	0,41	1,21	2,84
Bt1	35 – 78	22,48	63,1	35,21	28,4	10,81	6,4	0,36	0,23	0,03	0,31	0,87	3,07
Bt2	78 – 120	34,54	69,4	36,05	22,4	14,60	6,3	0,30	0,28	0,02	0,41	0,84	3,09
B/C	120– 160+	32,09	56,5	31,34	21,1	13,85	7,0	0,29	0,33	0,02	0,44	0,96	2,92
Terço superior (Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico)													
A	0 – 27	26,71	39,6	20,95	24,3	7,04	4,7	0,53	0,19	0,07	0,34	1,14	2,45
B/A	27 – 50	33,28	56,4	25,08	31,9	11,66	4,6	0,58	0,14	0,05	0,46	1,00	2,57
Bt1	50 – 100	32,62	57,4	42,25	34,8	14,21	4,5	0,58	0,13	0,04	0,34	0,96	0,36
Bt2	100– 160+	31,49	51,0	31,41	24,3	16,93	4,4	0,49	0,18	0,03	0,54	1,04	3,01
Terço inferior (Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico nitossólico)													
A	0 – 24	23,66	36,3	17,85	20,3	8,35	4,2	0,71	0,21	0,08	0,47	1,10	2,22
B/A	24 – 50	25,35	46,9	20,50	22,7	11,29	4,5	0,48	0,20	0,04	0,55	0,91	2,20
Bt1	50 – 90	36,37	69,1	30,12	20,2	12,71	4,7	0,45	0,23	0,04	0,42	0,89	2,77
Bt2	90– 140+	29,34	67,9	31,28	14,2	14,21	4,8	0,41	0,34	0,03	0,45	0,73	2,68

Si_T (Silício extraído por ataque sulfúrico), Al_T (Alumínio extraído por ataque sulfúrico); Fe_T (Ferro extraído por ataque Sulfúrico) Al_D (Alumínio extraído por Ditionito- Citrato-Bicarbonato →) Fe_D (Ferro Ditionito) Al_O (Alumínio extraído por oxalato ácido de amônio), Fe_O (Ferro extraído por oxalato ácido de amônio). Ki (% SiO₂ x 1,70/ %Al₂O₃) e Kr (%SiO₂ /0,6)/(%Al₂O₃ /1,02) +(% Fe₂O₃ /1,60)

4.1.2. Propriedades físicas em topossequência de solos cultivados com bananeira

Na tabela 2 encontram-se os resultados das análises físicas dos perfis estudados, onde se observa o incremento no teor de argila do horizonte superficial para o horizonte B, com transição clara. Apenas o perfil do terço superior da encosta apresenta gradiente textural característico dos Argissolos, o que nos faz atribuir este fato à ocorrência de uma erosão diferencial no horizonte superficial deste perfil, com arraste das partículas mais finas. Os outros dois perfis (topo e terço inferior) não apresentam relação textural para serem classificados como Argissolos, no entanto, a presença de policromia (diferença de cor entre os horizontes do perfil) impede a sua classificação como Nitossolo, tendo sido, portanto, classificados como um solo transicional (Argissolo Vermelho-Amarelo nitossólico).

A relação silte/argila, utilizada basicamente para discriminar Latossolo e Cambissolo, apresenta-se extremamente baixa, condizente com solos de elevado grau de intemperismo. O que mais chama atenção na tabela 2 é essa relação acima de 1,0 na superfície do terço superior, provavelmente, devido à posição topográfica, indício de que o solo perdeu argila, mais um indicativo de erosão diferencial no horizonte A, o que concorda com Silva et al. (2002).

O cultivo intensivo do solo e o seu preparo em condições inadequadas alteram suas características físicas. Observa-se no grau de floculação das argilas, que estas se apresentam com valores de 100% na maioria dos horizontes B_t, isto se deve à maior dispersão nas camadas superficiais, provavelmente devido ao aumento das cargas negativas por aplicação de corretivos e maior teor de matéria orgânica, que podem estar agindo como dispersante das partículas do solo, deixando este mais susceptível a maiores perdas por erosão. Roth & Pavan (1991) observaram que a correção da acidez com calcário, num Latossolo do Paraná, aumentou a argila dispersa em água com conseqüente redução da taxa de infiltração de água no solo.

Oades (1984), avaliando o efeito da Matéria orgânica do solo e estabilidade como um mecanismo e implicações no manejo, observou que a presença de substâncias orgânicas, com balanço de carga negativa, favorece a dispersão das partículas do solo; podendo ser também considerada como um fator de dispersão no horizonte A, já que é onde se encontra maior teor de matéria orgânica.

A densidade do solo variou de 1,25 a 1,47 no topo, e de 1,37 a 1,57 no terço superior e terço inferior. Reinert et al. (2001), citados por Argenton et al. (2005),

consideram $1,45 \text{ g cm}^{-3}$ o valor limite de densidade crítica para o crescimento radicular em solos de textura argilosa do Rio Grande do Sul. Mas mesmo acima da média não apresenta densidade preocupante, pois a posição topográfica e a textura do solo favorecem a uma maior densidade. A densidade das partículas, pela sua própria natureza, não varia significativamente com a profundidade apresentando valores bem próximos de $2,60 \text{ g cm}^{-3}$, valor aceito como média universal para os solos minerais pela Sociedade Internacional de Ciência do Solo, refletindo certa homogeneidade da parte sólida de todos os perfis estudados.

A porosidade total da topossequência em estudo apresentou uma média de 45,90; 42,54 e 41,62% no topo, terço superior e terço inferior, respectivamente. É uma propriedade que depende da densidade do solo e da partícula, de fundamental importância para as trocas gasosas, a infiltração e na movimentação da água por difusão ou fluxo de massa, tão importantes para a absorção de nutrientes (Borges et al., 1997). A macroporosidade variou de 8,2; 4,7 e 9,4 no topo, terço superior e terço inferior, respectivamente, essa reduzida macroporosidade no terço superior foi devido a basicamente no horizonte B_t a porosidade total ser predominantemente de microporosidade. A microporosidade variou de 37,8; 38,1 e 33,47 no topo, terço superior e terço inferior, respectivamente, sendo valores que não apresentam diferença na topossequência. O revolvimento do solo proporciona o aumento de microporosidade, em detrimento da macroporosidade. Segundo Oliveira et al (2003), a sensibilidade do solo aos sistemas de manejo pode ser avaliada pelo aumento nos valores da microporosidade, com conseqüente diminuição da porosidade total e macroporosidade.

O topo, por ser uma área de relevo mais plano possivelmente favorece a uma maior estabilidade de agregados em quase todo o perfil. O terço superior, por ser mais íngreme, apresenta uma menor estabilidade na superfície, como já foi comentado anteriormente, possivelmente conseqüência da erosão na superfície, sendo então depositado material no terço inferior e elevando sua estabilidade em superfície para 2,78 mm, essa vai reduzindo em profundidade. No terço superior há apenas um horizonte subsuperficial com estabilidade de 2,10 mm, mostrando que a posição topográfica influi na estabilidade de agregados, a superfície do terço superior apresenta uma estabilidade de 1,74 mm. De acordo com Belotti (2005), os altos valores da estabilidade de agregados são resultados da decomposição da matéria orgânica e da atuação de microorganismos, que sintetizam a matéria

orgânica solúvel em água ao redor das partículas de solo, o que resulta em agregados estáveis.

Esses agregados são maiores que os encontrados por Soares (2005) e Palmeira et al. (1999), os quais descrevem que em área de manejo convencional do solo os tamanhos dos agregados encontram-se concentrados na faixa mediana inferior a 1,00 mm.

A superfície específica (SE) referente ao topo, terço superior e terço inferior apresentou valores variando de 32, 52 e 38 m² g⁻¹ de argila, respectivamente. Maior SE no terço superior é devido a um valor de superfície específica que aparece no horizonte B_{t1}, de 74,52 m² g⁻¹, que está relacionado com vários atributos do solo, como o teor de argila, matéria orgânica, mais o que mais chama atenção é sua relação com os óxidos de ferro, onde se observa na tabela 1, no mesmo perfil e horizonte, a maior extração do ferro pelo ataque sulfúrico. Gastuch (1953), avaliando óxido de ferro e caulinita, pode concluir que quando removia os óxidos de ferro da fração argila, diminuía consideravelmente a superfície específica das argilas.

Tabela 2- Propriedades físicas dos perfis de solos estudados em topossequência

Horizonte	Profundidade.	granulometria						GF	Ds	Dp	∞	ma	mi	DMP	SE
		AT	AG	AF	Silte	Argila	Sil/Arg								
	cm				g/kg			%		g cm^{-3}		%		mm	m^2/g
Topo (Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico nitossólico)															
A	0 – 15	378,7	214,3	164,4	127,8	492,1	0,26	54,20	1,46	2,58	43,24	8,98	34,75	2,61	24,30
A/B	15 – 35	328,0	191,6	136,4	174,0	497,0	0,35	31,47	1,47	2,61	43,84	5,44	38,40	2,30	36,18
Bt1	35 – 78	258,1	147,6	110,5	117,9	622,2	0,19	100,00	1,47	2,61	43,84	5,58	38,26	2,36	35,46
Bt2	78 – 120	247,1	137,4	109,7	112,5	640,3	0,18	99,28	1,41	2,63	46,53	7,47	39,06	1,30	27,72
B/C	120– 160+	247,0	137,9	109,1	247,6	502,6	0,49	99,79	1,25	2,62	52,11	13,53	38,58	1,34	37,44
Terço superior (Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico)															
A	0 – 27	433,2	262,5	170,7	295,4	270,4	1,09	44,13	1,56	2,60	39,82	5,33	34,49	1,64	36,36
A/B	27 – 50	398,5	248,5	150,0	121,8	477,9	0,25	100,00	1,55	2,62	40,67	5,44	35,23	2,10	58,68
Bt1	50 – 100	318,8	196,7	122,4	131,4	543,1	0,24	98,55	1,57	2,64	41,72	1,03	40,69	1,45	74,52
Bt2	100– 160+	256,5	164,0	92,5	128,1	614,1	0,21	97,13	1,37	2,69	49,13	7,25	41,88	1,27	40,14
Terço inferior (Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico nitossólico)															
A	0 – 24	452,7	278,9	173,8	222,0	326,8	0,68	24,71	1,56	2,57	41,02	10,51	30,51	2,78	43,02
A/B	24 – 50	373,8	224,8	149,0	185,3	438,4	0,42	58,01	1,55	2,59	41,03	8,02	33,02	2,20	30,42
Bt1	50 – 90	306,4	180,7	125,7	201,2	491,5	0,41	100,00	1,57	2,63	41,34	4,26	37,08	1,75	40,50
Bt2	90– 140+	313,7	179,8	133,9	195,8	490,7	0,40	100,00	1,37	2,60	48,11	14,81	33,30	1,20	37,62

AT (Areia Total) AG (Areia Grossa) AF (Areia Fina) Sil/Arg (Silte/Argila) GF (Grau de flocculação) Ds (Densidade do solo) Dp (Densidade da partícula) ; ∞ (porosidade total); ma (macroporosidade); mi (microporosidade);DMP (diâmetro médio ponderado); SE (superfície específica).

4.1.3. Propriedades químicas em topossequência de solos cultivados com bananeira

Na tabela 3 encontram-se os resultados analíticos das propriedades químicas dos solos estudados em topossequência. Avaliar a distribuição dos elementos químicos ao longo do perfil possibilita entender as variações ocorridas na sua evolução, assim como pode refletir as aplicações de fertilizantes e corretivos, em áreas cultivadas por longo tempo.

Os valores de pH estão variando entre 5,61 a 6,91 no topo, 4,96 a 7,14 no terço superior e 6,90 a 7,49 no terço inferior, essa distribuição nos mostra que está ocorrendo uma movimentação dos elementos na topossequência porque o pH sai de 6,91 na superfície do solo no topo, passando a 7,14 no terço superior e chegando a 7,49 no terço inferior, região de acúmulo da adubação ocorrida na área, essas estão influenciando na variação do pH, o qual apresenta valor de baixa acidez à alcalino em todos os perfis, que deixa o alumínio trocável com teor basicamente zero. No terço inferior o pH é mais elevado em todo o perfil, enquanto no topo e terço superior é mais alto apenas na superfície, refletindo a aplicação de calcário na camada superficial, pois em subsuperfície, todos os perfis apresentam um pH menor. Essa alteração do pH irá refletir na movimentação de elementos em todo perfil, pois este é um atributo que está relacionado com a disponibilidade e solubilidade de nutrientes no solo.

Sabe-se que para a maioria das culturas a faixa de maior disponibilidade de nutrientes situa-se entre 5,5 a 6,0, faixa de pH em que ocorrem: a neutralização do alumínio tóxico; a eliminação da toxidez de manganês; o melhor aproveitamento dos nutrientes do solo; condições adequadas para os processos naturais que ocorrem no solo, como a liberação de nutrientes contidos na matéria orgânica. No entanto, essa topossequência está cultivada apenas com bananeira, que não tem muitas restrições quanto ao pH, e suas maiores produtividades encontram-se em solos com pH entre 6,0 e 6,5.

O teor de carbono orgânico variou na topossequência, sendo 9,87; 12,31 e 9,63 na superfície dos solos referentes a topo, terço superior e terço inferior, respectivamente, decrescendo em profundidade, de acordo com diversos autores (Perusi & Carvalho, 2007; Lima Neto, 2008). Segundo Mello et al. (1983), no topo e terço inferior esse teor de carbono encaixa-se dentro do valor médio e para o terço superior, é considerado alto.

O elemento fósforo merece nessa topossequência uma atenção especial, devido ao seu valor em superfície ser bem mais elevado, isso provavelmente deve-se à adubação realizada na área com nitrogênio, fósforo e potássio (NPK 05 07 32), com duas aplicações anuais. Maiores teores de P nas camadas superficiais também foi observado por Azevedo et al. (2007) na caracterização química de um Latossolo Amarelo, nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 cm, sob diferentes sistemas de preparo no leste maranhense. Sua baixa mobilidade pode ser observada devida à sua baixa distribuição em profundidade. Apenas no perfil de solo do terço superior não foi observado teor de fósforo alto na superfície, o que pode indicar erosão acentuada nesta parte da encosta.

A soma de bases é, de maneira geral, baixa em todos os perfis e principalmente em profundidade, valores mais altos na superfície de todos os perfis, com maiores concentrações no topo, é justificada pela adubação realizada, no qual sua posição dificulta a lixiviação de elementos pouco móveis.

O elemento potássio apresenta-se com maior concentração na superfície dos perfis estudados da topossequência, sendo 0,17; 0,14 e 0,32 no topo, terço superior e terço inferior, respectivamente, sendo reduzida a concentração em profundidade, mas no terço inferior, a distribuição é mais uniforme, explicado pela dinâmica do elemento no solo. O potássio é de grande mobilidade, pode deslocar o sódio pela capacidade de troca catiônica do solo; em contrapartida, é um dos elementos com capacidade de ser deslocado por outros cátions bivalentes ou monovalentes.

Os valores de capacidade de troca catiônica (CTC) variou de 4,86; 4,15 e 3,03 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, em média, referente a topo, terço superior e terço inferior, respectivamente. Os baixos valores de CTC, inferiores a 7,93 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, refletem a mineralogia caulinítica dos solos. A saturação por bases é utilizada na distinção entre classes no terceiro nível, provocando uma diferenciação na classificação do solo no terço inferior. Isto se deve possivelmente ao movimento de nutrientes (oriundos da aplicação de fertilizantes) em direção a parte mais baixa do perfil, principalmente o potássio, onde foi desenvolvido um solo eutrófico (Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico).

Tabela 3- Propriedades químicas dos perfis de solos estudados em topossequência

Horizonte	Profundidade	pH		C	P	Ca	Mg	Na	K	Al	H +Al	S	T	V	m
	cm	H ₂ O	KCl	g.kg ⁻¹	mg dm ⁻³										%
Topo (Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico nitossólico)															
A	0 – 15	6,91	6,17	9,87	56,87	3,04	0,17	0,01	0,17	0,05	3,33	3,51	6,84	51,33	0,73
A/B	15 – 35	5,91	5,20	9,13	28,65	1,65	0,07	0,07	0,06	0,05	3,52	1,86	5,38	34,58	0,94
Bt1	35 – 78	5,74	5,57	5,21	3,62	1,19	0,60	0,05	0,05	0,10	2,93	1,85	4,78	38,79	2,09
Bt2	78 – 120	5,67	5,64	2,99	0,82	1,04	0,50	0,04	0,03	0,05	2,04	1,66	3,70	44,90	1,35
B/C	120 – 160+	5,98	5,96	2,69	1,37	1,13	0,60	0,04	0,03	0,05	1,82	1,81	3,63	49,32	1,38
Terço superior (Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico)															
Ap	0 – 27	7,14	6,31	12,31	2,57	2,48	0,09	0,07	0,14	0,05	1,79	2,77	4,57	60,73	1,09
A/B	27 – 50	5,69	5,17	6,26	0,33	1,30	0,56	0,05	0,07	0,15	2,92	1,98	4,90	40,40	3,06
Bt1	50 – 100	5,74	5,57	3,88	0,00	1,18	0,39	0,05	0,05	0,05	1,93	1,68	3,62	46,50	1,38
Bt2	100 – 160+	4,96	4,93	3,15	0,00	1,02	0,28	0,04	0,04	0,15	2,12	1,38	3,51	39,46	4,28
Terço inferior (Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico nitossólico)															
Ap	0 – 24	7,49	6,78	9,63	38,48	1,51	0,07	0,09	0,32	0,05	1,77	1,99	3,76	53,04	1,33
A/B	24 – 50	7,19	6,43	6,20	2,38	1,33	0,33	0,05	0,13	0,05	1,02	1,84	2,86	64,23	1,75
Bt1	50 – 90	6,97	6,48	3,69	2,68	1,08	0,20	0,04	0,14	0,05	1,22	1,46	2,68	54,59	1,87
Bt2	90 – 140+	6,90	6,61	2,36	6,65	1,43	0,29	0,04	0,14	0,05	0,91	1,90	2,82	67,59	1,77

4.1.4 Características mineralógicas dos solos da topossequência

A frequência de distribuição dos minerais no solo varia de acordo com a intensidade do fator de formação. A topossequência estudada apresenta uma mineralogia basicamente dos mesmos minerais, variando quanto à frequência.

●Fração Argila

De acordo com a difratometria de Raios-X (Figuras 2,3 e 4), a assembléia mineralógica da fração argila dos solos estudados é constituída principalmente por caulinita e goethita, além de quartzo.

A caulinita foi identificada pela presença dos picos a 0,722, 0,447 e 0,359 nm (Figuras 2 e 3), os quais colapsaram após aquecimento a 550⁰C (Figura 4). Também foi detectada a presença de mica (ilita) nas reflexões 1,000 e 0,333 nm, com picos mais destacados no terço superior. A caulinita é um argilomineral de alumínio hidratado, 1:1, formado pelo alto grau de intemperismo. A mica é um mineral 2:1, parcialmente expansivo.

A presença de goethita foi nítida apresentando apenas um pico, sendo esse identificado na reflexão de 0,416 nm.

O quartzo também é um outro mineral que aparece com apenas um pico, sendo identificado na reflexão de 0,334 nm, é importante ressaltar que na meia encosta os picos do quartzo apresentam-se com maior altura em todos os horizontes. O quartzo é característico das frações grosseiras de solos altamente intemperizados, por sua alta resistência, mas algumas partículas muito finas podem aparecer nas argilas.

Os espectros de difratometria de raios-x (DRX) sugerem grande homogeneidade na mineralogia das argilas dos solos estudados, com predomínio da caulinita (Ct) em todos os horizontes.

●Fração silte

A difratometria de Raios-X da fração silte (Figura 5), ao longo dos perfis, apresenta uma mineralogia com presença de caulinita, identificada pelos picos de reflexões no espaçamento de 0,724 e 0,359 nm, e quartzo nas reflexões 0,336 e 0,426 nm. No terço superior, no horizonte Ap, aparece pico de rutilo, na reflexão 0,328 nm, e em todo perfil do terço inferior. Este é um mineral composto de dióxido de titânio.

●Fração Areia

A difratometria de Raios-X da fração areia (Figura 6), ao longo dos perfis, apresenta uma mineralogia com predominância de quartzo, que foi identificado pelos picos de reflexão no espaçamento basal de 0,334 e 0,425 nm, mas quando chega no terço inferior aparece, no horizonte transicional A/B, pico de rutilo na reflexão 0,325 nm, característico das frações grosseiras de solos altamente intemperizados. O quartzo possui estrutura cristalina trigonal composta por tetraedros de sílica (dióxido de silício, SiO_2), pertencendo ao grupo dos tectossilicatos.

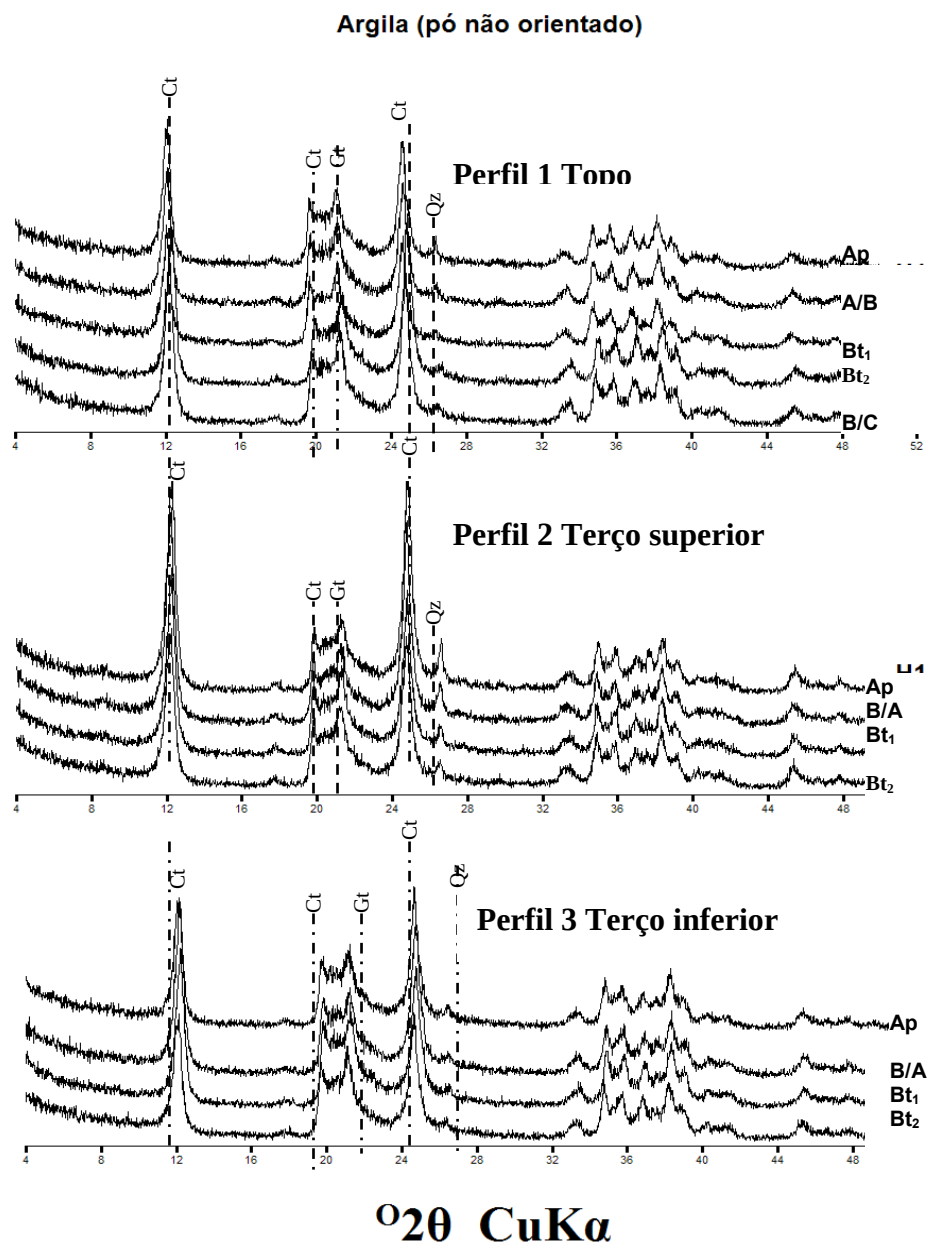


Figura 2. Difratomogramas das argilas sem tratamento químico. Ct = caulinita, Gt = goethita, Qz = quartzo.

Argila agregado orientado (K-25)

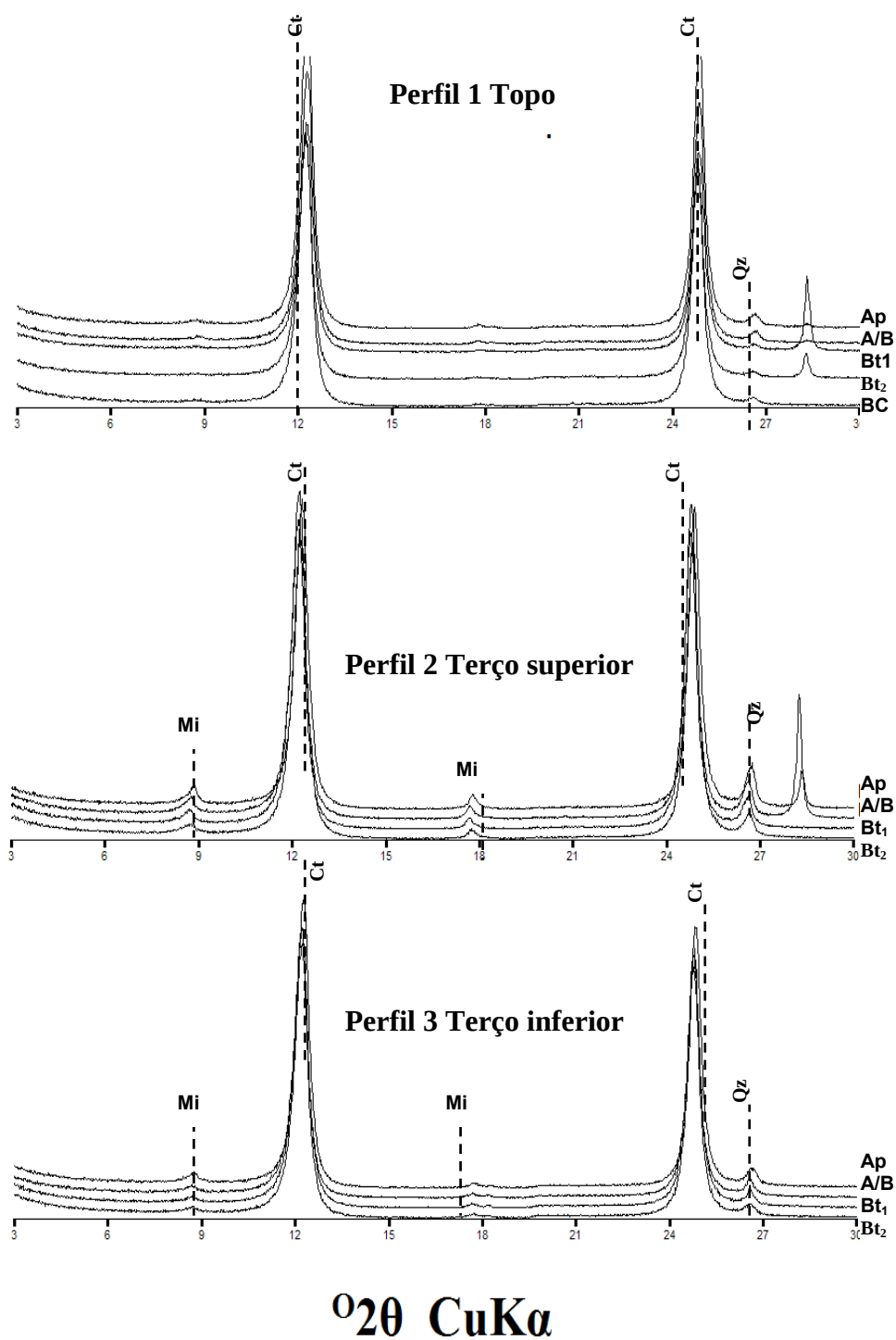


Figura 3. Difractogramas das argilas saturadas com potássio (25°C). Ct = caulinita, Qz = quartzo.

Argila agregado orientado (K 550)

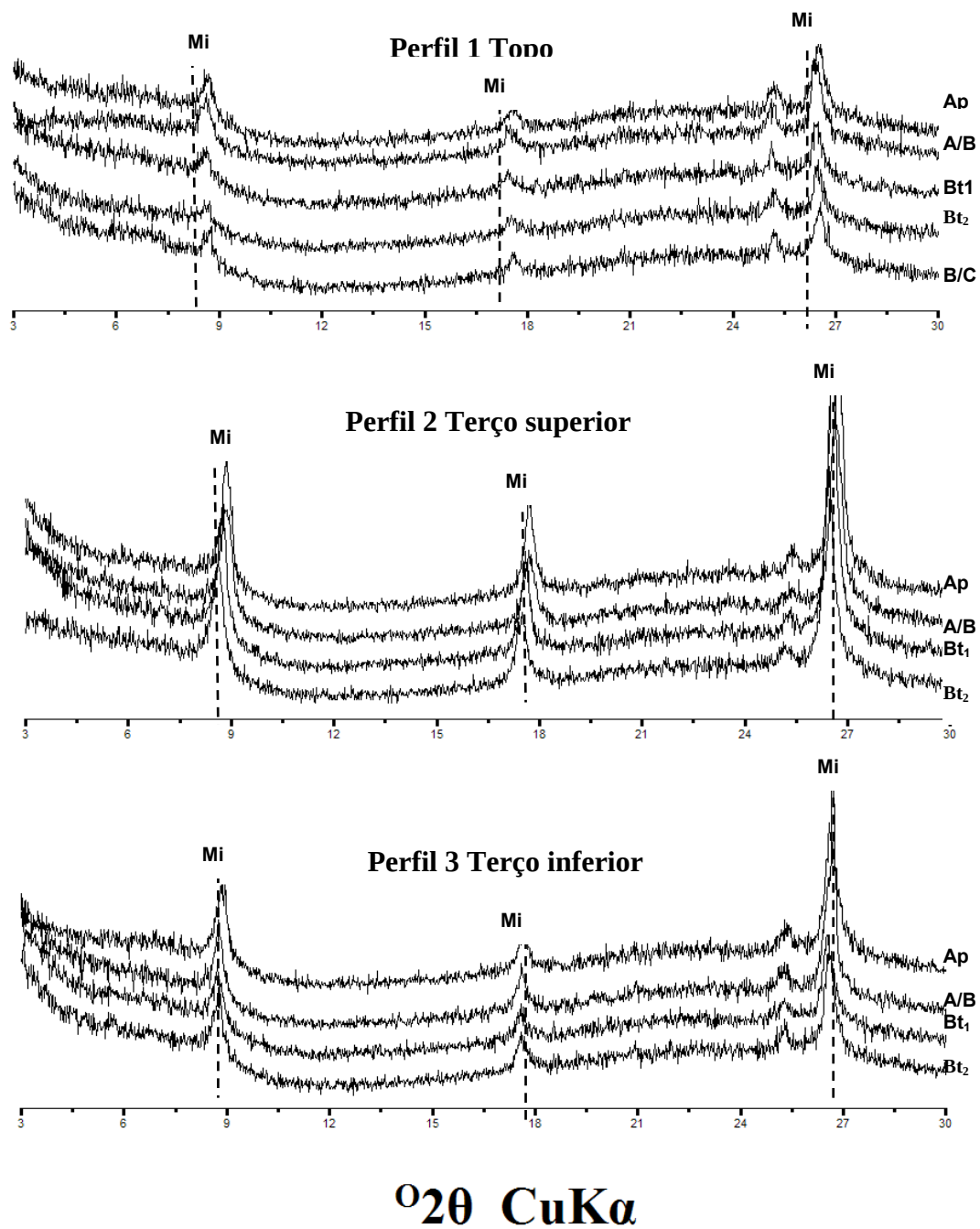


Figura 4. Difratomogramas das argilas saturadas com potássio (550°C). Mi = Mica (Ilita).

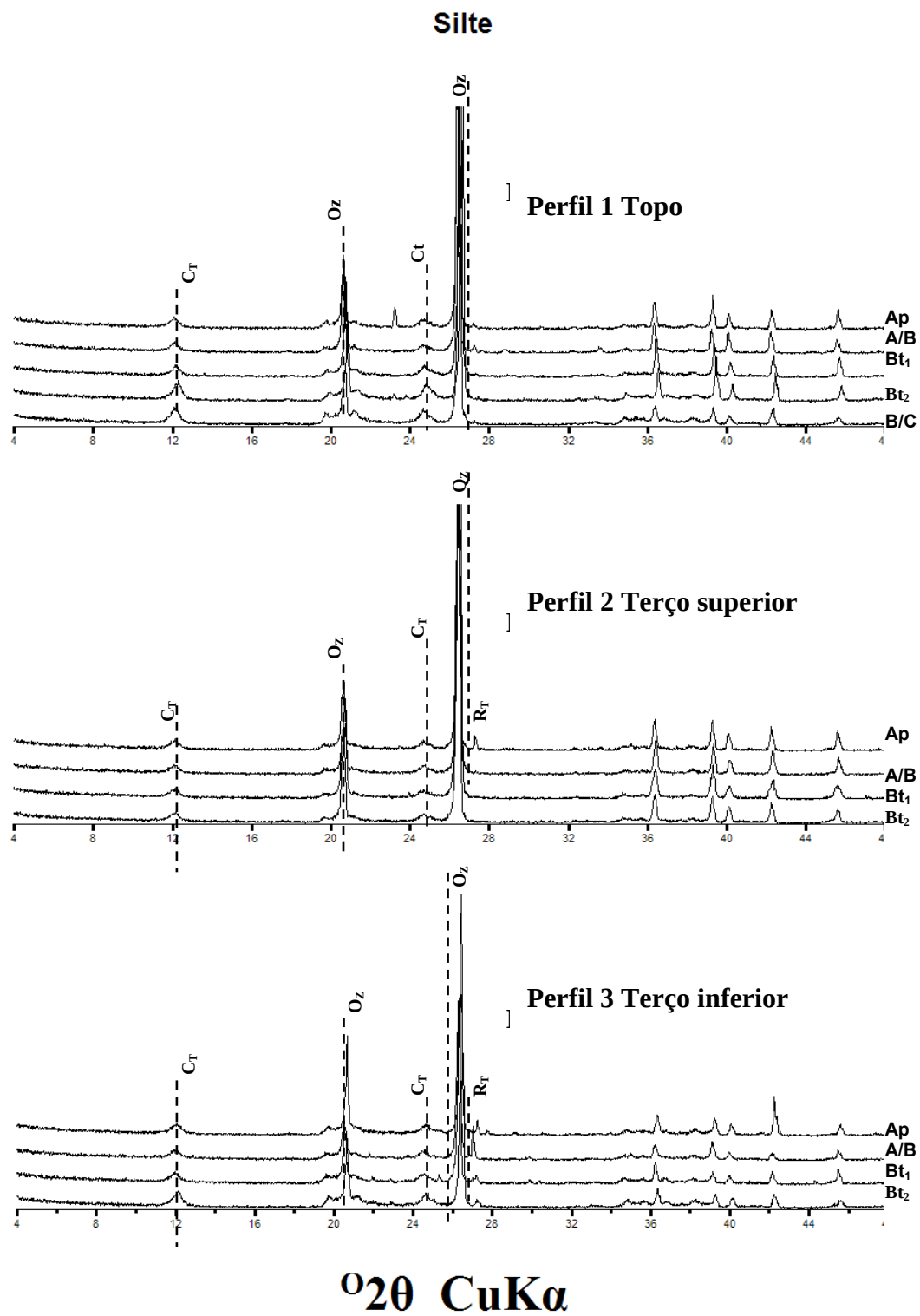


Figura 5. Difractogramas do silte sem tratamento químico. Ct = caulinita, Qz = quartzo, Rt = rutile.

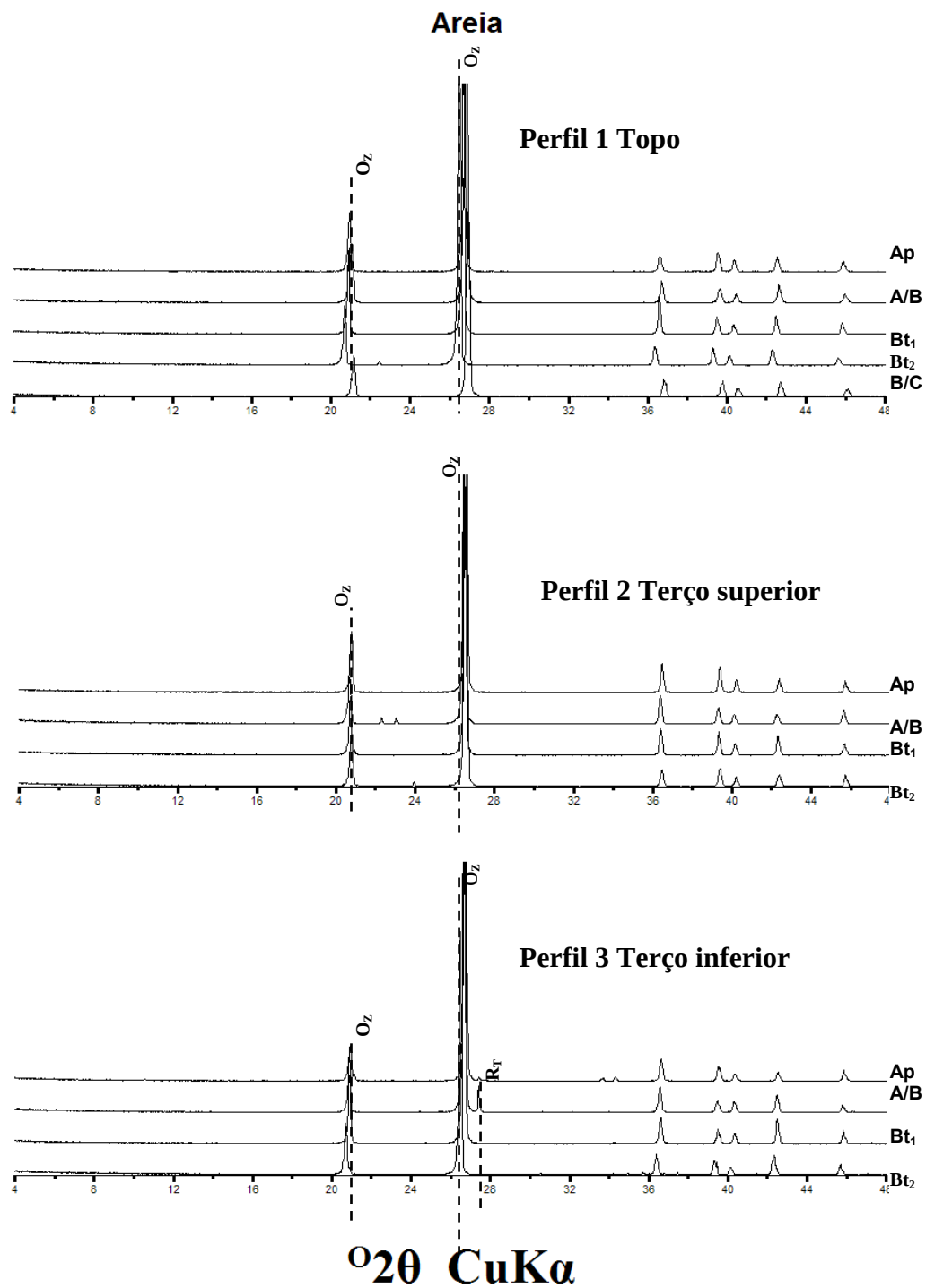


Figura 6. Difratogramas das areias sem tratamento químico. Qz = quartzo.

4.1.5. Distribuição do teor total dos micronutrientes catiônicos, Cd e Pb em profundidade na topossequência

Conhecer o comportamento dos metais no sistema solo é de suma importância para que se possa estabelecer formas de controle, redução de riscos de contaminação e toxidez ao homem. Determinar o teor total no solo tem sua importância para saber quanto do elemento encontra-se no ambiente; pois se este contém concentrações acima do nível considerado natural, representa um perigo eminente na cadeia alimentar.

Na tabela 4 observa-se que as concentrações de Mn encontradas na topossequência tiveram uma média variada de 213,2; 231,8 e 1.570,0 mg dm⁻³ no topo, terço superior e terço inferior respectivamente, o que mostra a ocorrência de uma movimentação na topossequência, pois seu acúmulo é evidente no terço inferior. Isto é preocupante, pois indica movimentação na topossequência em direção à parte baixa, podendo atingir os mananciais de água, onde o Mn é tido como forte contaminante. É um micronutriente catiônico de grande importância, sua concentração total no solo varia de 0,02 a 3 g kg⁻¹, sendo a média de 0,6 g kg⁻¹, segundo Krauskopf (1972). Valores do topo e terço superior estão de acordo com Shuman (1979) e Singh (1988).

O teor médio total de Cu encontrado variou de 21,2; 18,6 e 31,3 mg dm⁻³ no topo, terço superior e terço inferior respectivamente, valores semelhantes aos encontrados por outros autores (Singh et al., 1988, Miller et al., 1986). Estes valores estão dentro da média dos normalmente esperados para solos não contaminados, determinados por outros autores, 10 a 80 mg kg⁻¹, com uma média de 30 mg kg⁻¹ (Krauskopf, 1972) e 2 a 100 mg kg⁻¹ (Baker, 1990). Cetesb (2005) define como valor de referência para solos um teor de 35 mg kg⁻¹ de cobre. Esta determinação reduz a preocupação com problema de excesso de cobre nesta área, pois as concentrações encontradas não indicam contaminação.

O teor médio total de Pb encontrado variou de 88,4; 87,7 e 97,9 mg dm⁻³ no topo, terço superior e terço inferior respectivamente, valor esse preocupante pois, segundo a Cetesb (2005), encontra-se na concentração de prevenção (72 mg dm⁻³), ou seja, apresenta um potencial de risco e deve ser monitorado. O Pb é um elemento tóxico, e ocorre como contaminante ambiental devido ao seu largo emprego industrial na indústria extrativa, petrolífera, de acumuladores, tintas e corantes, de cerâmica e bélica. Encontra-se intensamente no meio em que o homem vive, a população urbana defronta-se com este problema pelas indústrias, ou ainda pela ingestão de alimentos sólidos e líquidos contaminados (Larini, 1987; Nriagu, 1988). Malik & Jaiswal (2000), em Aligarh, na Índia,

determinando concentrações de metais em solos tratados com resíduo industrial, encontrou concentrações de chumbo variando entre 5,3 a 12,5 mg dm⁻³, e no solo controle havia um teor de 1,2 mg dm⁻³.

Na crosta terrestre, o teor de Ni é de aproximadamente 160 mg dm⁻³, porém no solo seus teores, segundo Pais & Jones Junior (1996), variam de 1 a 200 mg dm⁻³. Na área em estudo encontrou-se no topo, terço superior e terço inferior uma média de 38, 50 e 35 mg dm⁻³ respectivamente, isso nos mostra que esse elemento apresenta uma quantidade pequena, dentro dos padrões comumente encontrados. Mas isso não ocorre quando comparamos com levantamento realizado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo, Cetesb (2005), que define como valor de prevenção 30 mg dm⁻³, significando que toda a área deve ser monitorada para redução do potencial de risco, que vem acontecendo devido, provavelmente, à baixa qualidade de pureza do adubo utilizado.

Segundo Duarte & Pasqual (2000), na natureza, o Cd é um elemento traço cuja concentração na crosta terrestre varia de 0,15 a 0,20 mg dm⁻³. O valor encontrado neste estudo no solo apresentou uma média de 4,4; 4,8 e 4,5 mg dm⁻³, referentes ao topo, terço superior e terço inferior respectivamente. Tomando como referência levantamento realizado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo, Cetesb (2005), o ambiente em estudo encontra-se com concentração acima do valor de intervenção, que corresponde a 3 mg dm⁻³. Isto é uma informação preocupante, pois existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana. O Cd é um dos metais mais tóxicos ao homem e animais. Na agricultura, uma fonte direta de contaminação pelo Cd é a utilização de fertilizantes fosfatados. Borges et al. (2003) também encontrou área com concentração de Cd superior ao nível de referência. O Cd é uma importante fonte de contaminação (Robards, 1991), dada sua longa persistência no ambiente, que influencia na sua bioacumulação (Larini, 1993) e a sua fácil transferência do solo para os vegetais, muitas vezes influenciado pela reação do solo (Bagatini et al., 1998).

O teor total de Zn em solos não contaminados encontra-se na faixa de 10 a 300 mg dm⁻³ (Kiekens, 1990; Barak & Helmke, 1993). Na área em estudo a concentração de Zn apresentou um valor médio de 69,6; 58,4 e 115,7, correspondente a topo, terço superior e terço inferior respectivamente; essas concentrações de zinco também estão dentro dos padrões da Cetesb (2005), sendo essa sua maior concentração no terço inferior provavelmente por ser a parte de deposição, favorecendo uma maior concentração e

distribuição em profundidade mais definida. O Zn é considerado um elemento essencial para todos os organismos, é também um componente importante das enzimas.

O Fe é um dos elementos principais da crosta terrestre, é o segundo metal mais abundante, depois do alumínio, sendo o quarto elemento em abundância na crosta terrestre. Na área em estudo encontrou-se uma média de 268, 224 e 186 dag dm⁻³ no topo, terço superior e terço inferior respectivamente, sendo seu conteúdo aumentado em profundidade; isso se deve ao material de origem, que apresenta elevadas concentrações de ferro e à própria mineralogia oxidica, referente ao mineral goethita.

Tabela 4- Teores de micronutrientes catiônicos, cádmio e chumbo em perfis de solos avaliados em topossequência

Horizonte	Profundidade	Elementos						
		Mn	Cu	Pb	Ni	Cd	Zn	Fe
	cm	-----mg dm ⁻³ -----					----dag dm ⁻³ ----	
Topo (Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico nitossólico)								
A	0 – 15	383,07	29,53	81,13	37,47	0,70	73,07	303,83
A/B	15 – 35	201,53	17,50	86,13	33,43	4,60	62,30	240,52
Bt1	35 – 78	171,37	19,70	80,40	34,53	5,00	65,03	260,49
Bt2	78 – 120	150,57	19,80	100,83	40,57	5,67	71,63	299,50
B/C	120 – 160+	159,57	19,53	93,40	43,97	5,83	75,97	303,83
Terço superior (Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico)								
A	0 – 27	373,23	16,80	79,73	77,50	4,87	67,75	179,17
B/A	27 – 50	258,90	17,20	65,97	38,30	4,67	50,20	203,79
Bt1	50 – 100	186,33	17,77	96,00	37,17	4,23	58,40	222,63
Bt2	100– 160+	109,03	22,63	108,83	47,60	5,40	57,40	292,25
Terço inferior (Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico nitossólico)								
A	0 – 24	1.988,33	27,47	95,20	40,17	4,13	76,80	163,12
B/A	24 – 50	1.546,67	30,20	95,57	32,27	4,77	104,10	173,82
Bt1	50 – 90	1.330,00	35,57	105,03	26,33	4,63	149,30	210,90
Bt2	90– 140+	1.415,00	32,03	95,47	42,10	4,53	132,73	199,60

4.1.6. Determinação dos teores disponíveis dos micronutrientes catiônicos, cádmio e chumbo por dois extratores na topossequência

Determinar o teor disponível ou solúvel dos elementos no solo é de suma importância, pois são estes que estão relacionados à mobilidade, níveis de risco ou toxidez para a planta. As análises de solos para micronutrientes ainda não apresentam a segurança desejada, sendo necessários novos estudos para que se definam métodos de análise de solos mais confiáveis, gerando uma eficiente diagnose nutricional.

Foi determinado o teor disponível por Mehlich-1 e DTPA para os micronutrientes (Fe, Cu, Zn, Mn, Ni), Cd e Pb, mas será apresentado apenas os elementos que apresentaram mobilidade preocupante (Mn) e concentrações de prevenção (Pb e Ni) e intervenção (Cd), segundo Cetesb (2005).

Na avaliação do manganês disponível, houve diferença estatística a nível de 1% com uso dos extratores DTPA e Mehlich-1, para todos os perfis da topossequência, nas diferentes profundidades (Figura 7).

Houve grande variabilidade dos teores existentes de acordo com a posição na encosta. No terço inferior, por exemplo, o teor total desse elemento variou de $1,33 \text{ g dm}^{-3}$ a $1,98 \text{ g dm}^{-3}$, no entanto, sua disponibilidade média no perfil chegou a apenas $62,09$ e $139,25 \text{ mg dm}^{-3}$, pelos extratores Mehlich-1 e DTPA, respectivamente. Um dos principais fatores que controla a disponibilidade de manganês é o pH e de acordo com a tabela 3 o pH neutro foi a faixa onde obteve maior concentração do elemento Mn, considerando os extratores utilizados, essa situação concorda com Abreu et al. (1996), que concluiu que o extrator DTPA 7,3 extrai mais em comparação com o extrator Mehlich-1. Oliveira & Nascimento (2006) relatam que Mehlich-1 e DTPA são considerados adequados para avaliação da disponibilidade de Mn nos solos de referência do Estado de Pernambuco, encontrando um teor médio de $19,3$ e $9,7 \text{ mg kg}^{-1}$, referente ao extrator Mehlich-1 e DTPA, respectivamente, em um Argissolo da Zona da Mata. Rosolem et al. (1992), avaliando a disponibilidade de Mn para as plantas em solos que receberam adubação com esse elemento, concluíram que quando aumentava a concentração de manganês pelo adubo, maior era a eficiência do extrator DTPA. Segundo Borges et al. (2006) e Galvão (2002), o manganês é o segundo micronutriente mais exigido pela cultura da bananeira.

O teor de Pb obtido pelos extratores apresentou-se bastante variado nas diferentes profundidades do solo (Figura 8). Quando feito teste T apresenta diferenças não significativas e significativas a 1% e 5% dentro do perfil, essas variações são devido aos extratores atuarem de maneira diferente em cada horizonte no perfil do solo, devido à

variação do pH. Mas apesar da área apresentar indícios de contaminação, o teor médio disponível para a planta obtido pelos extratores Mehlich-1 e DTPA, respectivamente, foi de 0,88 e 0,41% do teor total no topo, onde o Mehlich-1 tem um maior poder de extração, correspondendo em concentração a 0,77 e 0,35 mg Kg⁻¹. Essas concentrações correspondem a uma baixa disponibilidade, segundo Melo et al. (1997), que relata que a concentração de Pb disponível no solo pelo EPA 3050 (U. S. Environmental Protection Agency) é de 25 mg kg⁻¹. A real disponibilidade do elemento no solo é questionada por muitos autores, Aubert & Pinta (1977) consideram valores fitotóxicos acima de 5 mg kg⁻¹. Para Alloway (1990) e Abreu (1995), a disponibilidade do elemento varia em função de vários fatores, como pH, um exemplo é aplicação de calcário em solo contaminado, utilizado para elevar o pH do solo e reduzir a concentração do metal em forma disponível mediante a precipitação desse com o íon carbonato. Essa reação pode reduzir a biodisponibilidade de metais pesados no solo e a absorção pela planta (Chlopecka & Adriano, 1996).

Outros fatores também são argila e matéria orgânica, em que há uma variação em relação à posição da encosta. Mouraoka et al. (1983) consideram que esses fatores dificultam a escolha do extrator adequado.

O micronutriente níquel apresentou variação de acordo com a posição na encosta (Figura 9). O teor disponível pelos extratores diferiu significativamente no nível de 5% de probabilidade pelo test T, onde o Mehlich-1 extrai uma concentração média de 1,0; 2,08 e 2,28% do teor total no topo, terço superior e terço inferior, respectivamente. Comportamento semelhante no poder de extração do Mehlich-1 e DTPA foi encontrado por Revoredo & Melo (2006) e Ribeiro Filho et al. (2001). Como o chumbo, a concentração total de níquel no solo encontra-se em faixa de prevenção pela Cetesb (2005), de acordo com Malavolta (2006), os teores adequados ao crescimento da planta encontram-se próximos a 1,5 mg kg⁻¹, e o máximo disponível extraído foi de aproximadamente 1,31 mg kg⁻¹, concentração essa benéfica e sem riscos ao desenvolvimento da bananeira.

Entre os metais pesados, Cd, Pb e Ni têm sido normalmente associados à poluição e ao risco ecológico (Ross, 1994). Para Abreu et al. (1995), o DTPA tem eficiência reduzida quando são considerados metais com maior potencial tóxico, como Ni, Cd e Pb.

O cádmio também apresentou ampla variação pelos extratores, com diferença significativa a 1% no topo, e no terço superior e médio, a diferença foi não significativa e

significativa (Figura 10). Quem mais se destaca em concentração disponível é a posição mais alta do relevo, chegando a apresentar um teor disponível de $0,18 \text{ mg kg}^{-1}$.

O uso de extratores para determinação de micronutrientes disponíveis requer mais pesquisas, para que se possa ter real confiabilidade em suas determinações, para melhores decisões quanto à deficiência e toxidez. Os extratores ácidos podem ser muito agressivos para determinados elementos, dissolvendo formas que não estão disponíveis às plantas, o uso do DTPA, desde 1978, já havia sido recomendado por Lindsay & Norvell para os micronutrientes catiônicos e Raij et al. (1996) também definiu o mesmo extrator para o estado de São Paulo. No entanto, observa-se nesse trabalho que esses extratores têm poder de extração variável, a depender da natureza do elemento e das variações das propriedades do solo nas diferentes posições do relevo e em profundidade ao longo do perfil, sendo necessários mais estudos sobre os mesmos.

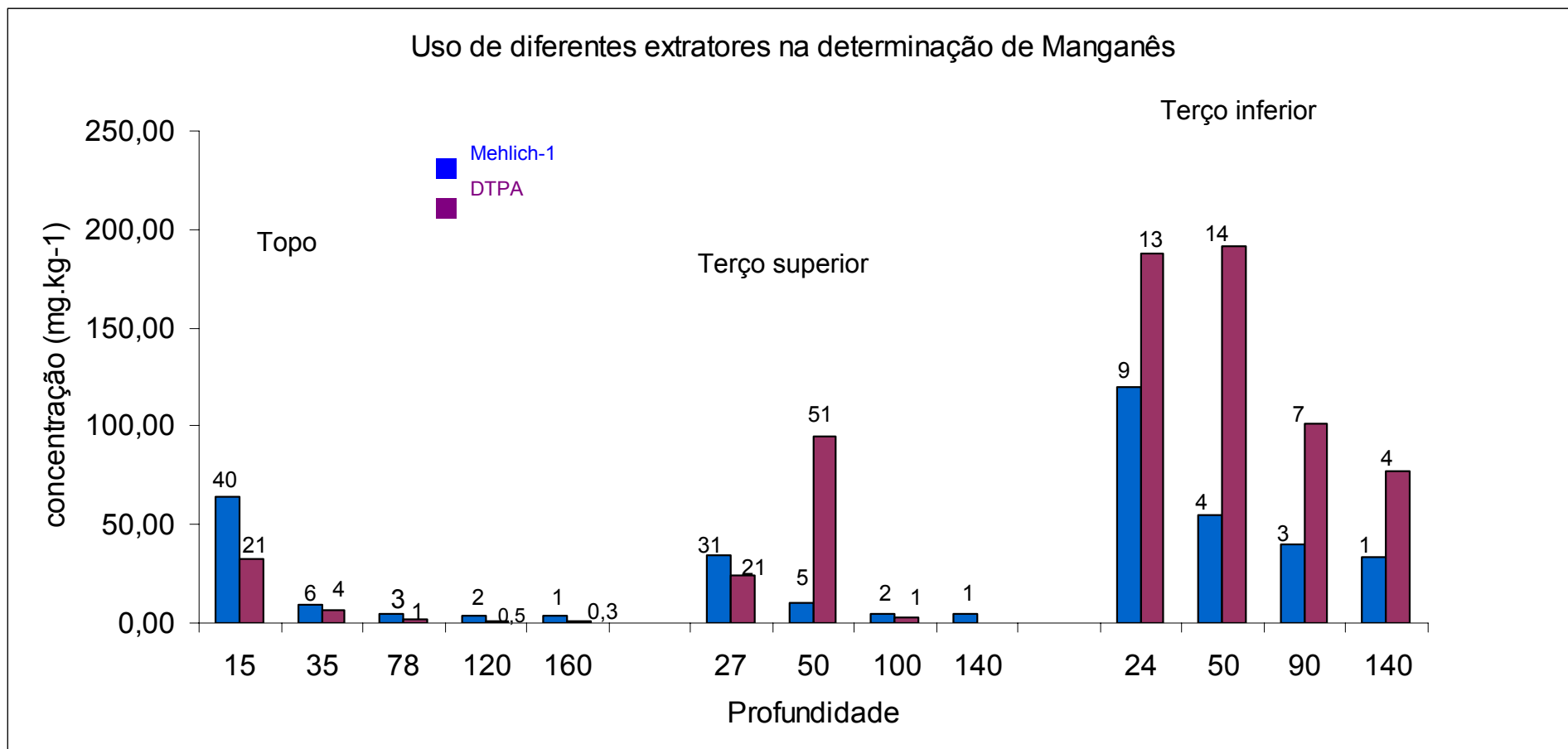


Figura 7. Teores de Manganês extraídos por Mehlich-1 e DTPA em perfis de solos avaliados em topossequência (números acima de cada coluna indicam a porcentagem extraída em relação ao teor total; ** significativo 1% e n/s não significativo).

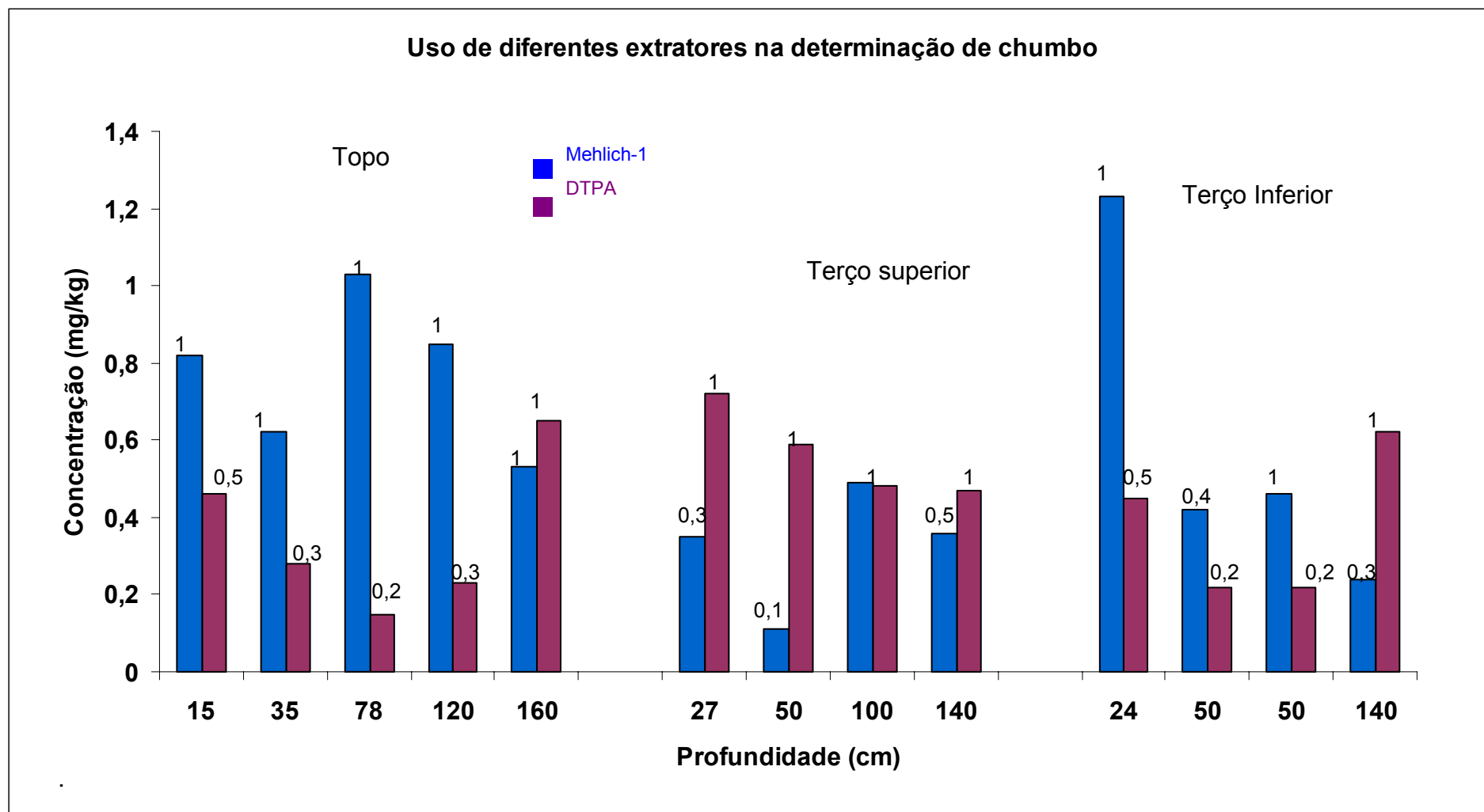


Figura 8. Teores de Chumbo extraídos por Mehlich-1 e DTPA em perfis de solos avaliados em topossequência (números acima de cada coluna indicam a porcentagem extraída em relação ao teor total ** significativo 1% , * significativo 5% e n/s não significativo).

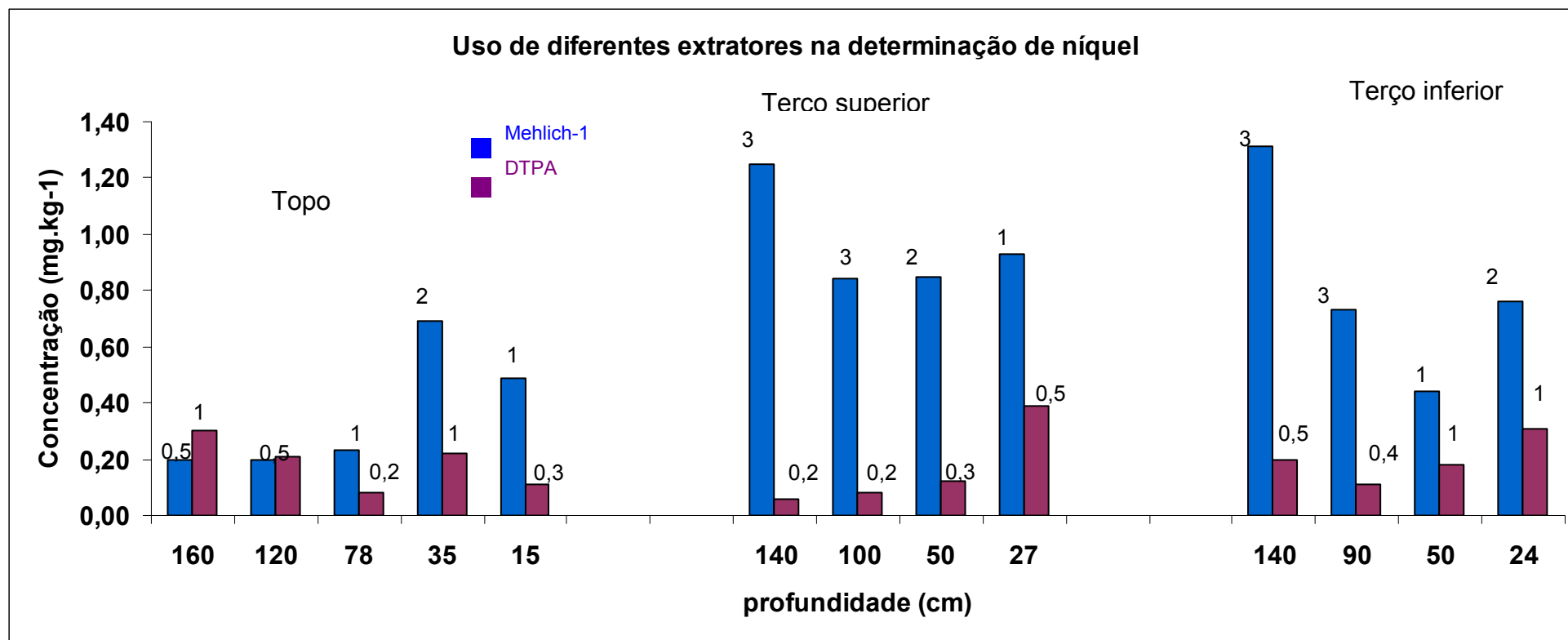


Figura 9. Teores de Níquel extraídos por Mehlich-1 e DTPA em perfis de solos avaliados em topossequência (números acima de cada coluna indicam a porcentagem extraída em relação ao teor total, ** significativo 1%, * significativo 5% e n/s não significativo).

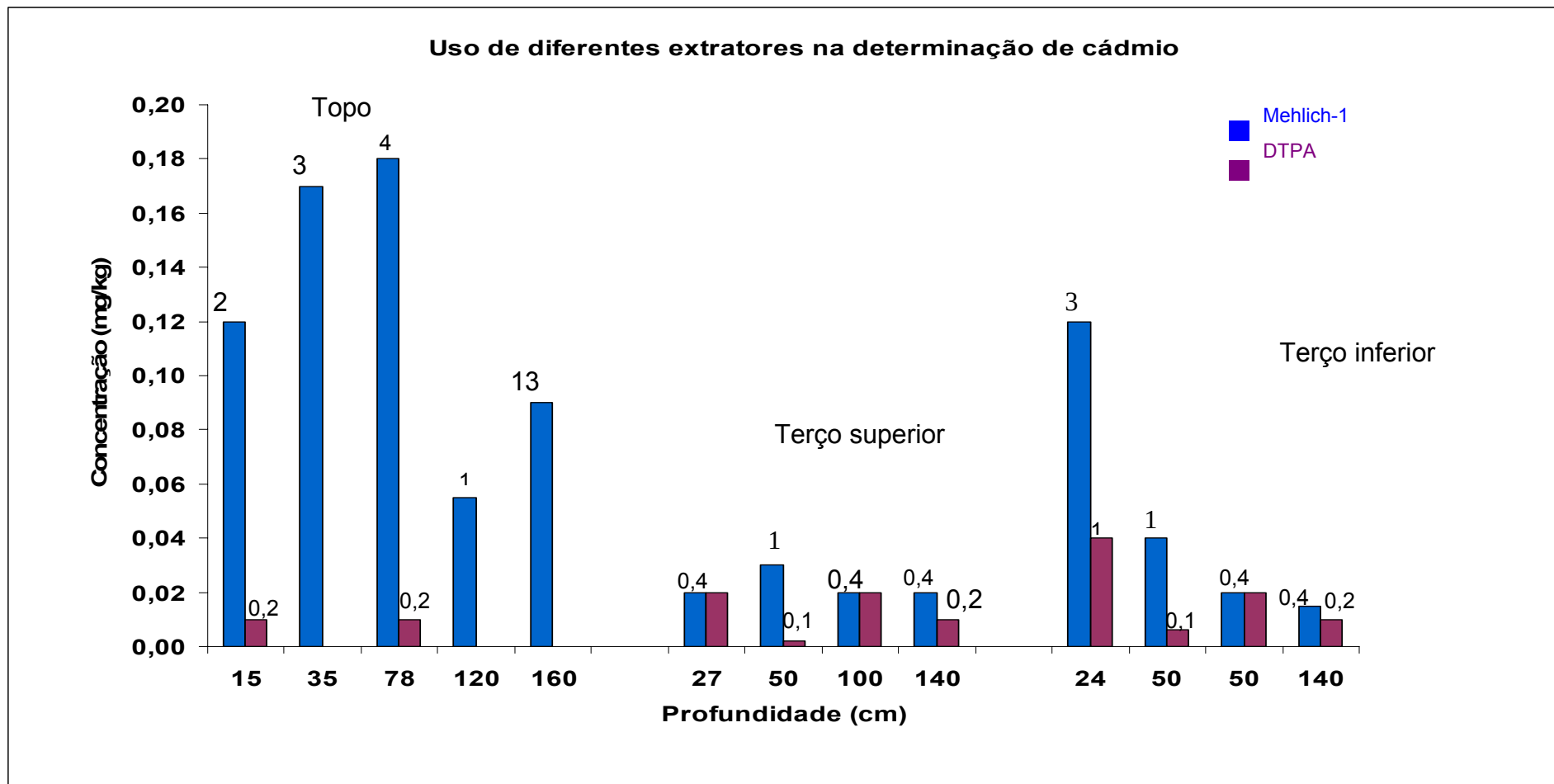


Figura 10 Teores de Cádmio extraídos por Mehlich-1 e DTPA em perfis de solos avaliados em topossequência (números acima de cada coluna indicam a porcentagem extraída em relação ao teor total , ** significativo 1%, * significativo 5% e n/s não significativo).

4.2 ALTERAÇÕES DAS PROPRIEDADES DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

4.2.1 Morfologia e classificação dos solos

Para comparação dos diferentes sistemas de manejo, foi escolhido solos com características semelhantes, o que pode ser observado nos quadros 4, 5 e 6 em anexo. Os atributos morfológicos das áreas cultivadas assemelham-se, mas apresentam um inconveniente na classificação, por não apresentam o horizonte A, que é fundamental na classificação de solos. A aparente ausência desse horizonte A é indicativo de uma erosão intensa.

De acordo com a análise morfológica e observando o contexto do ambiente, foi possível classificar os perfis, quadro 4 e 5 descrito em anexo, cultivados com videira e bananeira, como Argissolo Vermelho Distrófico nitossólico. Devido à aparente ausência do horizonte A não foi possível verificar o gradiente textural. A matiz variando de 2,5 a 5,0 YR, sem variar no valor (4), mas com variação no croma de 4-6, indica a ocorrência de policromia, característica excludente para Nitossolos. No entanto, os perfis apresentam uma característica marcante de Nitossolos, que é cerosidade moderada e abundante em quase todo o perfil.

O perfil da mata (Quadro 6), descrito em anexo, apresenta-se preservado, com presença do horizonte A, com características de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico nitossólico; com matiz variando de 5,0 a 10YR, valor de 3-5 e croma de 3-8, com horizonte B textural e argila de atividade baixa.

Segundo pesquisas realizadas pela Embrapa (2006b) o cultivo tem sido uma atividade que favorece a degradação do solo, principalmente em áreas muito acidentadas. As áreas cultivadas deste estudo parecem ter sofrido um processo de erosão intensa, que faz com que o perfil do solo dessas áreas perdesse os horizontes superficiais originais. Quando comparamos com o perfil sob mata, observa-se que este apresenta gradiente textural e torna-se mais vermelho em profundidade, se fossem excluídos os horizontes superficiais deste perfil, o mesmo perderia o gradiente textural e se tornaria bem mais vermelho no Bt. Essa parece ser a razão do surgimento de Argissolos Vermelhos Distróficos nitossólicos nas áreas cultivadas.

No entanto, os solos das áreas cultivadas não apresentam uma condição ruim para as culturas. Estes perfis de solos são apenas mais argilosos desde a superfície, mas

continuam com boa profundidade, boa estrutura, permitindo um bom desenvolvimento do sistema radicular.

A dinâmica dos principais componentes da fração argila do solo pode ser compreendida com o estudo de sua distribuição ao longo dos perfis. Através da extração pelo ataque sulfúrico foram obtidos os teores totais de SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 (tabela 4), os dados evidenciam que o material de origem é homogêneo, pois a distribuição em profundidade apresenta-se com baixa variação e que a área de bananeira tem grande semelhança com a de videira e ambas as áreas apresentam maior teor de óxido de alumínio.

Os conteúdos desses óxidos diferiram em relação aos extratores, sendo que o ataque sulfúrico extraiu mais que o DCB e esse por sua vez mais que o oxalato, inferindo que o teor de alumínio e ferro cristalino (Al_D e Fe_D) são mais elevados que os conteúdos de alumínio e ferro mal cristalizado (Al_O e Fe_O) (Pombo et al., 1982; Schwertmann & Kämpf, 1983; Coelho & Vidal-Torrado, 2003; Tremocoldi, 2003.).

Segundo Melo & Johas (1988) a relação Fe_D/Fe_T ajuda a inferir sobre o grau de intemperismo, mas de acordo com a tabela 5 observa-se que a área de cultivo tende a reduzir em profundidade e na área de mata essa relação tende a aumentar, levando a considerar que no ambiente cultivado em que há um revolvimento do solo, adubações realizadas na área favorecem a um aumento na relação, passando a não ser considerada indicativo de intemperismo, sendo claramente observado quando analisamos ambiente cultivado e mata, que apresentam a mesma classe de solo. A mata apresenta uma relação crescente em profundidade significando que o grau de intemperismo é maior em superfície logo menor essa relação; quando observamos a área cultivada comporta-se em sentido contrário, mostrando assim influência do revolvimento do solo. Isso indica que para ambiente cultivado a relação Fe_D/Fe_T pode inferir sobre o grau de intemperismo do solo.

Avaliando o K_i e o K_r , que também são relações que ajudam na avaliação do grau de intemperismo, observa-se o K_i sempre menor que 1,2, que de acordo com Coelho & Vidal-Torrado (2003) é considerado baixo e o K_r , sempre acima de 1,83, chegando até 4,86. Embrapa (2006a) descreve que para solos caulíníticos, o K_i e o K_r apresentam-se maior que 0,75. Pode-se então dizer que os solos em estudo apresentam mineralogia caulínítica.

Tabela 5- Teores de SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃ obtidos por diferentes extratores e principais relações

Horizonte	Profundidade	Si _T	Al _T	Fe _T	Al _D	Fe _D	Al _O	Fe _O	Al _O / Al _D	Fe _O /Fe _D	Fe _D / Fe _T	Ki	Kr
cm		%											
Videira													
BA	0-15	3,43	5,11	4,01	2,54	2,41	0,17	0,16	0,07	0,07	0,60	1,14	3,65
Bt1	15-35	3,33	5,59	6,16	2,60	2,26	0,22	0,17	0,08	0,07	0,37	1,01	4,86
Bt2	35-75	3,40	5,91	4,41	2,51	2,15	0,24	0,14	0,09	0,06	0,49	0,98	3,73
Bt3	75-115	3,62	6,03	4,81	2,60	2,06	0,25	0,12	0,10	0,06	0,43	1,02	4,03
BC	115-160+	3,18	6,17	4,42	2,49	2,37	0,25	0,11	0,10	0,05	0,53	0,88	3,64
Bananeira													
BA	0-16	2,96	4,15	3,25	2,32	2,09	0,28	0,14	0,12	0,07	0,64	1,21	3,24
Bt1	16-45	3,51	5,00	3,70	2,51	2,00	0,30	0,16	0,12	0,08	0,54	1,19	3,51
Bt2	45-90	3,53	5,39	3,80	2,03	2,20	0,65	0,16	0,32	0,07	0,58	1,11	3,49
Bt3	90-120	3,71	5,67	3,96	2,21	2,24	0,22	0,09	0,10	0,04	0,57	1,11	3,59
BC	120-160+	3,08	5,75	4,39	2,17	1,91	0,17	0,10	0,08	0,05	0,43	0,91	3,66
Mata													
A	0-15	1,67	2,49	1,11	2,49	0,33	0,13	0,04	0,05	0,11	0,30	1,14	1,83
AB	15-32	2,14	3,26	1,36	2,31	0,40	0,15	0,04	0,06	0,11	0,29	1,12	1,97
BA	32-55	2,98	4,40	1,69	2,41	0,60	0,18	0,03	0,08	0,05	0,36	1,15	2,21
Bt1	55-90	2,59	5,51	1,89	2,75	0,78	0,58	0,02	0,21	0,03	0,41	0,80	1,98
Bt2	90-150+	3,21	6,22	1,89	2,64	0,88	0,59	0,02	0,22	0,06	0,46	0,88	2,06

Si_T (Silício extraído por ataque sulfúrico), Al_T (Alumínio extraído por ataque sulfúrico); Fe_T (Ferro extraído por ataque Sulfúrico) Al_D (Alumínio extraído por Ditionito- Citrato-Bicarbonato →) Fe_D (Ferro Ditionito) Al_O (Alumínio extraído por oxalato ácido de amônio), Fe_O (Ferro extraído por oxalato ácido de amônio). Ki (% SiO₂ x 1,70/ %Al₂O₃) e Kr (%SiO₂ /0,6)/(%Al₂O₃ /1,02) +(% Fe₂O₃ /1,60).

4.2.2 Propriedades físicas dos solos

Na tabela 6 serão apresentadas as propriedades físicas determinadas nas três áreas.

A variação da densidade do solo na camada superficial (0-16 cm) entre a bananeira e videira, bananeira e mata não diferem estatisticamente entre si, apenas entre a videira e mata existe uma diferença estatística significativa ao nível de 5% de probabilidade ($01 \leq p < 05$); onde a videira tem uma maior densidade. Isto mostra que na camada superficial de áreas cultivadas ocorre grandes variações na densidade do solo, onde há o revolvimento do solo, pisoteio, nesse caso, em especial, a cobertura vegetal insuficiente para melhor proteção do solo. O baixo teor de matéria orgânica, devido ao pouco aporte de resíduos ao solo pela cultura da uva, deve também ter contribuído para essa diferença de densidade, o que concorda com Klein (2005), Buckman & Brady (1979), Klar (1988) e Figueiredo et al. (1998). Sabe-se que a densidade limite do solo cultivado é de 1,70 a 1,75 g cm⁻³, conforme proposição de Arshad et al. (1996). Cavichiolo et al. (2005) encontrou valores de densidade que se assemelham aos da videira e também relata que são valores não críticos para compactação severa.

Um fato interessante é a maior densidade do solo da mata na camada subsuperficial (16-45 cm), que difere estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Isto se justifica pela própria natureza da classe de solo, podendo ser uma possível camada de adensamento, pois em campo, no momento da coleta das caixas de kubiena (material retirado para um possível trabalho), e do próprio anel, houve uma maior resistência no momento de penetração. Isto está condizente com resultado encontrado por Lima Neto (2008), na caracterização de Argissolos.

Observando a porosidade total da camada superficial, apenas a videira apresentou porosidade significativamente menor ao nível de 5% de probabilidade. Essa menor porosidade da videira é provavelmente devido ao seu menor teor de matéria orgânica. Segundo Reichardt & Timm (2004), além de ser diretamente dependente da densidade do solo, é o espaço em que ocorrem os processos dinâmicos do ar e solução de solo. Segundo Reichardt & Timm (2004) e Libardi (2005), a porosidade total apresenta normalmente valores na faixa de 0,52 a 0,61 m³ m⁻³; valores superiores aos encontrados no ambiente de estudo, nas duas profundidades, indicando um possível problema de aeração e movimentação de

água, no entanto, nossos valores de porosidade total estão corroborando com Cavichiolo et al. (2005), que também trabalhou com solo de textura média.

Com a microporosidade houve diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), entre os três ambientes e nas duas profundidades, onde a bananeira apresentou valor maior que a videira e esta maior que a vegetação nativa. Isto está condizente com Oliveira et al. (1983), que relata o revolvimento do solo como proporcionador do aumento da microporosidade e, conseqüentemente, redução da macroporosidade. A mata apresenta-se com valores médios de microporosidade inferiores nas duas profundidades, quando comparados estatisticamente, com as áreas cultivadas, por ser um ambiente de preservação em que há uma melhor distribuição de porosidade total entre macro e microporosidade.

A macroporosidade não diferiu na camada subsuperficial, mas há uma diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) na camada superficial, onde a mata foi superior a bananeira e videira. Este fato merece destaque, pois essa área apresentou uma média 40% maior que as área de cultivo de bananeira e de videira, o que representa quase 50% de sua porosidade total. Isso significa dizer, que em ambiente preservado, a porosidade total é constituída basicamente de 50% de macroporos e 50% de microporos, e à medida que essa área deixa de ser preservada, irá refletir em um desequilíbrio dessa porosidade total.

A estabilidade de agregados dos solos diferiu na camada superficial, com diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), pelo teste de Tukey, onde a mata diferiu da área cultivada com bananeira e videira, apresentando uma maior estabilidade, e a bananeira superior à videira. Isso mostra que o não revolvimento do solo preserva a redução dos agregados e que a cobertura vegetal é um outro fator na estabilidade desses agregados, protegendo esses contra o impacto da gota e reduzindo assim os riscos de degradação do solo. Corrêa (2002) comparou sistemas de cultivo, o que envolveu a semeadura direta durante dois anos foi o que proporcionou maior valor de DMP, o que indica que a cobertura vegetal proporciona uma maior estabilidade dos agregados em solos sob cultivo. Os valores de estabilidade de agregados estão coerentes com os encontrados por Corrêa (2002). De acordo com Belotti (2005), os altos valores da estabilidade de agregados das frações maiores, nas áreas de mata, são resultados da decomposição da matéria orgânica e da atuação de microorganismos, que sintetizam a matéria orgânica solúvel em água ao redor das partículas de solo, o que resulta em agregados estáveis.

Ainda de acordo com a tabela 6, pode-se observar que a superfície específica na camada superficial diferi estatisticamente, com a mata apresentando maior superfície específica. Mas a diferença que ocorre na subsuperfície é significativa ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$),, sendo que videira e bananeira não diferiram estatisticamente, mas ambas diferiram da mata, que apresentou uma menor superfície, nesse caso ela apresenta menor teor de argila, levando a uma possível suposição de que o manejo tem influência na superfície específica, pois são estatisticamente iguais. A perda de material por erosão das camadas superficiais leva os solos cultivados a terem superfície específica elevada desde a superfície, seguindo a mesma tendência do teor de argila. Segundo Aomine & Yoshinaga (1955), Bower & Gschwend (1952) e Brunauer (1943), a superfície específica varia com a textura e o tipo de material de mineral de argila. Ao observar os quadros 4, 5 e 6, em subsuperfície, onde tem mais argila, tem maior superfície específica.

O uso e manejo na qualidade física dos solos são fundamentais no desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis, a degradação do solo pelo cultivo impõe limitações ao desenvolvimento da planta, devido à predominância de atributos que irão atuar como fator negativo. Um exemplo é a restrição de aeração, devido ao desequilíbrio da porosidade total, aumento da densidade do solo pelo revolvimento do solo e redução da estabilidade de agregados. Isso mostra que a avaliação dos atributos físicos do solo é um forte indicador da qualidade do solo.

Tabela 6- Propriedades físicas de Argissolos sob diferentes condições de uso, em duas profundidades

Profundidade	Cultura	Ds		Dp		∞		Macro		Micro		DMP		SE	
		-----g cm ⁻³ -----				-----%-----						mm		m²/g	
0-16	Videira	1,49	a	2,53	b	42,92	b	3,54	b	39,37	b	1,49	c	34,02	ab
16 -45	Videira	1,42	B	2,64	A	46,89	A	4,88	A	42,06	B	1,55	C	46,08	A
0 -16	Bananeira	1,41	ab	2,62	a	48,03	a	4,96	b	43,07	a	2,34	b	32,04	b
16 -45	Bananeira	1,44	B	2,60	A	48,23	A	3,49	A	44,74	A	1,43	C	48,42	A
0 -16	Mata	1,29	b	2,53	b	49,23	a	21,47	a	27,76	c	2,85	a	37,26	a
16 -45	Mata	1,67	A	2,56	B	34,91	B	3,26	A	31,64	C	1,70	A	36,72	B

Ds - densidade do solo; Dp.- densidade da partícula; ∞ - porosidade total; macro - macroporosidade; micro - microporosidade; DMP - diâmetro médio ponderado; SE - superfície específica. As médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, na camada superficial, não diferem estatisticamente entre si, e médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, na camada subsuperficial, não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.2 3 Propriedades químicas dos solos

Na tabela 7 pode-se observar diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey, entre o pH das áreas cultivadas com bananeira e videira, com a mata, nas duas profundidades analisadas. Na mata o pH apresenta-se moderadamente ácido, refletindo o elevado grau de intemperização do solo. O pH neutro das áreas cultivadas ($\geq 7,0$) é atribuído à aplicação de calcário realizada para correção da acidez natural do solo. Valores de pH semelhantes em área sob cultivo foram encontrados por Monges & Holden (2008). Esse valor de pH encontra-se em faixa de baixa disponibilidade de nutrientes para ambas as culturas.

O teor de fósforo nas áreas em estudo também apresentou diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey, sendo estatisticamente igual o teor de fósforo na área sob cultivo de videira e bananeira, que apresentaram valor superior ao da mata. Justifica-se essa elevada concentração de fósforo por causa da adubação realizada na área. Resultados semelhantes foram encontrados por Machado et al. (1993) e Corrêa et al. (2001b).

O teor de matéria orgânica apresenta diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey, na superfície, entre a videira e bananeira e em subsuperfície a videira difere da bananeira e também da mata. A videira apresenta um manejo onde poucos restos culturais são incorporados ao solo, resultando num teor de matéria orgânica menor.

O Teor de potássio difere estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey, sendo suas maiores concentrações na área cultivada, em comparação com a mata, ressaltando mais uma vez o efeito da adubação realizada.

O cálcio das áreas cultivadas com bananeira e videira não diferiu entre si, mas diferiram da mata, nas duas profundidades analisadas, ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Esse foi o elemento que mais contribuiu com a soma de bases nos horizontes superficiais, podendo então ser associado à adubação de correção, pois seguem a mesma estatística do pH.

A análise estatística do teor de magnésio não diferiu entre a videira e mata no horizonte superficial, ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), mas diferiu da área com cultivo de bananeira que apresenta menor concentração em superfície, possivelmente devido à sua maior necessidade pelo elemento. Em subsuperfície as áreas diferiram entre si, onde a bananeira foi superior à videira, que foi superior à mata.

A soma de bases (S) diferiu estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey, na qual o ambiente sob cultivo de videira foi superior ao da bananeira e esta superior à mata.

É sabido que solos com elevado grau de intemperismo apresentam naturalmente um valor de S baixo, mas devido à adubação realizada ocorre um aumento de cálcio, magnésio e potássio, que reflete na maior soma de bases, diferindo assim da área de mata. Theodoro et al. (2003) classifica como valores adequados de soma de bases entre 3,61 a 6,0 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, valores esses dentro da média dos encontrados na área de cultivo de videira. A disponibilidade de nutrientes é diferenciada devido às exigências de cada cultura, observa-se neste trabalho que a bananeira parece retirar mais nutrientes do solo que a videira, o que provocou uma soma de bases mais baixa, considerando que ambas as áreas recebem aplicações de nutrientes por adubação (ver relação de adubos e defensivos aplicados na área em anexo).

A utilização do solo ocasiona um desequilíbrio no ecossistema, uma vez que a técnica de manejo empregada influencia os processos físicos, químicos e biológicos do mesmo, modificando suas características e, muitas vezes, podem propiciar sua degradação, inviabilizando sua utilização ou aproveitamento agrícola (Santos, 2007).

Um dos principais fatores que compromete a capacidade de manutenção dos sistemas agrícolas em longo prazo é a falta de preocupação com relação ao uso e manejo adequado do solo. Dentre os vários fatores que atuam na produção agrícola, a dinâmica dos nutrientes no solo apresenta grande importância na produção, com isso a avaliação da fertilidade do solo é um fator importante e que está associado com a boa produtividade agrícola.

Nas áreas cultivadas observa-se elevado aporte de fertilizantes e matéria orgânica, mantendo teores de matéria orgânica semelhantes ao da mata e eventualmente excesso na aplicação de fertilizantes, indicado principalmente pelo pH elevado, possivelmente consequência de aplicações repetidas de calcário.

Tabela 7- Propriedades químicas dos solos sob diferentes cultivos em diferentes profundidades

Profundidade	Cultura	pH		P		M.O.		K		Ca		Mg		S	
				mg.dm ⁻³		%		-----cmolc/dm ³ -----							
0 -16	Videira	7,9	a	131,24	a	3,50	b	1,38	a	1,62	a	0,80	a	4,03	a
16 -45	Videira	7,2	A	73,05	A	1,81	B	1,50	A	1,41	A	0,34	B	3,61	A
0 -16	Bananeira	7,8	a	118,39	a	4,04	a	0,93	a	1,70	a	0,23	b	3,05	b
16 -45	Bananeira	7,6	A	69,35	A	2,60	A	0,77	AB	1,28	A	0,67	A	2,89	B
0 -16	Mata	5,7	b	1,29	b	3,84	ab	0,27	b	0,95	b	0,54	a	1,81	c
16 -45	Mata	5,7	B	0,67	B	2,42	A	0,22	B	0,73	B	0,19	C	1,19	C

pH.- potencial hidrogeniônico; M.O.- matéria orgânica; P-fósforo; K - potássio, Ca - cálcio Mg - Magnésio e S - soma de bases. As médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, na camada superficial, não diferem estatisticamente entre si, e médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, na camada subsuperficial, não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

4.2.4 Acúmulo e disponibilidade de micronutrientes e metais pesados

Na tabela 8 os teores totais de Fe encontrados no solo não diferiram estatisticamente entre a bananeira e videira, mas ambas diferiram da mata, em subsuperfície todas as áreas diferiram entre si, onde a videira apresentou-se maior que a bananeira e essa maior que a vegetação nativa.

Sabe-se que a concentração de Fe alta da mata está relacionada ao material de origem, nas áreas cultivadas, tem um fator adicional, que é a adubação. No entanto, considerando o fato de que os solos das áreas cultivadas encontram-se truncados, estes teores mais altos podem ser devido à exposição da camada subsuperficial dos solos, notadamente mais rica em ferro.

O teor de Cu não diferiu estatisticamente nas áreas de cultivo, diferindo da vegetação nativa, que se encontra basicamente sem a presença de cobre. Isto se deve provavelmente à aplicação de insumos na área, causando um aumento de concentração, que segundo Cetesb (2005), encontra-se entre a referência de qualidade e a prevenção. Segundo Malavolta (1994), os principais adubos e corretivos utilizados no Brasil possuem cobre em suas formulações.

A concentração de Zn foi estatisticamente igual nas duas profundidades nas áreas cultivadas com bananeira e videira, diferindo da mata, que apresenta uma concentração, segundo Cetesb (2005), entre a faixa de referência de qualidade e prevenção. Esse teor apresentado na área de mata, considerado elevado pela Cetesb (2005). indica que para esta região os valores de referência diferem dos de São Paulo, levando à conclusão de que esse valor de referência deve ser regionalizado, estudando a gênese desse ambiente.

Os solos naturalmente possuem metais pesados em concentrações variadas, dependendo do seu material de origem, dos processos de formação e da composição e proporção dos componentes da sua fase sólida (Fadigas, 2002; Doelsch et al., 2006).

A concentração de Mn nas áreas cultivadas não diferiram entre si nas duas profundidades, diferindo apenas da mata que apresenta uma concentração acima de $73,36 \text{ mg kg}^{-1}$ e dentro da média, segundo Krauskopf (1972), que cita a concentração total no solo variando de 0,02 a 3 g kg^{-1} , sendo a média de $0,6 \text{ g kg}^{-1}$. Essa maior concentração na área cultivada mostra que as atividades antrópicas afetam a concentração de metais pesados no solo, devido à aplicação de fertilizantes e o uso de agrotóxicos, contribuindo para a contaminação dos solos (Facchinelli, et al., 2001; Nicholson et al., 2003).

O elemento Ni comportou-se estatisticamente de maneira diferenciada em toda a área, na qual a concentração na videira foi superior à bananeira, e as duas áreas superiores à mata. Segundo a Cetesb (2005), a área cultivada encontra-se no nível de intervenção (70 mg kg^{-1}), e a mata dentro da referência de qualidade (13 mg kg^{-1}). De acordo com Alloway (1995), teores em solos originados de rochas ígneas variam de 1 a 200 mg kg^{-1} .

A concentração de Cd diferiu estatisticamente entre as áreas, na qual a bananeira foi superior à videira e essa superior à mata. Segundo a Cetesb (2005), todo o ambiente encontra-se na faixa de intervenção (3 mg kg^{-1}), nas duas profundidades. O fato dos teores em subsuperfície da mata não diferir dos teores encontrados nas áreas cultivadas, parece sugerir um teor natural alto de cádmio nesses solos, não indicando acumulação nas áreas cultivadas, significando que precisa ser melhor investigado através de uma avaliação do material de origem. De acordo com Adriano (2001), a concentração de Cd em solos varia com os teores encontrados na rocha matriz, pois solos derivados de rochas ígneas contêm entre $0,1\text{-}0,3 \text{ mg kg}^{-1}$, os oriundos de rochas metamórficas entre $0,1\text{-}1,0 \text{ mg kg}^{-1}$, enquanto que nos solos provenientes de rochas sedimentares o teor pode chegar a 10 mg kg^{-1} .

O elemento Pb também parece apresentar uma pequena acumulação nas áreas cultivadas, ressaltando que a bananeira parece acumular mais na superfície, enquanto na área de videira parece ocorrer mais mobilidade desse elemento para a camada subsuperficial, o que deve estar relacionado ao maior teor de matéria orgânica da área cultivada com bananeira. A matéria orgânica, em certas condições de pH, poderá solubilizar ou imobilizar metais pesados, sua eficiência depende principalmente de sua forma coloidal (Denaix et al., 2001).

O Pb também é um elemento que nesta área parece ter um teor relativamente elevado naturalmente no solo, pelo menos em relação à média do Estado de São Paulo, estabelecida pela Cetesb (2005). Alloway (1993) afirma que o chumbo é um dos elementos mais abundantes na natureza, e suas maiores fontes naturais são emissões vulcânicas, intemperismo geoquímico e névoas aquáticas.

Prohaska et al. (2005) destacam atividades humanas que têm incrementado as concentrações de Pb no ambiente, sendo as emissões atmosféricas, provenientes da indústria metalúrgica, assim como a aplicação direta no solo de biossólidos, esterco animal, fertilizantes e corretivos agrícolas, como as principais fontes.

Na tabela 9 encontram-se os teores disponíveis dos micronutrientes catiônicos, Cd e Pb, em solos cultivados com bananeira, videira e sob mata. É sabido que as culturas variam consideravelmente quanto à necessidade de nutrientes. De acordo com Olson e Kurzt, (1982), citado por Mullins et al. (1992), a quantidade de nutrientes minerais requerida pela videira é consideravelmente pequena em relação à necessidade de outras culturas, e muitos fatores interferem nas quantidades de nutrientes disponíveis, como as características físicas e químicas dos solos, além das características próprias da cultivar considerada: idade da cultura, vigor, potencial produtivo, finalidade da produção.

O teor de Fe encontrado na bananeira e videira não diferiu entre si, mas diferiram da mata na superfície, sendo justificado pela presença de adubação realizada na área, pois em subsuperfície não houve diferenças estatísticas entre as áreas, apresentando uma concentração disponível acima de $21,90 \text{ mg kg}^{-1}$. É sabido que as atividades antrópicas podem afetar a concentração de metais pesados no solo, que pode envolver deposições industriais direta no solo e uso de insumos agrícolas (esterco animal) (Xue et al., 2003).

Os teores de Mn não diferiram nas áreas cultivadas em superfície, diferindo apenas da mata, com concentração menor igual a $10,8 \text{ mg kg}^{-1}$, enquanto nas áreas cultivadas apresentam concentrações acima de $32,35 \text{ mg kg}^{-1}$, evidenciando que a adubação mineral ou orgânica utilizada na área está favorecendo a uma elevação desse elemento. Segundo Dantas (1971), o requerimento mínimo de Mn para o desenvolvimento da maioria das plantas é inferior a 20 ppm, de acordo com Marschner (1995), os níveis de manganês considerados adequados à nutrição de plantas variam de 10 a 20 mg.kg^{-1} . A maior preocupação em relação ao manganês é uma possível contaminação dos mananciais, devido à posição topográfica do terreno favorecer um forte processo erosivo.

A disponibilidade de cobre não diferiu estatisticamente entre a videira e bananeira em nenhuma profundidade, mas diferiram da mata, que praticamente não apresenta cobre, sendo a concentração encontrada como disponível vinda da própria mineralização da matéria orgânica. O Cu é um elemento que muitos pesquisadores têm mostrado interesse em pesquisar, principalmente em pomares vitícolas, devido à grande aplicação de fungicidas cúpricos.

Os teores de Zn entre as áreas cultivadas não diferiram em nenhuma profundidade, diferindo da mata que apresenta uma concentração média de 65,43 e 61,03 nas camadas 0-16 e 16-45, respectivamente, concentração essa superior ao

encontrado por Castro et al. (1992), em área de Latossolo de um plantio convencional com aplicação de calcário, onde foi encontrada uma concentração média de 4,2 mg kg⁻¹.

O chumbo, níquel e cádmio, segundo a Cetesb (2005), apresentam teores totais na faixa de prevenção e intervenção, mas a disponibilidade é baixa, podendo ser considerada não prejudicial ao desenvolvimento das culturas.

Tabela 8 - Teores médios totais de micronutrientes, Cd e Pb em duas profundidades

Profundidade	Elementos													
	Fe		Cu		Zn		Mn		Ni		Cd		Pb	
	-----g kg ⁻¹ -----				-----mg kg ⁻¹ -----									
	Videira													
0 -15 cm	3.607,50	a	45,93	a	124,30	a	623,60	a	85,30	a	5,93	b	95,16	a
15 – 45 cm	4.070,8	A	53,83	A	122,93	A	630,26	A	87,4	A	7,46	A	114,66	A
σ_x	500,10		1,80		16,40		43,11		2,41		2,04		0,16	
σ_x	368,44		6,82		2,04		70,20		3,31		0,08		0,94	
	Bananeira													
0 -15 cm	3.135,00	a	40,33	a	129,73	a	721,23	a	48,30	b	7,73	a	101,86	a
15 – 45 cm	3.028,77	B	36,56	B	129,36	A	677,33	A	73,4	A	5,70	A	86,53	B
σ_x	23,47		2,20		2,69		71,36		5,27		12,90		0,16	
σ_x	119,92		0,33		6,89		41,80		3,10		5,06		0,69	
	Vegetação Nativa													
0 -15 cm	817,25	b	0,01	b	65,43	b	90,70	b	10,90	c	3,43	c	56,20	b
15 – 45 cm	890,10	C	0,01	C	61,03	B	73,36	B	7,5	B	4,77	A	73,90	B
σ_x	5,21		----		5,43		16,00		1,30		12,53		0,12	
σ_x	15,31		----		0,82		14,53		2,33		0,20		0,78	

σ_x Erro padrão da média. As médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, na camada superficial, não diferem estatisticamente entre si, e médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, na camada subsuperficial, não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Tabela 9 - Teores médios disponíveis de micronutrientes, Cd e Pb, extraídos por DTPA, em duas profundidades

Profundidade	Elementos													
	Fe		Cu		Zn		Mn		Ni		Cd		Pb	
	-----mg kg ⁻¹ -----													
	Videira													
0 -15 cm	31,31	a	2,48	a	7,85	a	43,88	a	0,51	a	0,12	a	0,81	a
15 – 45 cm	21,90	A	1,73	A	4,02	A	32,36	B	0,46	A	0,06	A	0,88	A
σ_x	0,83		0,08		0,09		3,47		0,09		0,02		0,01	
σ_x	5,19		1,73		0,15		3,50		0,05		0,03		0,27	
	Bananeira													
0 -15 cm	32,62	a	2,82	a	6,94	a	52,13	a	0,56	a	0,07	ab	0,73	a
15 – 45 cm	32,71	A	2,29	A	6,40	A	53,28	A	0,36	A	0,05	A	0,82	A
σ_x	1,91		0,45		0,83		2,21		0,15		0,01		0,10	
σ_x	0,04		0,21		1,39		6,41		0,10		0,01		0,01	
	Mata													
0 -15 cm	22,08	b	0,13	b	1,67	b	10,90	b	0,05	b	0,03	b	0,89	a
15 – 45 cm	22,61	A	0,17	B	0,90	A	4,70	C	0,07	A	0,01	A	0,91	A
σ_x	2,26		0,05		0,04		2,25		0,01		0,01		0,08	
σ_x	5,46		0,01		0,00		0,70		0,02		0,00		0,04	

σ_x Erro padrão da média. As médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, na camada superficial, não diferem estatisticamente entre si, e médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, na camada subsuperficial, não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

4.2 5 Interrelações entre os diferentes sistemas de cultivo

Análises multivariadas são métodos estatísticos apropriados para estudos em que cada unidade experimental é avaliada simultaneamente.

O uso continuado do solo pelo homem, com repetição de práticas agrícolas na mesma área, principalmente através da agricultura, pode alterar o equilíbrio do meio, sendo claramente observado na figura 11.

Fazendo um corte entre a distância de ligação 6 e 7, haverá dois grupos homogêneos distintos. O grupo representado pela área cultivada, com bananeira e videira, e o segundo grupo formado representado apenas pela mata. Observa-se, então, que os grupos formados são distintos, ou seja, significa dizer que existe homogeneidade dentro de cada grupo e heterogeneidade entre os grupos, que estão agrupados por uma característica comum.

Quando fizer na mesma distância o mesmo corte na figura 11, profundidade B, nota-se que há um maior número de grupos heterogêneos, mas a mata continua com sua homogeneidade, sem formar grupo com as outras áreas.

Com análise de agrupamento (Cluster) foi possível observar a formação dos grupos, referentes à área de estudo em que os atributos do solo que se expressam em um mesmo grupo são considerados semelhantes entre si, e diferente daqueles das demais. De acordo com Yemefack et al. (2005) esta técnica permite visualizar uma variabilidade mínima dentro de um grupo e máxima entre os grupos.

Os agrupamentos formados pela análise de Cluster confirmam que o ambiente conservado (mata) é o ambiente que mantém suas características naturais, não formando grupo com as áreas de cultivo. As variáveis físicas e químicas utilizadas na análise multivariada serviram para apontar que solos revolvidos apresentam variações nessas propriedades, e que não se assemelham ao ambiente nativo.

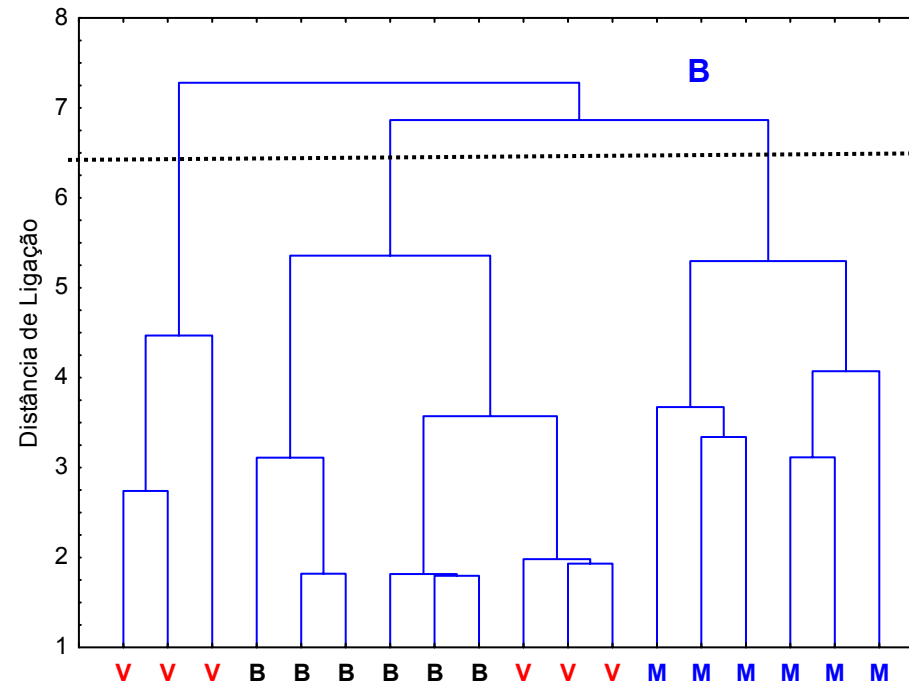
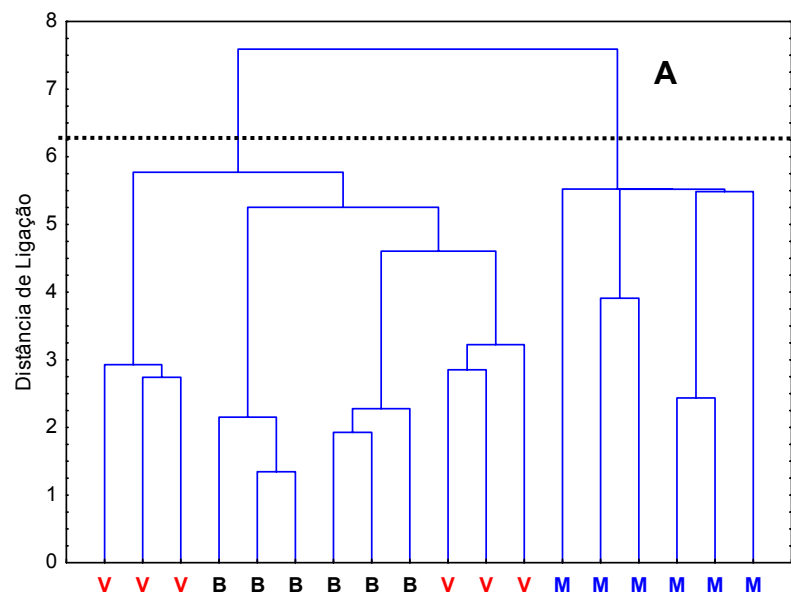


Figura 11 -. Dendograma das interrelações dos três diferentes cultivo, referente ao conjunto de parâmetros físicos (areia grossa, areia fina, silte, argila, argila natural, grau de floculação; estabilidade de agregados, superfície específica, densidade do solo e densidade da partícula, porosidade total, macroporosidade e microporosidade) químicos (Zn, Fe, Mn, Cu, Pb, Cd, Ni, MO, K⁺, Na⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Al³⁺, H⁺+Al³⁺ SB, CTC, V, m) **A**= Profundidade 0 -15 cm; **B** = Profundidade 15-45 cm, V= Videira, B =Bananeira e M = mata.

5. CONCLUSÕES

Na topossequência, as alterações na classificação dos solos foram causadas pelo cultivo e relevo, com um Argissolo Vermelho–Amarelo Distrófico nitossólico no topo, que passa a Distrófico típico no terço superior, devido ao relevo acidentado e erosão diferenciada, e se torna Eutrófico nitossólico no terço inferior, que é a parte mais baixa, como resultado do acúmulo de nutrientes aplicados.

As áreas sob cultivo de bananeira e videira sofreram forte processo erosivo, evidenciado pela descrição e classificação dos perfis de solos encontrados.

Apesar dos solos serem bem estruturados e permitirem bom desenvolvimento do sistema radicular, as áreas cultivadas apresentam um decréscimo na qualidade dos atributos físicos (densidade do solo, macro e microporosidade, estabilidade de agregados) na camada superficial.

Nas áreas cultivadas, a principal variação química é observada no elevado pH, pelo efeito da calagem e no acúmulo de fósforo, por este ser de baixa mobilidade e ser aplicado em grandes quantidades.

Os metais estudados na topossequência apresentam alguma movimentação em direção à parte mais baixa na topossequência, devido à topografia acidentada, dando mais energia e mais transporte para o escoamento; com destaque para o manganês, que aparece em concentração elevada em todo o perfil do terço inferior da encosta.

Os teores de chumbo, níquel e cádmio na topossequência indicam contaminação da área, em especial o cádmio, em praticamente toda a encosta, com exceção do topo, no horizonte Ap, embora não apresentem teores disponíveis preocupantes. Em consideração aos valores de referência da Cetesb, deve-se ressaltar que podem não representar a realidade para outras regiões, que podem ter padrões de referência natural nos solos mais elevados, como parece ocorrer nesta área em estudo.

As áreas cultivadas apresentam grande acumulação de Cu, Zn, Mn e Ni, e pequena acumulação de Pb, mas com baixos teores disponíveis desses elementos.

Os agrupamentos formados pela análise de Cluster confirmam a mata como sendo o ambiente testemunha de áreas sob cultivo, quando avaliado pelas características físicas e químicas do solo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

ABREU, C. A. de; ABREU, M. F. de; RAIJ, B. Van & SANTOS, W. R.; Comparação de Métodos de análise para avaliar a disponibilidade de metais pesados em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p 463-468,1995.

ABREU, C. A.; RAIJ, B. Van & TANAKA, R. T.; Fontes de manganês para soja e seus efeitos na análise do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.20, p 91-97,1996.

ABREU, C. A.; ABREU, M. F. & ANDRADE, J. C.; **Determinação de cobre, ferro, manganês, zinco, cádmio, cromo, níquel e chumbo em solos usando a solução de DTPA em pH 7,3**. In: RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Ed.). Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. p.240-250.

ADRIANO, D. C.; **Trace elements in terrestrial environments**: Biogeochemistry, bioavailability, and risks of metals (2nd edn.). Berlin Heidelberg New York: Springer. 2001.

ALLEONI, L. R. F.; BORBA, R. P. & CAMARGO, O. A.; Metais pesados: da cosmogênese aos solos brasileiros. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 4, p. 1-42, 2005.

ALLOWAY, B. J. **The Origins of heavy metals in soil**. In ALLOWAY, B.J. Heavy metals in soils. New York, John Wiley & Sons Inc., 1990. p. 29-39.

ALLOWAY, B.J., The origins of heavy metals in soils. In: B.J. Alloway (Ed.), **Heavy Metals in Soils**. Blackie Academic and Professional Publ., New York, 1995. p. 38–57.

ALVES, A. J. O. & RIBEIRO, M. R.; Caracterização e gênese dos solos de uma topossequência na microrregião da mata seca de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 19, p. 297-305, 1995.

ANDRADE, H.; SCHAEFER, C. E.; DEMATTÊ, J. L. I. & ANDRADE, F.V. Pedogeomorfologia e micropedologia de uma sequência latossolo - areia quartzosa hidromórfica sobre rochas cristalinas do Estado do Amazonas. **Geonomos**, 5(1), p. 55-66, 1997.

ANGULO, R. J.; ROLOFF, G. & SOUZA, M. L. P.; Correlação entre diferentes formas de determinação e representação da estabilidade e resistência dos agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.8, p.7-12, 1984.

AOMINE, S & YOSHINAGA, N.; Clay minerals of some well-drained ash soils in Japan. **Soil Science**, v. 79, p. 349–358, 1955.

ARGENTON, J.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C. & WILDNER, L. P.; Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 425-435, 2005.

ARSHAD, M. A., LOWERY, B. & GROSSMAN, B.; Physical testes for monitoring soil quality. In Doran, j.w.; JONES, A. J. (Eds.). Methods for assessing soil quality. Madison: **Soil Science Society of América**, p. 123-41, 1996.

AUBERT, H. & PINTA, M.; Trace elements in soils. Amsterdam, **Elsevier Scientific Publ.**, Co., 1977. 395p.

AZEVEDO, D. M. P. de; LEITE, L..F..C., NETO, M. L. T. & DANTAS, J. S.; Atributos físicos e químicos de um Latossolo Amarelo e distribuição do sistema radicular da soja sob diferentes sistemas de preparo no cerrado maranhense; **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.1, p.32-40, 2007.

BAGATINI, L.; GRÉCIO, M.; LICODIEDOFF, S. & GOELLNER, C. I.; **Metais Pesados em Alimentos. Perspectiva**, v. 22, p. 9-32, 1998.

BAKER, D .E. Copper. In ALLOWAY, B.J.; **Heavy Metals in soils**. John Wiley & Sons Inc. New York, p. 151-196, 1990.

BALIEIRO, F. de C.; OLIVEIRA, W. C.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. dos; PICCOLO, M. de C. & JACCOUD, C. F.; Fertilidade e carbono do solo e uso da água pelo eucalipto numa topossequência em seropédica, RJ; **Revista. Árvore** V.32, n.1; 2008.

BARAK, P. & P.A. HELMKE, 1993 **The Chemistry of Zinc**. Chap 1 in Robson, A.D. (ed) Zinc in Soils and Plants, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. pp 90 -106.

BARROS, O. N. F.; Procedimentos de campo e gabinete no levantamento de toposseqüências. **Boletim Paulista de Geografia**, v. 63, p. 5-12. 1986.

BELOTTI, F.; **Perda de Solo por erosão na agricultura: a importância das técnicas de manejo e conservação dos solo**. Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. Dissertação de Mestrado. 2005.

BELTRÃO, A. L. & MACÊDO, M. M. L. 1994. **Projeto piloto da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana (Macrozoneamento) Subsídios ao planejamento integrado da bacia do Rio Goiana: complexo serras do Mascarenhas e Jundiá**. Recife, CPRH.

BLUME, H.P. & SCHWERTMANN, U. Genetic evaluation of distribution of aluminium, iron, and manganese oxides. **Soil Science Society of América** Proc., 33 p, 438-444, 1969

BORGES, E. N.; LOMBARDI NETO, F.; CORRÊA, G. F. & COSTA, L. M. Misturas de gesso e matéria orgânica alterando atributos físicos de um latossolo com compactação simulada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p.125-130, 1997b.

BORGES, A. L. & CARDOSO, S. da S.; Nutrição e fertirrigação do maracujazeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 6., 2003, Campos dos Goytacazes. **Anais...** Campos dos Goytacazes: UENF/UFRRJ, 2003. 1 CD-Rom.

BORGES; A. L.; CALDAS, R. C. & LIMA, A. de A.; Doses e fontes de nitrogênio em fertirrigação no cultivo do maracujá-amarelo; **Revista Brasileira de Fruticultura**; v.28, n.2, 2006.

BRAIDA, J. A. **Matéria orgânica e resíduos vegetais na superfície do solo e suas relações com o comportamento mecânico do solo sob plantio direto**. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) UFSM. Santa Maria, 2004.

BRUNAUER, S.; The adsorption of gases and vapors. Physical adsorption. London, **Princeton Univ. Press** 511p, 1943.

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

BROWER, C.A.; & GRCHWEND, F.B.; Ethylene glycol retention by soil as a measure of surface and interlayer swelling. Proc. **Soil Science Society of América.**, v.16, p. 342 -345, 1952.

BUCKMAN, H. O. & BRADY, N. C.; **Natureza e propriedade dos solos**. 5 ed. Trad. A. B. N. Figueiredo Filho. Rio de Janeiro: Biblioteca Universitária Freitas Bastos, 1979. 647p.

CASTRO, O. M. de; CAMARGO, O. A. de; CANTARELLA, H.; VIEIRA, S. R. & DECHEN, S. C. F.; Teores de zinco, cobre, manganês e ferro em dois latossolos sob plantios direto e convencional; **Bragantia**, 51 (1): p. 77-84, 1992.

CAVALCANTE, E. G. S.; ALVES, M.C.; SOUZA, Z. M. de & PEREIRA, G. T.; Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1329-1339, 2007.

CAVICHIOLO, S. R.; DEDECEK, R. A. & GAVA, J.L., Modificações nos atributos físicos de solos submetidos a dois sistemas de preparo em rebrota de Eucalyptus saligna, **Revista Árvore**, v.29 n.4, 2005.

CETESB (2005). Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental São Paulo: CETESB. Disponível em: <http://www.agsolve.com.br/pdf/artigos/novatabelacetesb2005.pdf> Acesso em : 30/01/2009.

COELHO, M. R.; VIDAL-TORRADO, P. & LADEIRA, F.S.B. Macro e micromorfologia de ferricretes nodulares desenvolvidos de arenito do Grupo Bauru, Formação Adamantina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25: p. 371-385, 2001.

COELHO, M. R. & VIDAL-TORRADO, P.; Caracterização e gênese de perfis plínticos desenvolvidos de arenito do Grupo Bauru. I – Química, **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v.27 n.3, 2003.

CORDEIRO, W. C.; **A Vitivinicultura Em São Joaquim - Sc: Uma Nova Atividade No Município**, Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) UFSC Florianópolis, 2006.

CORRÊA; M. C. de M.; CONSOLINI, F. & CENTURION, J. F.; Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Distrófico sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.); **Acta Scientiarum** , v. 23, n. 5, p. 1159-1163, 2001b

CORRÊA, J. C., Efeito de sistemas de cultivo na estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho-Amarelo em Querência, MT **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 2, p. 203-209, 2002

CPRM/AD-DIPER . **Mapa Geológico do Estado de Pernambuco**. 2001. 215 p.

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

DANTAS, H. S. Manganês e cations permutáveis na unidade utinga MT **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.6, p.27-30, 1971

De FILIPP, B. V. & RIBEIRO, A. C. **Análise química do solo** (metodologia – 2ª edição) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1997. 26 p.

DEMATTE, J. A. M.; CAMPOS, R. C. & ALVES, M. C. A.; Avaliação Espectral de Solos Desenvolvidos em Uma Topossequência de Diabásio e Folhelho da Região de Piracicaba, SP: **Pesquisa Agropecuária Brasileira**; v.35; n.12, 2000.

DENAIX, L.; SEMLALI, R. M. & DOUAY, F.; Dissolved and colloidal transport of Cd, Pb, and Zn in a silt loam soil affected by atmospheric industrial deposition, **Environmental Pollution**, Amsterdam, v.113, p. 29-38, 2001.

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

DORAN, J. W. & PARKIN, T. B.; Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison: **Soil Science Society of América**, 1994. p. 3-21. (SSSA Special publication, 35).

DUARTE, R.P.S. & PASQUAL,A.; Avaliação do cádmio (Cd), chumbo (Pb), níquel (ni) e zinco (zn) em solos, plantas e cabelos humanos, **Energia na Agricultura**, v.15, n. , 2000 .

DURIEZ, M. A. M. & JOHAS, R. A. L.; **Alumínio extraível em solos: determinação espectrofotométrica pelo alaranjado de xilenol**. Rio de Janeiro, Embrapa-SNLCS, 1982. 16p. (Embrapa-CNPS. Documento, 1).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. 2. Ed. Ver. Atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA – **Zoneamento Agroecológico de Pernambuco** – ZAPE. Recife, Embrapa Solos UEP Recife. II. 1 CD-ROM. 2000.

EMBRAPA, SANTOS, R. D. dos.; LEMOS, R. C. de.; SANTOS, H. G. dos.; KER, J. C. & ANJOS, L. H. C. dos.; Manual de descrição e coleta de solos no campo, 5ª Ed. revista e ampliada Viçosa, **Sociedade Brasileira de Ciência de Solo**, 2005. 100p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006a. 306 p 2 ed.

EMBRAPA Agrobiologia Recuperação de Voçorocas em Áreas Rurais. Rio de Janeiro, 2006b disponível em:

[http://www.cnpab.embrapa.br/publicacao/vocoroca/recupera%C3%A7%C3%A3o .htm](http://www.cnpab.embrapa.br/publicacao/vocoroca/recupera%C3%A7%C3%A3o.htm) Acesso em 17 març. 2008.

FACCHINELLI, A.; SACCHI, E. & MALLIN, L. 2001. **Multivariate statistical and GIS-based approach to identify heavy metal sources** in soils. Environmental Pollution 114: 313-324.

FADIGAS, F. S. 2002.; **Estimativas das concentrações naturais (pseudo-total) de Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn em solos brasileiros e proposição de valores de referência utilizando técnicas da estatística multivariada.**D SC Tese. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

FANCELLI, M.; **Cultivo da Bananeira para o Estado do Amazonas**. Embrapa Mandioca e Fruticultura; Sistema de produção, 6 ISSN 1678-8796 versão eletrônica 01/2003.

FERREIRA, L.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; LIMA, J. M. de; SILVA, M. L. N. & VITORINO, A. C. T.; Tipos de Dispersantes, Formas de Agitação e sua Relações com a Erodibilidade de Solos com Altos Teores de Óxidos de Ferro; **Ciência agrotecnica**, v.26, n.2, p.342-353; 2002.

FIGUEIREDO, L. H. A. et al. **Efeito dos manejos do solo na densidade do solo máxima e umidade ótima de um Latossolo Roxo**. In: Reunião Brasileira de

Manejo e Conservação do Solo e da Água, 12, 1998, Fortaleza. Resumos expandidos. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, p. 236-237, 1998.

FONTES, M. P. F.; **Mineralogia do solo** (Versão Resumida). Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2002. não paginado.

GASTUCHME, M.C.; **Les ambinaisons de la Kaolinite avec les oxides de fer trivalent. Pedologie** v 3 p. 20- 29, 1953.

GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. **Planaltina: Embrapa Cerrados**, p.185-226, 2002.

GOMES, J. B. V; CURI, N.; MOTA, P. E. F.; KER, J. C.; MARQUES, J. J. G. S. M.; SCHULZE, D. G. Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos do bioma do cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28 p.137-153, 2004.

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

GRUPTA, A. K. & SINHA, S.; **Chemical fractionation and heavy metal accumulation in the plant of Sesamum indicum (L) var. 155 grown on soil amended with tannery sludge: selection of single extractants. Chemosphere, Oxford**, 2005. No prelo.

GUALBERTO, V.; RESENDE, M. & CURI, N. ; Química e mineralogia de solos com altos teores de ferro da Amazônia e do Planalto Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 11:245-252, 1987.

HOODA, P.S. & ALLOWAY, B.J.; The effect of liming on heavy metal concentrations in wheat, carrots and spinach grown on previously sludge-applied soils. **Journal of Agricultural Science**, v.127, p.289- 294, 1996.

IBGE (2007) **Produção agrícola municipal. Brasília**: IBGE. Disponível em < <http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: 10/05/2007

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; BURGOS, N.; PESSOA, S. C. P. & SILVEIRA, C. O.; **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos de estado de Pernambuco**. Recife, Ministério da Agricultura/Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1973.v.1 p.359 (Boletim técnico 26; série Pedologia, 14).

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

JUHÁSZ, C. E. do P.; CURSI, P.R.; COOPER, M.; OLIVEIRA, T.C. & RODRIGUES, R. R.; Dinâmica físico-hídrica de uma topossequência de solos sob Savana Florestada (Cerradão) em Assis, SP. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v.30 n.3 2006.

KIEKENS, L. Zinc. In: ALLOWAY, B.J. (Ed.). **Heavy metals in soils**. Glasgow : Blackie and Son, 1990. p.261-277.

KÄMPF, N.; KLAMT, E. & SCHNEIDER, P.; **Óxidos de ferro em latossolos do Brasil sul e sudeste**. In: Reunião de classificação, correlação de solos e interpretação de aptidão agrícola, 3, Rio de Janeiro, 1988. Anais... Rio de Janeiro, EMBRAPA - SNLCS, SBCS, 1988. p. 153-184.

KILMER, V. J. & Silicon. In: **Methods of Soils Analysis**. Part 2. Chemical and microbiological properties. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p. 959-962. (Agronomy, 9).

KLAR, A. E.; **A água no sistema solo – planta – atmosfera**. 2 ed. São Paulo: Nobel, 1988. 408p.

KLEIN, V. A.; **Propriedades do solo e manejo da água em ambientes protegidos com cultivo de morangueiro e figueira**. Passo Fundo: ed. UPF, 2005. 61 p.

KLEMMEDSON, J.O. & WIENHOLD, B.J. Aspect and species influences on nitrogen and phosphorus availability in Arizona Chaparral soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 55:1735-1740, 1991.

KRAUSKOPE, K. B.; Geochemistry of micronutrients. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P. M. & LINDSAY, W. L., eds. Micronutrients in agriculture. Madison, **Soil Science of America**, p, 7- 40, 1972.

LAL, R. Managing Tropical soil Resources for food security and environmental quality. Workshop on Topical Soils. (org. FORMOSO, Milton L. L.). Rio de Janeiro: **Academia Brasileira de Ciências**, 1999, p.31-54.

LARINI, L. **Toxicologia**. São Paulo: Manole, 1987. 315p.

LARINI, L. 1993. **Toxicologia**. 2. ed. São Paulo, Ed. Manole, p.128-130.

LEPSCH, I. J.; **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: oficina de textos 2002. 178p.

LIBARDI, P. L.; **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005, 335p.

LIMA NETO, J. de A. L.; **Caracterização e Gênese do Caráter Coeso em Latossolos Amarelos e Argissolos da Região dos Tabuleiros Costeiros do Estado de Alagoas**; Recife, PE: UFRPE, 103p. Dissertação (Mestrado em Agronomia- Ciência do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008.

LINDSAY, W.L. & NORVEL, W. A.; Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper; **Soil Science of America**,v. 42, p.421-428, 1978.

MACHADO, M. I. C. S.; BRAUNER, J. L. & VIANNA, A. C. T. Formas de fósforo na camada arável de solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 17, n. 3, p. 331-336, 1993.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London : Academic, 1995. 889p.

MALAVOLTA, E.; **Fertilizantes e seu impacto ambiental**: micronutrientes e metais pesados, mitos, mistificação e fatos. São Paulo: ProduQuímica, 1994. 153p.

MALAVOLTA, E. ;**Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MALIK, A. & JAISWAL, R.; Metal resistance in Pseudomonas strains isolated from soil treated with industrial wastewater. **World J. Microbiol. Biotechnol.**; v. 16, n.2, p.177-182; 2000.

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

MEHRA, O. P. & JACKSON, M. L.; Iron oxide removal from soils and clays by dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. In: SWINEFORD, A., Ed., **Clay and clay minerals proceeding conference**. Elmsdorf, NY: Pergamon Press, 1960. p. 317-342.

MELO, M.E.C.C.M.; JOHAS, R.A.L. **Teores de ferro, na terra fina e na argila, por ataque sulfúrico e triácido e extração pelo CDB**. In: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA, 3., Rio de Janeiro, 1988. Anais. Rio de Janeiro, EMBRAPA/NLCS, 1988. p.211-3 (Documentos EMBRAPA/SNLCS, 12).

MELO, W.J; SILVA, F. C.; MARQUES, M. O. & BOARETTO, A. E.; Critérios para o uso de resíduos sólidos urbanos na agricultura e impactos ambientais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 1997, Rio de Janeiro. *Anais....* Rio de Janeiro: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 1997. 1 CD-ROM.

MELO, V. F.; FONTES, M. P. F.; NOVAIS, R. F.; SINGH, B. & SCHAEFER, C. E. G. R.; Mineralogia da fração areia, silte e argila de sedimentos do Grupo Barreiras, no município de Aracruz, Estado do Espírito Santo. **R. Bras. Ci. Solo**, 26:29-41, 2001.

MELLO, F.A.F.; SOBRINO, M.O.C.B.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.; NETTO, A.C.; KIEHL, J.C. **Fertilidade do solo**. São Paulo: Nobel, 1983. 400p.

MENDES, I. C.; REIS JÚNIOR, F. B. dos. & PEREIRA NETO, J. V. **Uso de indicadores biológicos e bioquímicos para avaliar a qualidade de solos de cerrado sob plantio direto e convencional**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 9.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 7.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 4.; 2002. Rio de Janeiro. FERTBIO2002: Agricultura: bases ecológicas para o desenvolvimento social e econômico sustentado. Rio de Janeiro: [s.n.], 2002. Não paginado.

MONGES, A. & HOLDEN, N. M.; Soil Fertility in Relation to Slope Position and Agricultural Land Use: A Case Study of Umbulo Catchment in Southern Ethiopia, **Environmental Management** v.42, p.753–763, 2008.

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

MOTA, J. C. A.; JUNIOR, R. N. A.; FILHO, J. A.; ROMERO, R. E.; MOTA, F. O. B. & LIBARDI, P. L.; Atributos mineralógicos de três solos explorados com a cultura do melão na Chapada do Apodi – RN; **Revista. Brasileira de Ciência. Solo**, v.31 n.3, 2007.

MULLINS, M.G.; BOUQUET, A. & WILLIAMS, L.E.; **Biology of grapevine**. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 239p.

MURAOKA, T. et al. Avaliação da disponibilidade de zinco e de manganês do solo para o feijoeiro. I. Zinco. **Revista. Brasileira. Ciência do. Solo**, v. 7, p. 167-175, 1983.

NACHTIGALL, G.R., NOGUEIROL, R. C. & ALLEONI, L. R F.; Formas de cobre em solos de vinhedos em função do Ph e da adição de cama- de-frango, **Pesquisa. agropecuária brasileira.**, Brasília, v.42, n.3, p.427-434,. 2007.

NASCIMENTO, C. W. A.; **Dessorção, Extração e Fracionamento de Zinco, Cobre e Manganês em solos. Viçosa, MG:UFV, 2001. 60p.** Tese (Doutorado em Agronomia- Nutrição de Plantas).Universidade Federal de Viçosa, 2001.

NICHOLSON, F.A.; SMITH, S.R.; ALLWAY, B.J.; CARLTON-SMITH, C. & CHAMBERS, B.J. 2003. An inventory of heavy metals inputs to agricultural soils in England and Wales. **The Science of the Total Environment** 311: 205-219.

NOGUEIRA, A. S. (2002).; **Influência de Épocas de Poda e Métodos de Polinização na Cultura (Annona Squamosa L.) no Norte do Estado do Rio de Janeiro.** Tese (Mestrado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF. 54 p.

NRIAGU, J.O.; A silent epidemic of environmental metal poisoning? **Environ. Pollution**, v.50, p.139- 61, 1988.

OADES, J. M.; Soil organic matter and structural stability: mechanism and implications for management. **Plant and Soil**, The Hague, v.76 p.319-37, 1984.

OLIVEIRA, M.; CURI, N. & FREIRE, J. C.; Influência do cultivo na agregação de um Podzólico Vermelho-Amarelo textura média/argilosa (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.7, p.317-322, 1983.

OLIVEIRA, G. O. DE; JUNIOR, M. DE. S. D. & CURI, N. Alterações estruturais e comportamento compressivo de um Latossolo Vermelho distrófico argiloso sob diferentes sistemas de uso e manejo, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38 n.2, 2003.

OLIVEIRA, A.B.; NASCIMENTO, C.W.A. Formas de Manganês e Ferro em solos de referência de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, , v.30, n.1, p.99-110, 2006.

OLSON, V.J. Iron. In: **Methods of Soils Analysis.** Part 2. Chemical and microbiological properties. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p. 959-962. (Agronomy, 9).

OLSEN, R.G. & COURT, M.N.; Effect of wetting and drying of soils on phosphate adsorption and resin extraction of soil phosphate. J. **Soil Sci.**, 33:709-717, 1982.

PACHEPSKY, Y.A.; TIMLIN, D.J. & RAWLS, W.J.; Soil water retention as related to topographic variables. **Soil Science of America**, v.65, p.1787-1795, 2001.

PAIS; I. & JONES JUNIOR, J. B.; The handbook of trace elements.**Boca Raton**, St. Lucie Press, 1996. 223p.

PALMEIRA, P. R. T.; PAULETTO, E. A; TEIXEIRA, C. F. A; GOMES, A. S. & SILVA, J. B. Agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p.189-195, 1999.

PERUSI, M. C. & CARVALHO, W. A., Avaliação da Estabilidade de Agregados de Argissolos em Diferentes Sistemas de Uso e Manejo no Anhumas-SP; **Energia Agrícola Batucatu** v.22, n.1, p. 94-111, 2007.

POMBO, L.C.A.; KLAMT, E.; KUNRATH, L; GIANLUPPI, D.I. Identificação de óxidos de ferro na fração argila de latossolo roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.6, n.1, p.13-7, 1982.

POMMER, C. V., TERRA, M. M. & PIRES, J. P. (2003) **Cultivares, melhoramento e fisiologia**. In: Pommer, C. V. Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Cinco Continentes. Porto Alegre. p. 109-294.

PÖTTER, R. O. & KÄMPF, N.; Argilo-minerais e óxidos de ferro em cambissolos e latossolos sob regime climático térmico údico no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 5, p.153-159, 1983.

QUEROZ Neto, J. P.; **Análise estrutural da cobertura pedológica: Uma experiência de ensino e pesquisa**. R. Depto. Geografia USP, 15:77-90, 2002.
Sousa, J. S. I. (1996) Uvas para o Brasil. ed.1. Piracicaba: FEALQ, p. 791.

QUIRK, J .P.; Significance of surface areas calculated from water vapor sorption isotherms by use of the B.E.T. equation. **Soil Science**, v.80, n.6, p.423-430, 1955.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. & FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim técnico, 100).

RAMALHO, J. F. G. P.; SOUBRINHO, N. M. B. do A. & VELLOSO, A. C. X.; Contaminação da microbacia de Caetés com metais pesados pelo uso de agroquímicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.7, p.1289-1303, 2000.

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

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. & SILVA, V. R.; **Propriedades físicas de solos em sistema plantio direto irrigado**. In: CARLESSO, R.; PETRY, M.T.; ROSA, G.M.; CERETTA, C.A., eds. Irrigação por aspersão no Rio Grande do Sul. Santa Maria, 2001. p. 114-133.

REIS, M. da S.; Fernandes, A. R.; SARRAZIN, C. G. M. & GRIMALDI, M.; Variação da composição granulométrica e orgânica do solo em uma topossequência da microrregião de Marabá-PA. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. **Ciências Naturais**, v. 2, n. 3, p. 33-44, 2007.

RIBEIRO-FILHO, M. R.; SIQUEIRA, J. O.; CURI, N. & SIMÃO, J. B. P.; Fracionamento e biodisponibilidade de metais pesados em solo contaminado, incubado com materiais orgânicos e inorgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.495-507, 2001.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B. & CORRÊA, G. F.; **Pedologia: base para a distinção de ambientes**. 4. ed. Viçosa: Neput, 2002. 338p.

REVOREDO, M. D. & MELO, W. J.; Disponibilidade de Níquel em Solo Tratado Com Lodo de Esgoto e Cultivado Com Sorgo , **Bragantia**, v.65, n.4, p.679-685, 2006.

ROBARDS, K.1991. **Cadmium: Toxicology and Analysis**. *Analyst*, 116:549-568.

ROSOLEN, C. A.; BESSA, M. A.; AMARAL, P. G. & PEREIRA, H. F. M.; Manganês no solo, sua avaliação e toxidez de manganês em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, p.277-285, 1992.

ROTH, C.H. & PAVAN, M.A. Effect of lime and gypsum on clay dispersion and infiltration in samples of a Brazilian Oxisol. **Geoderma**, v.48, p.351-361, 1991.

SAKURAI, K.; OHDATE, Y. & KYUMA, K. Factors affecting zero point of charge (ZPC) of variable charge soils. **Soil Science and Plant Nutrition**, v.35, n.1, p.21-31, 1989.

SANTOS, L. J. C.; Contribuição da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica ao Desenvolvimento da Ciência do Solo **Revista RA'EGA**, n.4, p. 131-138. 2000. Editora da UFPR.

SANTOS, J. D.; **Alterações das Propriedades Físicas e Químicas do Solo em Função de Diferentes Sistemas Agrícolas – São José da Lapa / MG**; Minas Gerais, MG:UFMG, 88p. Dissertação (Mestrado em Geografia -Análise Ambiental). Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

SCHWERTMANN, U. **Inibitory effect of soil organic matter on the crystallization of amorphous ferric hydroxides**. *Nature*, London, v.212, p.645-646, 1966.

SEYBOLD, C. A.; HERRICK, J. E. & BREJDA, J. J. Soil resilienc: a fundamental component of soil quality. **Soil Science**, Baltimore, v.164, p. 224-234, 1999.

SHUMAN, L. M.; Zico, manganese, and copper in soil fractions. **Soil Science**, v.127, p.10-17, 1979.

SIDRA / IBGE. Produção agrícola municipal. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 5 abril 2005.

SILVA, A.J.N.; RIBEIRO, M.R.; MERMUT, A.R. & BENKE, M.B. Influência do cultivo contínuo da cana de açúcar em Latossolos Amarelos coesos do estado de Alagoas:

propriedades micromorfológicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, V. 22, p 515-525, 1998.

SILVA, V. R; REINERT, D. J; REICHERT, J. M. Susceptibilidade à compactação de um Latossolo vermelho-escuro e de um Podzólico vermelho- Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24: 239-249, 2000

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

SILVA, R. R. da ; SILVA, M. L. N. & FERREIRA, M. M.; Atributos Físicos Indicadores da Qualidade do Solo Sob Sistemas de Manejo na Bacia do Alto do Rio Grande Mg, **Ciência e agrotecnologia**, v. 29, n. 4, p. 719-730, 2005.

SINGH, J. P.; KARWASRA, S. P. S. & SINGH, M.; Distribution and Forms of Copper, Iron, Manganese, and Zinc in Calcareous soil of India, **soil science** v. 146 n.5, 1988.

SOARES, J. L. N., ESPÍNDOLA, C. R. & CASTRO, S. S. de; Alteração física e morfológica em solos cultivados sob sistema tradicional de manejo **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p. 1005-1014, 2005.

SOUZA, Z. M. & ALVES, M. C.; Propriedade químicas de um Latossolo Vermelho Distrófico de Cerrado sob diferentes usos e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27: 133-139p. 2003.

SUMNER, M. E.; **Hand book of soil science**. Florida: CRC Press LLC, 2000.

THEODORO, V. C. A.; ALVARENGA, M. I. N.; GUIMARÃES, R. J. & SOUZA, C. A. S. Alterações químicas em solo submetido a diferentes formas de manejo do cafeeiro, **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v.27 n.6, 2003

TREMOCOLDI, W. A.; Mineralogia dos silicatos e dos óxidos de ferro da fração argila de solos desenvolvidos de rochas básicas no Estado de São Paulo. **Revista Biociênc.**, v.9, n.1, p. 15-22, 2003.

Van LOON, J. C. Selected Methods of Trace Metal Analysis: Biological and Environmental Samples. **Toronto**: John Wiley & Sons, 1985. 357 p.

VIDAL-TORRADO, P. & LEPSCH, I. F. Morfogênese dos solos de uma topossequência com transição B latossólico/B textural sob migmatitos em Mocopa (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 17, n. 1, p. 109-19, 1993.

XUE, H.; NHAT, P.H.; GACHTER, R. & HOODA, P.S.; The transport of Cu and Zn from agricultural soils to surface water in a small catchment. **Advances in Environmental Research**, v.8, p.69– 76, 2003.

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

WOWK, G. I. T. H. & MELO, V. F.; Avaliação do nível de chumbo, em solo de várzea, proveniente da reciclagem de baterias. **Revista. brasileira. Engenharia . agrícola ambiental.**, V. 9,n. 4; p.613-622; 2005.

YEMEFACK, M.; ROSSITER, D. G. & NJOMGANG, R.; Multi-scale characterization of soil variability within an agricultural landscape mosaic system in southern Cameroon. **Geoderma**. V. 125 i1-2; p. 117-143; 2005.

7. ANEXOS:

Descrição dos perfis em estudo; SiBCS com base na proposta de revisão (Embrapa, 2006)

TOPOSSEQÜÊNCIA

A – DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL -1

Data - 22/05/2008

CLASSIFICAÇÃO SiBCS _ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico nitossólico, A moderado textura argilosa/muito argilosa, fase floresta subperenifólia, relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS - Fazenda Oito Porcos, São Vicente Férrer Recife- Pernambuco.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL -Terço superior de elevação com 15% de declividade.

ALTITUDE -UTM de 25M 0227756mE e 9159132mE 440m

LITOLOGIA

FORMAÇÃO GEOLÓGICA -Pré- Cambriano (CD). Gnaiss.

CRONOLOGIA

MATERIAL ORIGINÁRIO -Saprolito de rocha do embasamento.

PEDREGOSIDADE - Ausente

ROCHOSIDADE - Ausente

RELEVO LOCAL - Ondulado

RELEVO REGIONAL - Forte ondulado e montanhoso, constituídos por conjuntos de morros de topos arredondados, vertentes convexo-côncavas ou ligeiramente convexas e vales em V.

EROSÃO - Laminar moderada

DRENAGEM - Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIAL - Floresta Subperenifólia com muito catolé

USO ATUAL – Cultivo de Bananeira e Vegetação Primária

CLIMA - As' da Classificação de koppen

DESCRITO E COLETADO POR – Mateus Rosas Ribeiro, Mateus Rosas Ribeiro Filho, Maria da Conceição de Almeida.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap 0–15 cm, (7,5YR 4/3, úmida e 10YR 4/4, seca); argila; moderada muito pequena e pequena ; bloco subangulares; firme; plástica e pegajosa; transição clara e plana.

AB 15– 35 cm; (7,5YR 4/6, úmida); argila, moderada muito pequena e média; blocos subangulares; muito firme; plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

Bt1 35–78 cm; (5YR 5/6, úmida); muito argilosa; moderada muito pequena e pequena; blocos subangulares; firme; plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana;.

Bt2 78 –120 cm; (5YR 5/6, úmida); muito argilosa; moderada muito pequena e pequena; blocos subangulares; friável; plástica e pegajosa; transição difusa e plana.

Bt3 120–160 cm+; (5YR 5/6, úmida); argila, fraca muito pequena e pequena, blocos subangulare; friável; plástica e pegajosa.

Raízes - muitas raízes no horizonte Ap; comuns no AB, Bt2 e Bt3; abundante no Bt.

Observações __. Perfil coletado todo úmido, sendo necessária determinação da cor seca em laboratório após secagem ao ar.

- Não determinou a consistência seca devido ao transporte das amostras serem de grande quantidade, sendo essas bastante amassadas e por está molhada formou-se uns torrões firmemente duros quando secos.

- Presença de cerosidade moderada nos horizontes Bt1, Bt2 e Bt3.- Presença de muitos poros em todo perfil.

C – ANÁLISES FÍSICA E QUÍMICAS

Quadro 1. Topossequência - Topo

Horizonte		Frações da Amostra Total			Composição Granulométrica da Terra Fina				Argila Disp. em H ₂ O	Grau de Floc. %	Rel. Silte/Argila	Densidade		Porosidade	
												Solo	Part.		
Símb.	Prof.	Calhau	Casc.	Terra fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila				Kg m ⁻³			dm ⁻³ dm ⁻³
	cm	g.kg ⁻¹													
AP	0-15	0,00	0,90	1000	214,3	164,4	127,8	492,1	22,54	54,20	0,26	1,46	2,58	43,24	
AB	15-35	0,00	0,46	1000	191,6	136,4	174,0	497,0	34,06	31,47	0,35	1,47	2,61	43,84	
Bt1	35-78	0,00	1,06	1000	147,6	110,5	117,9	622,2	0,00	100,00	0,19	1,47	2,61	43,84	
Bt2	78-120	0,00	0,89	1000	137,4	109,7	112,5	640,3	0,46	99,28	0,18	1,41	2,63	46,53	
Bt3	120-160+	0,00	1,22	1000	137,9	109,1	247,6	502,6	0,10	99,79	0,49	1,25	2,62	52,11	
Hor.	pH(1:2,5)				Complexo Sortivo							Valor V	Sat. Por Al	P assimilável	
	Água		KCl		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺¹	Na ⁺¹	Valor S	Al ⁺³	H ⁺¹				Valor T
	Cmol _c . kg ⁻¹										%		mg.kg ⁻¹		
AP	6,91	6,17			3,05	0,17	0,17	0,12	3,51	0,05	3,28	6,84	51,33	1,4	
AB	5,91	5,20			1,65	0,07	0,06	0,07	1,85	0,05	3,47	5,38	34,58	2,6	
Bt1	5,74	5,57			1,19	0,57	0,05	0,05	1,86	0,10	2,83	4,78	38,79	5,1	
Bt2	5,67	5,64			1,05	0,55	0,03	0,03	1,66	0,05	1,99	3,70	44,90	2,92	
Bt3	5,98	5,96			1,13	0,61	0,14	0,03	1,91	0,05	1,77	3,63	49,82	2,55	

Continua...

C – ANÁLISES FÍSICA E QUÍMICAS, continuação

Hor.	C Org.	N	Rel. C/N	Ataque Sulfúrico									Fe ₂ O ₃ livre	Equivalente CaCO ₃		
	g.kg ⁻¹			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ki	kr	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃	g.kg ⁻¹			
				g.kg ⁻¹												
AP	9,87			30,0	42,6	22,0				1,19	2,57					
AB	9,13			33,3	47,0	26,2				1,21	2,84					
Bt1	5,21			32,5	63,1	35,2				0,88	3,08					
Bt2	2,99			34,5	69,4	36,1				0,85	3,10					
Bt3	2,69			32,1	56,5	31,3				0,97	2,92					
Hor.	Saturação por Na ⁺¹		Pasta Saturada	Sais Solúveis (estrato1:5)										Constantes Hidricas		
			C.E. do extrato	Água		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺¹	Na ⁺¹	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	MPa		
	%		dS/m 25 ⁰ C	%		Cmol _c . kg ⁻¹										0,033
AP	1,75															
AB	1,30															
Bt1	1,04															
Bt2	0,8															
Bt3	0,8															

A – DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL -2

Data - 22/05/2008

CLASSIFICAÇÃO SiBCS - ARGISSOLO VERMELHO – AMARELO Distrófico típico, A moderado textura média/argilosa, fase floresta subperenifólia, relevo forte ondulado.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS - Fazenda Oito Porcos, São Vicente Férrer Recife- Pernambuco.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL -Terço médio da encosta com 33% de declividade.

ALTITUDE -UTM de 25M 0227808mE e 91591240mE

LITOLOGIA

FORMAÇÃO GEOLÓGICA -Pré- Cambriano (CD). Gnaisse.

CRONOLOGIA

MATERIAL ORIGINÁRIO -Saprolito de rocha do embasamento.

PEDREGOSIDADE - Ausente

ROCHOSIDADE - Ausente

RELEVO LOCAL - Forte ondulado

RELEVO REGIONAL - Forte ondulado e montanhoso, constituídos por conjuntos de morros de topos arredondados, vertentes convexo-côncavas ou ligeiramente convexas e vales em V.

EROSÃO -Laminar ligeira

DRENAGEM - Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIAL - Floresta Subperenifólia com muito catolé

USO ATUAL – Cultivo de Bananeira.

CLIMA - As' da Classificação de koppen

DESCRITO E COLETADO POR – Mateus Rosas Ribeiro, Mateus Rosas Ribeiro Filho, Maria da Conceição de Almeida

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap 0–27 cm; (7,5YR 4/3, úmida e 10YR 5/4, seca); franco-argiloarenosa; moderada pequena e média; bloco subangulares; firme; muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

AB 27–50 cm; (7,5YR 4/6, úmida); argila; moderada forte muito pequena e pequena; blocos angulares; firme; muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

Bt1 50–100 cm; (5YR 4/6, úmida); argila, moderada muito pequena e pequena; blocos angulares; firme plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

Bt2 100–140 cm+ (5YR 5/8, úmida); muito argilosa; moderada muito pequena e pequena ; blocos subangulares; friável, plástica e pegajosa;

Raízes – muitas no horizonte Ap; comuns no AB e Bt1 e poucas no Bt2.

Observações __. Perfil coletado todo úmido, sendo necessária determinação da cor seca em laboratório após secagem ao ar.

- Não determinou a consistência seca devido ao transporte das amostras serem de grande quantidade, sendo essas bastante amassadas e por está molhada formou-se uns torrões firmemente duros quando secos.
- Muitos poros em todo o perfil.
- cerosidade moderada e comum nos horizontes Bt1 E Bt2.

C – ANÁLISES FÍSICA E QUÍMICAS

Quadro 2. Topossequência -Terço superior

Horizonte		Frações da Amostra Total			Composição Granulométrica da Terra Fina				Argila Disp. em H ₂ O	Grau de Floc.	Rel. Silte/Argila	Densidade		Porosidade	
												Solo	Part.		
Símb.	Prof.	Calhau	Casc.	Terra fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		%			Kg m ⁻³	dm ⁻³ dm ⁻³	
	cm	g.kg ⁻¹													
AP	0 – 27	0,00	6,38	1000	262,5	170,7	295,2	270,4	151,1	44,13	1,09	1,56	2,60	39,82	
AB	27 – 50	0,00	0,67	1000	248,5	150,0	121,8	477,9	0,00	100,00	0,25	155	2,62	40,67	
Bt1	50 – 100	0,00	7,36	1000	196,7	122,4	131,4	543,1	7,9	98,55	0,24	1,57	2,64	40,54	
Bt2	100 – 140+	0,00	9,45	1000	164,0	92,5	128,1	614,1	17,6	97,13	0,21	1,37	2,69	49,13	
Hor.	pH(1:2,5)				Complexo Sortivo							Valor V	Sat. Por Al	P assimilável	
	Água		KCl		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺¹	Na ⁺¹	Valor S	Al ⁺³	H ⁺¹				Valor T
					Cmol _c . kg ₋₁									%	
AP	7,14		6,31		2,48	0,09	0,14	0,07	2,78	0,05	1,74	4,57	60,73	1,76	
AB	5,69		5,17		1,30	0,57	0,07	0,05	1,99	0,15	2,77	4,90	40,40	7,00	
Bt1	5,74		5,57		1,18	0,39	0,05	0,05	1,67	0,05	1,88	3,61	46,50	2,90	
Bt2	4,93		4,96		1,02	0,28	0,04	0,04	1,38	0,15	1,97	3,51	39,46	9,00	

Continua...

C – ANÁLISES FÍSICA E QUÍMICAS, continuação

Hor.	C Org.	N	Rel. C/N	Ataque Sulfúrico									Fe ₂ O ₃ livre	Equivalente CaCO ₃		
	g.kg ⁻¹			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ki	kr	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃	g.kg _{.1}			
				g.kg ⁻¹												
AP	12,31			26,7	39,6	21,0				1,15	2,46					
AB	6,26			33,3	56,4	25,1				1,00	2,57					
Bt1	3,88			32,6	57,4	42,2				0,97	3,61					
Bt2	3,14			31,5	51,0	31,4				1,05	3,01					
Hor.	Saturação por Na		Pasta Saturada	Sais Solúveis (estrato1:5)										Constantes Hidricas		
			C.E. do extrato	Água		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺¹	Na ⁺¹	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	MPa		
	%		dS/m 25 ⁰ C	%		Cmol _c . kg _{.1}										0,033
AP	1,53															
AB	1,02															
Bt1	1,38															
Bt2	1,13															

A – DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL -3

Data -_ 22/05/2008

CLASSIFICAÇÃO SiBCS - ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico nitossólico; A moderado textura média/argilosa, fase floresta subperenifólia, relevo ondulado

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS - Fazenda Oito Porcos, São Vicente Férrer Recife- Pernambuco.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL -terço médio inferior da encosta com 20% de declividade.

ALTITUDE -UTM de 25M 0227847mE e 91592540mE

LITOLOGIA

FORMAÇÃO GEOLÓGICA -Pré- Cambriano (CD). Gnaiss.

CRONOLOGIA.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Saprolito de rocha do embasamento.

PEDREGOSIDADE - Ausente

ROCHOSIDADE - Ausente

RELEVO LOCAL -Ondulado

RELEVO REGIONAL - Forte ondulado e montanhoso, constituídos por conjuntos de morros de topos arredondados, vertentes convexo-côncavas ou ligeiramente convexas e vales em V.

EROSÃO -Laminar ligeira.

DRENAGEM - Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIAL - Floresta Subperenifólia com muito catolé

USO ATUAL – Cultivo de Bananeira.

CLIMA - As' da Classificação de koppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Mateus Rosas Ribeiro, Mateus Rosas Ribeiro Filho, Maria da Conceição de Almeida

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap 0–24 cm; (7,5YR 3/2, úmida e 10YR 4/3, seca); franco-argiloarenosa, moderada muito pequena e pequena; bloco subangulares; firme; plástica e muito pegajosa; transição clara;.

AB 24–50 cm; (7,5YR 4/3, úmida); argilo arenosa, moderada muito pequena pequena; blocos subangulares e angulares; firme; plástica e muito pegajosa; transição gradual.

Bt1 50–90 cm; (5YR 4/6, úmida); argila, moderada muito pequena e pequena; blocos subangulares e angulares; friável; plástica; muito pegajosa; transição difusa.

Bt2 9–140 cm+; (5YR 4/6, úmida); argila, moderada muito pequena e pequena ; blocos subangulares e angulares ; friável, plástica pegajosa;

Raízes – comuns em todo perfil.

Observações _ . Perfil coletado todo úmido, sendo necessária determinação da cor seca em laboratório após secagem ao ar.

- Não determinou a consistência seca devido ao transporte das amostras serem de grande quantidade, sendo essas bastante amassadas e por está molhada formou-se uns torrões firmemente duros quando secos.

- Muitos poros em todo perfil.- cerosidade moderada e abundante no horizonte Bt1; cerosidade moderada e comum no horizonte Bt2.

C – ANÁLISES FÍSICA E QUÍMICAS

Quadro 3. Topossequência -Terço inferior

Horizonte		Frações da Amostra Total			Composição Granulométrica da Terra Fina				Argila Disp. em H ₂ O	Grau de Floc.	Rel. Silte/Argila	Densidade		Porosidade	
												Solo	Part.		
Símb.	Prof.	Calhau	Casc .	Terra fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila							
	cm	g.kg ⁻¹								%		Kg m ⁻³	dm ⁻³ dm ⁻³		
Ap	0 – 24	0,00	1,80	1000	278,9	173,8	222,0	326,8	246,0	24,71	0,68	1,56	2,57	39,97	
AB	24– 50	0,00	1,08	1000	224,8	149,0	185,3	438,4	184,1	58,01	0,42	155	2,59	39,90	
Bt1	50 – 90	0,00	1,22	1000	180,7	125,7	201,2	491,5	0,00	100,00	0,41	1,57	2,63	40,28	
Bt2	90 – 140+	0,00	0,78	1000	179,8	133,9	195,8	490,7	0,00	100,00	0,40	1,37	2,60	47,33	
Hor.	pH(1:2,5)				Complexo Sortivo							Valor V	Sat. Por Al	P assimilável	
	Água		KCl		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺¹	Na ⁺¹	Valor S	Al ⁺³	H ⁺¹				Valor T
					Cmol _c . kg ₁										%
Ap	7,49	6,78		1,51	0,07	0,32	0,09	1,99	0,05	1,74	3,76	53,04	2,45		
AB	7,19	6,43		1,33	0,33	0,13	0,05	1,84	0,05	2,77	2,86	64,23	2,64		
Bt1	6,97	6,48		1,08	0,20	0,14	0,04	1,46	0,05	1,88	2,68	54,59	3,31		
Bt2	6,97	6,61		1,43	0,29	0,14	0,04	1,90	0,05	1,97	2,82	67,59	2,56		

Continua...

C – ANÁLISES FÍSICA E QUÍMICAS, continuação

Hor.	C Org.	N	Rel. C/N	Ataque Sulfúrico									Fe ₂ O ₃ livre	Equivalente CaCO ₃		
	g.kg ⁻¹			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ki	kr	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃				
				g.kg ⁻¹												
Ap	9,63			23,7	36,3	17,9				1,11	2,22					
AB	6,20			25,4	46,9	20,5				0,92	2,20					
Bt1	3,69			36,4	69,1	30,1				0,90	2,78					
Bt2	2,35			29,3	67,9	31,3				0,73	2,69					
Hor.	Saturação por Na		Pasta Saturada	Sais Solúveis (estrato1:5)										Constantes Hidricas		
			C.E. do extrato	Água		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺¹	Na ⁺¹	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	MPa		
	%		dS/m 25 ⁰ C	%		Cmol _c . kg ₋₁										0,033
Ap	2,50															
AB	1,74															
Bt1	1,49															
Bt2	1,41															

A – DESCRIÇÃO GERAL

A – DESCRIÇÃO GERAL VIDEIRA

PERFIL - 4

Data -_ 21/05/2008

CLASSIFICAÇÃO SiBCS -ARGISSOLO VERMELHO Distrófico nitossólico, textura média/argilosa fase truncada floresta subperenifólia, relevo forte ondulado e montanhoso.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS - Fazenda Oito Porcos, São Vicente Férrer Recife - Pernambuco.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - terço médio de encosta com 50% de declividade.

ALTITUDE -UTM de 25M 0228178mE e 915895Me

LITOLOGIA

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Pré- Cambriano (CD). Gnaisse.

CRONOLOGIA

MATERIAL ORIGINÁRIO - Saprolito de rocha do embasamento.

PEDREGOSIDADE - Ausente

ROCHOSIDADE - Ausente

RELEVO LOCAL - Forte ondulado e montanhoso

RELEVO REGIONAL - Forte ondulado e montanhoso, constituídos por conjuntos de morros de topos arredondados, vertentes convexo-côncavas ou ligeiramente convexas e vales em V.

EROSÃO - Laminar severa

DRENAGEM - Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIAL - Floresta Subperenifólia com muito catolé

USO ATUAL – Cultivo de Videira.

CLIMA - As' da Classificação de koppen

DESCRITO E COLETADO POR – Mateus Rosas Ribeiro, Mateus Rosas Ribeiro Filho, Maria da Conceição de Almeida

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

BA 0–15 cm; (5YR 4/4, úmida e 5YR 5/6; seca); franco-argilosa, moderada; muito pequena e média; blocos subangulares e angulares; muito firme e muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana;

Bt1 15–35 cm; (5YR 4/6, úmida); argila, moderada muito pequena e média; blocos angulares; firme; muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

Bt2 35–75 cm; (2,5YR 4/6, úmida); argila, moderada muito pequena e pequena; blocos angulares; firme; plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

Bt3 75–115 cm; (2,5YR 4/6, úmida); argila, moderada muito pequena e pequena; blocos angulares; friável; firme; plástica e muito pegajosa e transição difusa e plana.

BC 115–60+cm; (2,5YR 4/6 úmida); argila, maciça muito pequena e pequena. blocos subangulares e angulares; friável; plástica e pegajosa;

Raízes – muitas no BA; e comuns no Bt1; Bt2; Bt3 e BC.

OBSERVAÇÕES - Presença de mica, biotita ao longo de todo perfil com aumento expressivo no BC.

- Perfil coletado todo úmido, sendo necessária determinação da cor seca em laboratório após secagem ao ar.

- Não determinou a consistência seca devido ao transporte das amostras serem de grande quantidade, sendo essas bastante amassadas e por está molhada formou-se uns torrões firmemente duros quando secos.

- Muitos poros em todo perfil.- cerosidade moderada abundante em todo perfil.

C – ANÁLISES FÍSICA E QUÍMICAS

Quadro 4. Solo sob cultivo de Videira

Horizonte		Frações da Amostra Total			Composição Granulométrica da Terra Fina				Argila Disp. em H ₂ O	Grau de Floc.	Rel. Silte/Argila	Densidade		Porosidade	
Símb.	Prof.	Calhau	Casc .	Terra fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		%		Solo	Part.		
												Kg m ⁻³		dm ⁻³ dm ⁻³	
	cm	g.kg ⁻¹													
BA	0-15	0,00	0,7	1000	138,9	143,9	336,2	381,0	339,7	10,84	0,88	1,49	2,68	44,26	
Bt1	15-35	0,00	0,7	1000	121,8	123,2	268,5	486,5	33,3	93,15	0,55	1,42	2,70	47,39	
Bt2	35-75	0,00	0,8	1000	118,0	113,1	201,9	565,9	34,9	93,84	0,36	1,44	2,62	45,33	
Bt3	75-115	0,00	0,9	1000	110,1	122,7	269,2	495,5	35,4	92,86	0,54	1,38	2,70	48,85	
BC	115-160+	0,00	4,0	1000	110,3	111,2	322,9	456,3	8,7	90,09	0,71	1,37	2,70	49,2	
Hor.	pH(1:2,5)				Complexo Sortivo							Valor V	Sat. Por Al	P assimilável	
	Água		KCl		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺¹	Na ⁺¹	Valor S	Al ⁺³	H ⁺¹				Valor T
	Cmol _c . kg ⁻¹							%		mg.kg ⁻¹					
BA	7,65		6,55		0,77	0,23	0,77	0,23	2,00	0,10	1,77	6,62	71,75	4,7	
Bt1	5,79		5,10		0,64	0,19	0,64	0,19	1,66	0,20	2,96	5,50	42,449	10,7	
Bt2	5,01		4,42		0,52	0,14	0,52	0,14	1,32	0,90	2,84	5,29	29,323	40,9	
Bt3	5,48		5,22		0,55	0,19	0,55	0,19	1,48	0,17	2,06	4,03	44,744	10,3	
BC	5,70		5,84		0,77	0,23	0,43	0,18	1,61	0,10	1,58	3,11	46,078	5,8	

Continua...

C – ANÁLISES FÍSICA E QUÍMICAS, continuação

Hor.	C Org.	N	Rel. C/N	Ataque Sulfúrico									Fe ₂ O ₃ livre	Equivalente CaCO ₃	
	g.kg ⁻¹			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ki	kr	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃	g.kg. ₁		
				g.kg ⁻¹											
BA	11,7			34,3	51,1	40,1				1,14	3,65		24,1		
Bt1	6,20			33,3	55,9	61,6				1,01	4,86		22,6		
Bt2	3,25			34,0	59,1	44,1				0,98	3,73		21,5		
Bt3	2,17			36,2	60,3	48,1				1,02	4,03		20,6		
BC	1,73			31,8	61,7	44,2				0,88	3,64		23,7		
Hor.	Saturação por Na ⁺¹		Pasta Saturada	Sais Solúveis (estrato1:5)										Constantes Hidricas	
	C.E. do extrato			Água	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺¹	Na ⁺¹	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	MPa		
	%		dS/m 25 ⁰ C	%	Cmol _c . kg ₋₁								0,033	1,5	
BA	3,47														
Bt1	3,45														
Bt2	2,64														
Bt3	4,71														
BC	5,78														

A – DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL -5

Data - 21/05/2008 BANANEIRA

CLASSIFICAÇÃO SiBCS_ ARGISSOLO VERMELHO Distrófico nitossólico, textura média/argilosa fase truncada floresta subperenifólia, relevo forte ondulado e montanhoso.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS - Fazenda Oito Porcos, São Vicente Férrer Recife- Pernambuco.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Terço médio de encosta com 55% de declividade.

ALTITUDE -UTM de 25M 0228161mE e 9158974mE 411m

LITOLOGIA

FORMAÇÃO GEOLÓGICA -Pré- Cambriano (CD). Gnaiss.

CRONOLOGIA

MATERIAL ORIGINÁRIO -Saprófito de rocha do embasamento.

PEDREGOSIDADE - Ausente

ROCHOSIDADE - Ausente

RELEVO LOCAL - Forte ondulado e montanhoso

RELEVO REGIONAL - Forte ondulado e montanhoso, constituídos por conjuntos de morros de topos arredondados, vertentes convexo-côncavas ou ligeiramente convexas e vales em V.

EROSÃO - Laminar moderada, laminar severa.

DRENAGEM - Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIAL - Floresta Subperenifólia com muito catolé

USO ATUAL – Cultivo de Bananeira

CLIMA - As' da Classificação de koppen

DESCRITO E COLETADO POR – Mateus Rosas Ribeiro, Mateus Rosas Ribeiro Filho, Maria da Conceição de Almeida

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

BA 0–16 cm; (5YR 4/4, úmida e 5YR 4/6, seca); franco-argilosa, moderada pequena e média; blocos subangulares e angulares; muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

Bt1 16–45 cm; (5YR 4/6, úmida); argila; moderada muito pequena e média; blocos subangulares; firme; muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

Bt2 45–90 cm; (2,5YR 4/6, úmida); argila, moderada muito pequena e pequena; blocos subangulares e angulares; firme, plástica e muito pegajoso; transição difusa e plana;.

Bt3 90–120 cm; (2,5YR 4/6, úmida); argila, moderada muito pequena e pequena; blocos subangulares e angulares; friável, plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

BC 120–160 cm+; (2,5YR 4/6, úmida); argila, fraca muito pequena e pequena; blocos subangulares e angulares; friável; plástica pegajosa.

Raízes - comuns em todo perfil.

Observações __. Perfil coletado todo úmido, sendo necessária determinação da cor seca em laboratório após secagem ao ar.

- Não determinou a consistência seca devido ao transporte das amostras serem de grande quantidade, sendo essas bastante amassadas e por está molhada formou-se uns torrões firmemente duros quando secos.

- Muitos poros em todo perfil.

- Cerosidade moderada e comum nos horizontes BA e Bt3; Cerosidade forte e abundante no horizonte Bt1; cerosidade moderada e abundante no horizonte Bt2 e, cerosidade forte e comum no horizonte BC.;

C – ANÁLISES FÍSICA E QUÍMICAS

Quadro 5. Solo sob cultivo de Bananeira

Horizonte		Frações da Amostra Total			Composição Granulométrica da Terra Fina				Argila Disp. em H ₂ O	Grau de Floc.	Rel. Silte/Argila	Densidade		Porosidade	
												Solo	Part.		
Símb.	Prof.	Calhau	Casc .	Terra fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		%			Kg m ⁻³	dm ⁻³ dm ⁻³	
	cm									g.kg ⁻¹					
BA	0-16	0,00	2,30	1000	133,3	116,2	359,9	386,6	266,5	31,07	0,93	1,41	2,65	46,99	
Bt1	16-45	0,00	0,90	1000	125,4	128,8	291,0	458,0	183,3	59,96	0,64	1,46	2,68	47,57	
Bt2	45-90	0,00	0,80	1000	126,1	113,9	288,6	462,2	11,6	97,50	0,62	1,45	2,70	46,37	
Bt3	90-120	0,00	0,60	1000	115,5	124,2	214,2	552,6	0,00	100,00	0,39	1,42	2,67	46,79	
BC	120-160+	0,00	1,40	1000	123,7	122,4	294,2	461,3	94,3	79,57	0,63	1,37	2,65	48,46	
Hor.	pH(1:2,5)				Complexo Sortivo							Valor V	Sat. Por Al	P assimilável	
	Água		KCl		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺¹	Na ⁺¹	Valor S	Al ⁺³	H ⁺¹				Valor T
					Cmol _c . kg ₋₁								%		mg.kg ⁻¹
BA	7,62		6,88		2,79	0,06	0,67	0,15	3,67	0,05	1,19	4,30	85,27	1,34	
Bt1	7,15		6,23		1,80	0,09	0,29	0,14	2,23	0,10	2,46	4,89	47,54	4,29	
Bt2	5,48		4,98		1,07	0,10	0,19	0,12	1,48	0,20	3,00	4,67	31,54	11,9	
Bt3	6,39		6,02		0,91	0,08	0,16	0,14	1,29	0,05	2,05	3,37	37,86	3,73	
BC	6,24		5,97		0,95	0,07	0,11	0,13	1,26	0,05	1,99	3,30	38,20	3,80	

Continua...

C – ANÁLISES FÍSICA E QUÍMICAS, continuação

Hor.	C Org.	N	Rel. C/N	Ataque Sulfúrico									Fe ₂ O ₃ livre	Equivalente CaCO ₃	
	g.kg ⁻¹			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ki	kr	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃	g.kg ₋₁		
				g.kg ⁻¹											
BA	7,00			29,6	41,5	32,5				1,21	3,24				
Bt1	6,54			35,1	50,0	37,0				1,19	3,51				
Bt2	3,95			35,3	53,9	38,0				1,11	3,49				
Bt3	3,65			37,1	56,7	39,6				1,11	3,59				
BC	3,53			30,8	57,5	43,9				0,91	3,66				
Hor.	Saturação por Na ⁺¹		Pasta Saturada	Sais Solúveis (estrato1:5)										Constantes Hidricas	
	C.E. do extrato			Água		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺¹	Na ⁺¹	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	MPa	
	%		dS/m 25 ⁰ C	%		Cmol _c . kg ₋₁								0,033	1,5
BA	3,48														
Bt1	2,86														
Bt2	2,56														
Bt3	4,15														
BC	3,93														

A – DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL - 6

Data - 22/05/2008 MATA

CLASSIFICAÇÃO SiBCS _ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico nitossólico; A moderado textura média/argilosa, fase floresta subperenifólia, relevo forte ondulado montanhoso.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS - Fazenda Oito Porcos, São Vicente Férrer Recife- Pernambuco.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL -terço médio de encosta com 45% de declividade.

ALTITUDE -UTM de 25M 0227702mE e 9158400mE 471m

LITOLOGIA

FORMAÇÃO GEOLÓGICA -Pré- Cambriano (CD). Gnaiss.

CRONOLOGIA

MATERIAL ORIGINÁRIO - Saprolito de rocha do embasamento.

PEDREGOSIDADE - Ausente

ROCHOSIDADE - Ausente

RELEVO LOCAL - Forte ondulado e montanhoso

RELEVO REGIONAL-Forte ondulado e montanhoso constituídos por conjuntos de morros de topos arredondados, vertentes convexo-côncavas ou ligeiramente convexas e vales em V.

EROSÃO - Laminar ligeira.

DRENAGEM - Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIAL - Floresta Subperenifólia com muito catolé.

USO ATUAL – Algumas fruticulturas e vegetação primária.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIAL - Floresta subperenifólia com muito catolé e culturas de bananeira e videira.

USO ATUAL – Área de preservação

CLIMA - As' da Classificação de koppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Mateus Rosas Ribeiro, Mateus Rosas Ribeiro Filho, Maria da Conceição de Almeida.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0–15 cm; (10YR 3/3, úmida e 10YR 4/3; seca), franco-argiloarenosa, fraca e moderada, pequena e média; granular; friável, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

AB 15–32 cm; (7,5YR 4/4, úmida e 10YR 5/4; seca); franco-arenosa; moderada pequena e média; blocos subangulares; firme; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

BA 32–55 cm; (7,5YR 4/6, úmida), argila-arenosa, moderada muito pequena e pequena média; blocos subangulares e angulares, firme; plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

Bt1 55–90 cm; (7,5YR 5/6, úmida); argila-arenosa, moderada muito pequena e pequena; blocos subangulares e angulares; firme, plástica e pegajosa e transição difusa e plana.

Bt2 90–150 cm+; (5YR 5/8, úmida); argila, moderada pequena e média, blocos subangulares; friável; plástica pegajosa.

Raízes - Muitas raízes no horizonte A e AB e raízes comuns nos horizontes BA, Bt1 e Bt2.

Observações _ Perfil coletado todo úmido, sendo necessária determinação da cor seca em laboratório após secagem ao ar.

- Não determinou a consistência seca devido ao transporte das amostras serem de grande quantidade, sendo essas bastante amassadas e por está molhada formou-se uns torrões firmemente duros quando secos.

- Muitos poros em todo perfil.

- Cerosidade moderada e abundante no horizonte BA; cerosidade moderada e comum no horizonte Bt1 e cerosidade forte e comum no horizonte Bt2.

C – ANÁLISES FÍSICA E QUÍMICAS

Quadro 6. Solo sob Mata

Horizonte		Frações da Amostra Total			Composição Granulométrica da Terra Fina				Argila Disp. em H ₂ O	Grau de Floc.	Rel. Silte/Argila	Densidade		Porosidade	
												Solo	Part.		
Símb.	Prof.	Calhau	Casc .	Terra fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		%			Kg m ⁻³	dm ⁻³ dm ⁻³	
	cm									g.kg ⁻¹					
A	0-15	0,00	2,19	1000	514,4	194,5	194,4	291,2	172,4	40,80	0,67	1,46	2,59	43,17	
AB	15-32	0,00	2,21	1000	495,9	189,2	212,3	191,8	229,0	21,51	0,73	1,67	2,63	36,57	
BA	32-55	0,00	2,16	1000	417,7	156,2	141,8	440,5	324,2	26,40	0,32	1,67	2,65	37,72	
Bt1	55-90	0,00	2,65	1000	388,7	131,9	168,8	442,5	00,7	99,85	0,38	1,51	2,59	41,48	
Bt2	90-150+	0,00	5,47	1000	352,6	144,4	90,3	557,0	00,2	99,96	0,16	1,35	2,62	48,61	
Hor.	pH(1:2,5)				Complexo Sortivo							Valor V	Sat. Por Al	P assimilável	
	Água		KCl		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺¹	Na ⁺¹	Valor S	Al ⁺³	H ⁺¹				Valor T
	Cmol _c . kg ₋₁										%			mg.kg ⁻¹	
A	5,56		4,85		2,07	0,08	0,24	0,04	2,43	0,22	5,43	8,08	30,121	8,30	
AB	6,04		5,18		1,27	0,57	0,16	0,03	2,03	0,19	4,96	7,18	28,333	8,55	
BA	5,77		5,08		0,90	0,42	0,12	0,03	1,47	0,23	3,65	5,34	27,33	13,50	
Bt1	5,56		4,92		0,92	0,29	0,11	0,02	1,34	0,28	3,13	4,75	28,154	17,2	
Bt2	5,51		4,80		0,69	0,27	0,14	0,03	1,13	0,43	2,92	4,51	24,952	27,5	

Continua...

C – ANÁLISES FÍSICA E QUÍMICAS, continuação

Hor.	C Org.	N	Rel. C/N	Ataque Sulfúrico									Fe ₂ O ₃ livre	Equivalente CaCO ₃	
	g.kg ⁻¹			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ki	kr	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃	g.kg ⁻¹		
				g.kg ⁻¹											
A	10,09			16,7	24,9	11,1				1,14	1,83				
AB	10,59			21,4	32,6	13,6				1,12	1,97				
BA	7,68			29,8	44,0	16,9				1,15	2,21				
Bt1	4,83			25,9	55,1	18,9				0,80	1,98				
Bt2	3,71			32,1	62,2	18,9				0,88	2,06				
Hor.	Saturação por Na ⁺¹		Pasta Saturada	Sais Solúveis (estrato1:5)										Constantes Hidricas	
			C.E. do extrato	Água		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺¹	Na ⁺¹	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	MPa	
	%		dS/m 25 ⁰ C	%		Cmol _c . kg ⁻¹								0,033	1,5
A	0,49														
AB	0,41														
BA	0,56														
Bt1	0,34														
Bt2	0,65														

PERFIS EM ESTUDO.



Perfil 1(Topo)



Perfil 2(Terço superior)



Perfil 3 (Terço inferior)

Figura 12. Perfis da topossequência

PERFIS EM ESTUDO



Perfil 4 (Videira)



Perfil 5 (Bananeira)



Perfil 6 (Mata)

Figura 13. Perfis dos diferentes ambiente

ADUBAÇÃO DA ÁREA

VIDEIRA cultiva Isabel

Adubações:

- Adubação Orgânica

- Esterco de gado, onde aplica uma lata que corresponde a 20 litros é aplicado um mês antes de fazer a poda.

- Adubação Mineral

- Fosfatos monoamônico (MAP), onde aplica 100g/planta, essa é a primeira adubação mineral feita 15 dias antes de fazer a poda.

- Nitrogênio, Fósforo e Potássio (NPK), (15- 07-32) onde aplica 100g/planta, essa é a segunda adubação mineral feita 30 dias após a poda.

Usam o adesivo ELEFIX para fixar a aplicação nos controle de pragas e doenças.

- Controle de pragas e doenças

Broca-dos-ramos – *Paramadarus complexus* (Coleoptera: Curculionidae)

Descrição e danos - O adulto da broca-dos-ramos mede em torno de 5 mm de comprimento, apresenta coloração marrom-escuro e escamas marrom-clara cobrindo todo o corpo do inseto. A larva é branco-amarelado, constrói galerias nos nós ou no interior dos ramos, onde ocorre um entumescimento, pela formação de sua câmara pupal, ocasionando a interrupção da seiva, e a morte dessa parte da planta .

Para o controle eles utilizam KARATE ZEON 50 CS 2mL/L aplicando 200mL do produto/ha aplicam sempre após a poda.

Oídio – *Oidium anacardii*

Descrição e danos - Os prejuízos mais graves verificam-se nos cachos, pois o ataque de oídio provoca paragem de crescimento da pele dos bagos, que acabam por fendilhar, deixando descoberto, constituindo uma “porta de entrada “ para a instalação da *Botrytis* sp..Consequentemente ocorrem perdas de quantidade e qualidade na colheita

Para o controle eles utilizam Ridomil 5g/L aplicando 200L/ha sendo 4 aplicações no inverno e 2 no verão.

Ferrugem - *Vitis labrusca*, *V. vinifera* e *V. rotundifolia* s

Descrição e danos - As plantas afetadas pela ferrugem podem ter o crescimento e o acúmulo de reservas reduzido, prejudicando a produção e comprometendo as safras futuras. A desfolha precoce, que ocorre em ataques severos antes da maturação da uva, afeta a maturação dos frutos, prejudicando a sua qualidade e até tornando-os inviáveis para a comercialização.

Para o controle eles utilizam Alto 100; Cercobin® 700 PM, Cabril top e titanium 1/2mL/L aplicando 200mL do produto/ha aplicam sempre após a poda.

- Adubação Foliar

A base de cobre,

ubifol (N - 15%, P₂O₅ - 15%, K₂O - 20%, Ca - 1,5%, Mg - 0,05%, Zn - 0,20%, B - 0,05%, Fe - 0,10%, Mn - 0,02%, Cu - 0,05%, Mo - 0,01% e S - 3%) + nitrocálcio (N - 22% e Ca - 7%) na proporção de 500g/200L. SENDO 2kg/ha.

Produzem 2 safras por ano de uva, sendo em média 22.000kg/ha/safra.

Para fazer a poda tem repouso de um mês, e quando faz a poda, após 120 dias já colhe. O espaçamento da videira é de 2,5 X 2,5m; possui 10ha, vem aumentando a cada ano, o pomar possui por volta de 10 anos.

BANANEIRA cultivar Pacovan

Adubações:

- Adubação Orgânica

– Esterco de galinha, onde aplica uma lata de 15 kg

- Adubação Mineral

– Nitrogênio, Fósforo e Potássio (NPK), (05- 07-32) onde aplica 2 adubações anuais sendo no inverno e no verão. Adiciona 100g/planta fazendo um ângulo de 40cm na parte superior com pequena abertura para evitar maiores perdas.

Produzem uma média de 9.000unidade/ha/ano, sendo 200g por banana, ou seja 1.800kg /ha/ano. O espaçamento da bananeira é de 2,5/2,5. possui 40 ha; o pomar possui em torno de 35 anos.

- Controle de pragas e doenças

Sigatoka Amarela – *ycosphaerella musicola*

Descrição e danos - manchas por ascósporos têm predominância apical e por conídio a distribuição é casual, com predominância mais basal, com formação de manchas em linhas sobre o limbo foliar. Ataques severos resultam lesões que coalescem resultando na morte das folhas. Havendo redução no crescimento e produção das plantas, maturação precoce dos frutos prejudicando sua qualidade.

Para o controle eles utilizam : Opus, onde o ingrediente ativo é o epoxiconazole, Score, onde o ingrediente ativo é o difenoconazole e o óleo mineral. Aplica-se 400ml/ha